Architecture
and the
Built environment

#21
2017

Activerende Gevels

Naar gedrag beïnvloedende gebouwen

Ed Melet

Activerende Gevels

Naar gedrag beïnvloedende gebouwen

Ed Melet
Delft University of Technology, Faculty of Architecture and the Built Environment, Department of Architectural Engineering and Technology

Architecture
and the
Built environment

abe.tudelft.nl

Design: Sirene Ontwerpers, Rotterdam

ISBN 978-94-6366-001-3
ISSN 2212-3202

© 2017 Ed Melet

Voorwoord

Het 'waarom' interesseert mij meer dan het 'hoe'. De betekenis in plaats van de precieze werking der dingen. Waarom doen mensen de dingen die ze doen en welke rol speelt techniek hierin; of zou hierin kunnen spelen. Techniek niet alleen als vervanger van gedrag, maar ook als intermediair bij gedrag of zelfs als gedragsturend. In gebouwen is die interactie tussen gebruiker en techniek betrekkelijk gering. Het efficiënter, maar ook gevoeliger worden van gebouwen en gebouwinstallaties maakt menselijk handelen in zekere zin ongewenst. Ik denk dat het verkleinen van de invloed van mensen in gebouwen een verkeerde ontwikkeling is. Gebouwen zijn ontwikkeld voor en worden gebruikt door mensen. Gedrag kan niet bevroren worden en de techniek zou zo ontworpen moeten zijn dat zij inspeelt op het geanticipeerde gedrag. Dat de efficiëntie mogelijk wordt aangetast door de gebruiker kan ook betekenen dat de uitgangspunten van de toegepaste technieken fout zijn. Met de nieuwe technieken lijkt bovendien vooral aan symptoombestrijding gedaan te worden. De oorzaak van de milieuproblemen – het menselijk gedrag – blijft buiten beschouwing. Een werkelijk milieuvriendelijke maatschappij zal hierdoor niet worden bereikt.

In deze studie is daarom gezocht naar technieken waarmee gedrag in gebouwen zou kunnen worden beïnvloed. Dit uitgangspunt heeft geleid tot een extreem gevelprincipe dat zo geloofwaardig als mogelijk gemaakt moest worden, maar waarvan mijn zoon Yop (toen 13 jaar) zich toch bezorgd afvroeg of ons nieuwe huis ook een doekengevel zou gaan krijgen. Waarschijnlijk niet – althans niet in deze vorm.

De ambitie - een gevel ontwikkelen die aantoonbaar gedrag stuurt maar ook efficiënt is - was groter dan de aanwezige kennis. Door velen ben ik op sleeptouw genomen en zonder hen was het ook zeker niet gelukt.

Voor het helpen met het aanscherpen van de vragen en de opzet en het richting geven aan het onderzoek moet ik mijn promotores Mick Eekhout en Arjan van Timmeren bedanken. De gesprekken die wij hebben gevoerd, waren altijd inspirerend.

De invloed van de ontbrekende kennis op het gebied van gedrag kon door gesprekken en vele literatuuraanwijzingen van Annemie Ploeger (UvA), Kees Keijzer en Ellen van der Werff (beiden RUG) enigszins worden gedempt. Ger Brinks en Anton Luiken (beiden Saxxion) en Robert Kuipers (Verasol) hebben vooral geholpen om mij meer te laten weten over garen en weefsels. Bovendien hebben zij mij rijkelijk voorzien van een groot aantal verschillende doeken waarmee ik mijn tests kon uitvoeren.

Veel steun heb ik van de collega's van de Hogeschool van Amsterdam mogen ontvangen. Gerard Kuiper heeft zich onder meer ingezet om het Testpaviljoen gerealiseerd te krijgen waardoor dat wat ik had bedacht ook werkelijk getest kon worden. Peter de Wit heeft niet alleen geholpen bij het test klaar maken van het paviljoen en heeft hij samen met zijn vrouw Richtje de doekengevels in elkaar genaaid, maar hij heeft mij ook geholpen om de bouwfysica beter te doorgronden. Deze kennis is in de loop van de studie verder aangevuld door Arjan Pleysier (Deerns) en Truus Hordijk en Christien Janssen (beiden TU Delft). Wim Plokker, Vincent Keppel en Paul Beindorff hebben mij wegwijs gemaakt in VABI-elements – het softwareprogramma waarmee ik de computersimulaties heb uitgevoerd. Met onder anderen Willem Kok, Ben Weller en Elsbeth van Battum (allen HvA) heb ik inspirerende gesprekken over mijn onderzoek mogen voeren. Hun ideeën en aanmoedigingen hebben mij over dode punten heen geholpen. Wasim Haji bleek onmisbaar bij het grijpbaar krijgen van de noodzakelijke statistiek.

Ik had graag een groter aantal duurzame gebouwen in het onderzoek willen betrekken. De meeste bedrijven wilden echter om uiteenlopende redenen niet meewerken. Dat was teleurstellend. Gelukkig mocht ik bij tien bedrijven (vijf gehuisvest in energiezuinige en vijf in wat minder energiezuinige gebouwen) wel mijn enquête uitzetten. Daar ik anonimiteit heb beloofd ga ik ze niet noemen, maar ik wil ze wel bedanken.

Aan de workshop die tot doel had om de gedragsturende gevel architectonische uitstralingen te geven hebben zeven architecten vrijwillig meegedaan: Lisen Hablé (Team V), Frank Maas (cepezed), Rob Wesselink en Duco Uytenhaak (Rudy Uytenhaak + Partners), Aris Gkitzias (OMA), Ard Hoksbergen (Studio AA) en Dirk Jan Schaap (Powerhouse Company). Gedurende die dag werkten zij samen met zestien HvA studenten: Olivar Wasely, Folkert Sevenster, Wouter Roos, Stefan Lichtenveldt, Jessie Hoonert, Floris Koelink, Alex Pieterse Tim Brink, Rashid Rashidi, Ramdane Boumalal, Niels Pannekeet, Jurrien Bos, Joost Killaars, Hassan Ahmed, Donny Meijer en Luc ter Horst. Naast deze hebben nog vele studenten een rol in mijn onderzoek gespeeld. Zaïd Mouhmouh, Ayhan Cimen en Bart Lammers hebben bijvoorbeeld geholpen om het Testpaviljoen te voorzien van adaptieve gevels en hebben bovendien opgetreden als Testafnemer in een aantal tests. Daarnaast hebben de afstudeerstudenten van het afstudeeratelier Smart Buildings door de discussies en hun onderzoek mij zeker op nieuwe ideeën gebracht. In willekeurige volgorde: Robin, Mauric, Kaz, Jasper, Stephanie, Robert, He yue, Marit, AJ, Koen, Remco, Laurens, Robert-Jan, Shant, Dirk, Victor en Suzanne: bedankt.

En dan als laatste maar als absoluut belangrijkste steun: mijn naaste familie. Mijn fantastische vrouw Sylvia en kinderen Juëlle en Yop - die eigenlijk de afgelopen vijf jaar (oké: ruim vijf jaar) de meest bijzondere prestatie hebben verricht. Tijd vullen met bijvoorbeeld een promotieonderzoek is niet heel lastig. Er valt altijd wel wat te studeren en te onderzoeken. Tijd creëren om anderen de ruimte te geven en de rust te gunnen dat ook daadwerkelijk te doen is welhaast bovenmenselijk. Jullie waren en zijn geweldig.

Contents

Lijst van tabellen 17
Lijst van Figuren 18
Samenvatting 25
Summary 31

1 Proloog – Herdefiniëren van een (schijnbaar) opgelost probleem 37

1.1 Het schijnbaar opgeloste probleem 38

1.1.1 Inleiding 38
1.1.2 De gebouwde omgeving en CO_2-uitstoot 39
1.1.3 Duurzaamheidsstrategieën 40

1.2 Maatschappelijke relevantie - Oplossingen tegen het licht 42

1.2.1 Foutief gedrag en reboundeffecten 42
1.2.2 Het indirecte reboundeffect 43

1.3 Wetenschappelijke relevantie - Het probleem opnieuw benaderd 44

1.3.1 De waarde van comfort 44
1.3.2 Hervormingen 45
1.3.3 Inkadering onderzoek naar activerende gebouwdelen - de Gevel 47

1.4 Onderzoeksvraag, Deelvragen en Methodologieën 48

1.4.1 Onderzoeksvraag 48
1.4.2 Deelvragen, onderbouwing en methodologieën 49
1.4.2.1 Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel gedrag 49
1.4.2.2 Hoofdstuk 3 Moderne, Inactieve gebouwen en gedrag 50
1.4.2.3 Hoofdstuk 4 Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel 51
1.4.2.4 Hoofdstuk 5 Potentiële Winst Activerende Gevels – Thermische potenties 51
1.4.2.5 Hoofdstuk 6 Activerende Gevel versus Comfortbeleving en Tevredenheid 52
1.4.2.6 Hoofdstuk 7 Activerende Gevels en milieuvriendelijkheid 53
1.4.2.7 Hoofdstuk 8 Architectonische Activerende Gevels 54
1.4.2.8 Conclusies & Aanbevelingen 55
1.4.3 Opbouw & Indeling van het onderzoek 55

PART 1 Kennis

2 (ir)Rationeel gedrag 61

2.1 Inleiding 62

2.2 Waarden en Doelen 63

2.3 Doelen en informatie 66

2.3.1 Informatie en onzichtbaarheid 68
2.3.2 Informatie en Optimisme 70
2.3.3 Informatie en Verlies 71
2.3.4 Verlies en risico's 72

2.4 Verlies, schaarste en de noodzaak tot verandering 73

2.4.1 Verliesaversie versus ongelijkheidsaversie 75
2.4.2 Verlies en consumptie 76
2.4.3 Verlies en consumptie en identiteit 77
2.4.4 Verlies en consumptie en de hedonistische tredmolen 78
2.4.5 Verlies en Consumptie en Geluk 79
2.4.6 Verlies en Consumptie en Sociale Context 80

2.5 Handvatten voor Gedragsverandering 81

2.5.1 Handvatten voor Gedragsverandering - verantwoordelijkheid bij de overheid 81
2.5.2 Handvatten voor gedragsverandering - verantwoordelijkheid bij de overheid – Gebouwde omgeving 82
2.5.3 Handvatten voor gedragsverandering - Winst 85
2.5.4 Handvatten voor Gedragsverandering – Intrinsieke motivatie, gepercipieerde controle en internaliseren 87
2.5.5 Handvatten voor Gedragsverandering – Subjectieve Norm en Sociale Context 89
2.5.6 Handvatten voor Gedragsverandering – Identiteit 90
2.5.6.1 Handvatten voor Gedragsverandering – Identiteit Milieugeoriënteerde zelfidentiteit 90

2.6 Conclusie & Discussie 92

2.6.1 Acceptatie en gebruik 92

3 Moderne inactieve gebouwen en gedrag 97

3.1 Inleiding 98

3.2 Naar abstractere binnenklimaten 99

3.2.1 Woningen als machines 99
3.2.2 Hoogbouw 102
3.2.3 Streven naar efficiëntie 104
3.2.4 Het PMV/PPD-Model 105
3.2.5 Kritiek PMV/PPD-model 107
3.2.5.1 Sick Building Syndrome 108
3.2.5.2 Energiegebruik 110
3.2.5.3 Gewenning 112

3.3 Het Adaptieve Comfortmodel 112

3.3.1 De Adaptieve Temperatuurgrenswaarden (ATG) 114
3.3.2 Adaptieve technieken 115
3.3.3 Voordelen Adaptieve Comfortmodel 116
3.3.4 Nadelen Adaptieve Comfortmodel 117

3.4 Duurzame architectuur 118

3.4.1 Duurzamer 'β- gebouwen' 119
3.4.2 Duurzamer α-gebouwen 121

3.5 Energiegebruik en gedrag 123

3.5.1 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit 124
3.5.1.1 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen – *Hypothesen* 125
3.5.1.2 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen – *Controle versus 'Comfortbeleving' en Tevredenheid over het binnenklimaat* 128
3.5.1.3 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen – *Controle versus de milieugeoriënteerde zelfidentiteit* 130
3.5.1.4 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen – *Identiteit Werkplek versus de milieugeoriënteerde zelfidentiteit* 131
3.5.1.5 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen – *Identiteit Werkplek versus milieugeoriënteerde zelfidentiteit* 132

3.6 Moderne inactieve gebouwen en gedrag 133

PART 2 Het ontwerp

4 Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) 143

4.1 Inleiding 144

4.2 Activerende Gevels 145

4.2.1 Flexibele en adaptieve gevels 146

4.3 Activeren gebruikers 149

4.3.1 Begrijpen en begrijpelijk 152
4.3.1.1 Moraliseren van de techniek & Default 153
4.3.1.2 Intuïtie 158

4.4 Intuïtief gebruik Activerende Gevel 159

4.4.1 Deconstrueren Gevel 159
4.4.2 Gevel als Kleding 160
4.4.3 De bediening 162

4.5 Ontwerp Activerende Gevel 165

4.5.1 Ontwerpuitgangspunten 165
4.5.2 Ontwerp Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG). 167
4.5.3 Hypothesen 168

PART 3 Kunde

5 Potentiële winst Activerende Gevels (Thermische potenties) 171

5.1 Inleiding 172

5.2 Tevredenheid 173

5.2.1 Tevredenheid – Indeling naar ruimtetype en temperatuurklasse 174

5.3 Bouwfysische randvoorwaarden energiezuinigheid – de adaptieve gevel 175

5.3.1 Energiewinst Adaptieve gevels 176

5.4 Isolatiegraden gematerialiseerd als textiel 184

5.4.1 Bepaling warmtegeleidingscoëfficiënt textiel 186

5.5 Bepaling diktes doeken AfaG 187

5.5.1 Bepaling diktes doeken AfaG – toepassen meerdere doeken 189
5.5.2 Streven naar handelbare diktes AfaG 189
5.5.2.1 Streven naar handelbare diktes AfaG – de spouw 190
5.5.2.2 Streven naar handelbare diktes AfaG - lage emissiecoëfficiënten 192
5.5.2.3 Streven naar handelbare diktes AfaG – invloed massa 200
5.5.2.4 Streven naar handelbare diktes AfaG – beter isolerende doeken 205

5.6 Conclusie 206

6 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) versus Comfortbeleving en Tevredenheid 211

6.1 Inleiding 212

6.2 Testopstelling en -procedure 213

6.3 Invloeden op Comfortbeleving en de Tevredenheid 217

6.3.1 Toetsen op normaal verdeling 218

6.4 Comfortbeleving versus Tevredenheid over het binnenklimaat 220

6.4.1 Comfortbeleving versus Tevredenheid - Correlatie 222
6.4.2 Comfortbeleving versus Tevredenheid – Conclusies 224

6.5 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Klimaatklasse/Temperatuur binnen 224

6.5.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Klimaatklasse - Conclusie 233
6.5.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Temperatuur aanvang en Temperatuur afloop 234
6.5.3 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Temperatuur aanvang en Temperatuur afloop – Conclusie & Discussie 237

6.6 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Leeftijd 240

6.7 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Geslacht 240

6.7.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Geslacht - Conclusies 242

6.8 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Controle 243

6.8.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Aanwezigheid Controlemechanismen 246
6.8.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedienen Controlemechanismen 247
6.8.2.1 Tevredenheid/Aangenaamheid versus Bedienen Controlemechanismen Opgelegd versus Vrijwillig 251
6.8.2.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedienen Controlemechanismen: Opgelegd versus Vrijwillig – Invloeden heersende Temperaturen 254
6.8.2.3 Tevredenheid/Aangenaamheid versus Bedienen Controlemechanismen Opgelegd versus Vrijwillig – Invloeden heersende Temperaturen II 260
6.8.2.4 Conclusie en Discussie (Alliesthesia) 265
6.8.3 Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat versus Ervaren Controle 268
6.8.3.1 Conclusies 269
6.8.4 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit 270
6.8.4.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit - Conclusies 278

6.9 Analyse van Covariantie 280

6.9.1 ANCOVA – Model 1 281
6.9.2 ANCOVA – Model 2 284

6.10 Conclusies & Discussie 287

7 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) & Milieuvriendelijkheid 293

7.1 Inleiding 294

7.2 Testopstelling en –procedure 296

7.3 Hypothesen 298

7.4 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het hebben van Controle op Comfort verhogende maatregelen 299

7.4.1 Conclusies Gebruik van de Kachel 307
7.4.2 Conclusies Gebruik van de Lamp 308
7.4.3 Milieuvriendelijk gedrag - Discussie 308

7.5 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Reboundeffecten 309

7.5.1 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Keuze Producten 310
7.5.2 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Keuze Cadeaubonnen 313

7.6 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel versus Milieuvriendelijkheid - Conclusies 319

8 Architectonische Activerende, flexibele, adaptieve Gevels 325

8.1 Inleiding 326

8.2 Workshop 329

8.2.1 Workshop – Doelen 329
8.2.2 Workshop – Opzet 329

8.3 Architectonischer, Adaptieve, flexibele, adaptieve Gevels 331

8.3.1 Aris Gkitzias (OMA) 332
8.3.1.1 Aris Gkitzias – Post-workshop uitwerking & Discussie 333
8.3.2 Lisen Hablé (Team V) 336
8.3.2.1 Lisen Hablé - Post-Workshop Uitwerking & Discussie 337

8.3.3 Ard Hoksbergen - Studio AA 340
8.3.3.1 Ard Hoksbergen - Post-workshop Uitwerking & Discussie 341
8.3.4 Dirk Jan Schaap (Powerhouse-Company) 343
8.3.4.1 Dirk Jan Schaap – Post-Workshop Uitwerking & Discussie 344
8.3.5 Duco Uytenhaak (Uytenhaak Architecten) 346
8.3.5.1 Duco Uytenhaak – Post-Workshop Uitwerking & Discussie 347
8.3.6 Frank Maas – cepezed 349
8.3.6.1 Frank Maas – Post Workshop Uitwerking & Discussie 350

8.4 Conclusies & Discussie 352

8.4.1 Adaptieve kwaliteiten architectonische activerende gevels 354
8.4.2 Kosten & Identiteit & Sociale Erkenning 356
8.4.3 Flexibiliteit 357
8.4.4 Verandering van de Context & Radicaliteit 358
8.4.5 Architectonische kwaliteit 359

9 Conclusies & Aanbevingen 363

9.1 Conclusies 364

9.2 Aanbevelingen 370

Literatuur 375
Bijlagen 403
Glossarium 417
Curriculum Vitae 423

Lijst van tabellen

6.1 Beïnvloeding 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' 'bij Aanvang' en 'na Afloop' 239

8.1 Overzicht gevelconcepten verschillende kwaliteiten 353

Lijst van Figuren

1.1 Theoretisch energiegebruik versus gemeten aardgasgebruik (Van den Wijngaart et al., 2014) 43

1.2 Testpaviljoen Hogeschool van Amsterdam 53

2.1 Circumflex met de 10 Waarden (Schwartz, 1992). 64

2.2 Relatie Subjectief Welzijn – Energiegebruik per capita in toe (Jess, 2010) 75

2.3 Schematische weergave Verbeterde Technological Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989) 85

2.4 Overzicht Waarden – Motieven om milieuvriendelijk gedrag te vertonen (Axsen & Kurani, 2013) 86

3.1 De behaaglijkheidskromme (Fanger (1970) 106

3.2 Overzicht klimaatklasse, PMV, PPD en temperatuurmarges (ISO EN 7730) 111

3.3 Stroomschema waarmee bepaald kan worden of een ruimte α- of β-karakteristieken heeft (ISSO, 2014) 114

3.4 Het NIOO-gebouw (Claus en Kaan) - foto afkomstig van simbiosisgroup.com 119

3.5 Sigmax-gebouw (Paul de Ruiter) - foto afkomstig van mimoa.eu 119

3.6 3M (cepezed) - foto afkomstig van cepezed.nl 119

3.7 Debis-Toren (Renzo Piano) - foto afkomstig van buildingbutler.com 121

3.8 ING-Hoofdkantoor (MvSA) - afkomstig van archdaily.com 121

3.9 Götz-Hoofdkantoor (Webler & Geissler) - foto afkomstig van diankov.com 121

3.10 Abu Dhabi's Central Market (Foster and Partners) - foto afkomstig van fosterandpartners.com 122

3.11 Institute du Monde Arabe (Jean Nouvel) - foto afkomstig van galinsky.com 122

3.12 Bremtex (VOW architecten) - foto afkomstig van omroepbrabant.nl 122

3.13 SPSS uitdraai – Relatie tussen het hebben van Controle en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 128

3.14 SPSS uitdraai – Relatie tussen het hebben van Controle en 'Comfortbeleving' Zomer en Winter. 129

3.16 SPSS uitdraai - Relatie tussen het hebben van Controle en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit 130

3.17 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig gebouw en de Tevredenheid over het binnenklimaat. 131

3.18 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig kantoorgebouw en de 'Comfortbeleving' in de zomer en in de winter. 132

3.19 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig kantoorgebouw en de Gemiddelde milieu-identiteit. 133

4.1 Alvar Aalto - Paimio stoel 143

4.2 Levensduur woningen versus overlevingskans (Hoogers, Gelinck & Trabsky, 2004) 147

4.3 Gevel als variërend filter (Feldtkeller, 1989) 149

4.4 Schema dat vormen van gedragsbeïnvloeding laat zien en hoe die zullen worden ervaren (Tromp, 2013) 156

4.5 Erratic Radio Interactive Institute Sweden 157

4.6 Power Aware Cord Interactive Institute Sweden 157

4.7 Aansluiting Dak-Activerende Gevel 167

4.8 Aansluiting Vloer - Activerende Gevel 167

4.9 Horizontaal Detail - Hoekaansluiting Activerende Gevel - Glasgevel 168

5.1 Schematische weergave Verbeterde Technological Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989) 172

5.2 Temperatuurgrenzen ISSO 74:2014 175

5.3 Onderschrijdingsuren (te koud) in relatie tot de warmteweerstand 178

5.4 Overschrijdingsuren (te warm) in relatie tot de warmteweerstand. 179

5.5 Totaal Aantal Over- en onderschrijdingsuren in relatie tot de warmteweerstand. 179

5.6 Energie noodzakelijk om de Testunit in de winter een B-klasse klimaat te geven bij verschillende warmteweerstanden 180

5.7 Energie noodzakelijk om de Testunit in de zomer een B-klasse klimaat te geven bij verschillende warmteweerstanden. 181

5.8 Totale energiebehoefte voor koeling en verwarming bij verschillende warmteweerstanden. 181

5.9 Energie noodzakelijk om de Testunit in de zomer een B-klasse klimaat te geven – Hierbij wordt de prestatie van een statische gevel met een Rc = 8 m^2K/W vergeleken met een adaptieve gevel. Bij de variant 'Adaptief' zijn 4 handelingen noodzakelijk; bij 'Adaptief Extra' moet de gebruiker op jaarbasis 76 handelingen verrichten. 183

5.10 Relatie Spouwbreedte – Warmteweerstand van de spouw (Verhoeven, 1990). 191

5.11 Relatie stralingsasymmetrie (in verschil in temperatuur) – aantal ontevredenen 197

5.12 Energiegebruik per emissiecoëfficiënt per maand met verschillende configuraties. Variant AA heeft een ε = 0,9 buiten en binnen; Variant BB heeft een ε = 0, 5 buiten en binnen; Variant CC heeft een ε = 0,05 buiten en binnen; Variant AB heeft een ε = 0,9 buiten en een ε = 0,5 binnen; Variant BA heeft een ε = 0,5 buiten en een ε = 0,9 binnen; Variant BC heeft een ε = 0,5 buiten en een ε = 0,05 binnen; Variant CB heeft een ε = 0,05 buiten en een ε = 0,9 binnen; Variant AC heeft een ε = 0,9 buiten en een ε = 0,05 binnen; Variant CA heeft een ε = 0,05 buiten en een ε = 0,9 binnen. 199

5.13 Energiegebruik per emissiecoëfficiënt per maand per maand met verschillende configuraties – verschillende configuraties zie Figuur 5-12. 199

5.14 Energiegebruik Verwarmen bij een Rc = 8 m^2K/W en verschillende massa's. 202

5.15 Energiegebruik Koelen bij een Rc = 0,5 m^2K/W en verschillende massa's. 203

5.16 Energiegebruik Verwarmen bij een Rc = 8 m^2K/W. Variant 1: massa 200 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,9; Variant 2: massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 3: massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9; Variant 4: massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 5: massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9. 204

5.17 Energiegebruik Koelen Variant 1 Rc = 8 m^2K/W; massa 200 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,9; Variant 16: Rc = 0,5 m^2K/W; massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 18: : Rc = 0,5 m^2K/W; massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9; Variant 19: Rc = 0,5 m^2K/W; massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 20: : Rc = 0,5 m^2K/W; massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9. 205

6.1 Marijn van der Pol - Do Hit Chair 211

6.2 Testpaviljoen Hogeschool van Amsterdam tijdens een test waarbij de Testpersoon (rechts) de adaptieve gevel volledig heeft opengeschoven. 214

6.3 Invloed Variabelen Temperatuur, Leeftijd, Geslacht, Controle en beoordeelde Kwaliteit AfaG op de zelf gerapporteerde 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. De getallen langs de pijlen geven de Paragrafen aan waarin de verschillende vormen van beïnvloeding zullen worden onderzocht. 218

6.4 SPSS 23 uitdraai – Toetsen op normaliteit data 219

6.5 SPSS 23 uitdraai – Correlatie 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' 222

6.6 SPSS 23 uitdraai – Correlatie 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'; de Testpersonen die controle mochten uitoefenen (links); degenen die geen controle mochten uitoefenen (rechts). 223

6.7 Omschrijving en bandbreedtes klimaatklassen ATG-methode. 225

6.8 De gemeten omgevingstemperaturen en de operatieve binnentemperaturen in relatie tot de B-, C- en D- klassen. Voor de gemeten (operationele) binnentemperaturen bij Aanvang (blauw) en na Afloop (rood) en de gemiddelde gewogen buitentemperature. 226

6.9 SPSS uitdraai – Temperatuurklasse-verdeling 'bij Aanvang' (boven) en temperatuurklasse-verdeling 'na Afloop' (onder). 227

6.10 SPSS uitdraai – 'Comfortbeleving' binnenklimaat 229

6.11 SPSS uitdraai – 'Tevredenheid over het binnenklimaat' 229

6.12 SPSS uitdraai – Beïnvloeding Tevredenheid over het binnenklimaat' 'bij Aanvang' en 'na Afloop' 231

6.13 SPSS uitdraai – Beïnvloeding Tevredenheid over het binnenklimaat' 'bij Aanvang' en 'na Afloop' 232

6.14 SPSS uitdraai – Correlatie Temperatuur 'bij Aanvang' – 'Comfortbeleving' (links) en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 235

6.15 SPSS uitdraai – Correlatie Temperatuur 'na Afloop' – 'Comfortbeleving' (links) en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 236

6.16 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_1 & Test_2 241

6.17 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_1 241

6.18 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_2 241

6.19 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_1 en Test_2 242

6.20 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_1 242

6.21 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_2 242

6.22 SPSS uitdraai - 'Comfortbeleving' en Tevreden over het Binnenklimaat Testpersonen die controle mochten uitoefenen 248

6.24 SPSS uitdraai - 'Comfortbeleving' en Tevreden over het Binnenklimaat Testpersonen die geen controle mochten uitoefenen 250

6.25 SPSS uitdraai – Invloed van het hebben van Controle op de 'Comfortbeleving' (links) en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (rechts). 253

6.26 SPSS uitdraai - 'Comfortbeleving', 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en klimaatklassen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' van de Tests waarin AfaG opnieuw is bediend. 255

6.27 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG is bediend 255

6.28 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG is bediend. 256

6.29 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG niet is bediend. 256

6.30 SPSS uitdraai - De kruistabel met de relatie tussen het bedienen van AfaG en de heersende Temperatuurklasse 'bij Aanvang'. 258

6.31 SPSS uitdraai - De kruistabel met de relatie tussen het bedienen van AfaG en de heersende Temperatuurklasse 'na Afloop' 259

6.32 Uitdraai SPSS - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (links) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' door Klimaatklasse 'bij Aanvang' bij Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend. 261

6.33 SPSS uitdraai Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (links) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' door Klimaatklasse 'bij Aanvang' bij Testpersonen die AfaG opnieuw hebben bediend. 262

6.34 SPSS uitdraai - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (links) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' door Klimaatklasse bij Afloop bij Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend. 263

6.35 SPSS Uitdraai - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (links) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' door Klimaatklasse bij Afloop bij Testpersonen die AfaG opnieuw hebben bediend. 264

6.36 Relatie fysiologische thermo-regulerende zones met 'Comfortbeleving' en de potenties van alliesthesia (Parkinson & De Dear, 2015a) 267

6.37 SPSS uitdraai– Relatie tussen het kunnen uitoefenen van Controle en het gevoel hebben dat door middel van AfaG controle kan worden uitgeoefend. 268

6.38 SPSS uitdraai – Relatie tussen het voor de tweede keer bedienen van AfaG en het gevoel hebben dat door middel van AfaG controle kan worden uitgeoefend. 269

6.39 SPSS uitdraai – Begrip Werking AfaG (links) en ervaren moeilijkheid bediening AfaG 272

6.40 SPSS uitdraai – Correlatie Werking AfaG (links) ervaren moeilijkheid bediening AfaG en 'Comfortbeleving'. 273

6.41 SPSS uitdraai – Correlatie Werking AfaG (links) ervaren moeilijkheid bediening AfaG en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 274

6.43 SPSS uitdraai – Relatie Het beschouwen van het binnenklimaat als een Persoonlijke Prestatie met de 'Comfortbeleving' (links) en met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 275

6.44 SPSS uitdraai – Relatie De effectiviteit van AfaG met de 'Comfortbeleving' en met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. 276

6.45 Relaties 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit. De +-jes geven aan dat er een significante relatie is gevonden; de –tjes geven aan dat er geen significante relatie is gevonden. 278

6.46 Verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' aan de hand van Test_1. Testpersonen in Unit 1 mochten AfaG bedienen – Testpersonen in Unit 2 konden geen controle uitoefenen. 282

6.47 SPSS uitdraai – ANCOVA-model met 'Comfortbeleving' als afhankelijke variabel (links) en met 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als afhankelijke variabel (rechts). Op basis van Test_1 waarin de Testpersonen in Unit 1 controle mochten uitoefenen en de Testpersonen in Unit 2 dat niet mochten. 283

6.48 Verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' aan de hand van de data afkomstig uit Unit 1. 285

6.49 SPSS uitdraai – ANCOVA-model met 'Comfortbeleving' als afhankelijke variabel (links) en met 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als afhankelijke variabel (rechts). Op basis van de tests in Unit 1 met als doel om te achterhalen of het opnieuw bedienen van AfaG de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloedt. 286

7.1 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de kachel laat zien. 300

7.2 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 2 (geen controle) 301

7.3 SSPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle) 302

7.4 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de lamp laat zien. 303

7.5 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de kachel laat zien. 304

7.6 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle) - Testpersonen hebben AfaG opnieuw bediend. 305

7.7 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle) - Testpersonen hebben AfaG niet opnieuw bediend. 306

7.8 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het 'Opnieuw bedienen van AfaG', de -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit', de Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de lamp laat zien. 306

7.9 SPSS uitdraai – Pearson's correlatie Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit – Totaal aantal gekozen milieuvriendelijke producten. 311

7.10 SPSS uitdraai – Ongepaarde t-test die relatie tussen het hebben van 'Controle' en aantal gekozen milieuvriendelijke producten laat zien. 312

7.11 SPSS uitdraai – Keuze Cadeaubonnen Unit 1 (Controle) Keuze Cadeaubonnen Unit 2 (Geen Controle) 314

7.12 SPSS uitdraai –Keuze Cadeaubonnen niet-studenten Keuze Cadeaubonnen studenten 314

7.13 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (volledige populatie) 315

7.14 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (niet studenten) 316

7.15 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (studenten) 316

7.16 SPSS uitdraai – Invloed Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit-, het opnieuw bedienen van AfaG en de 'Persoonlijke Prestatie' op de cadeaukeuze (volledige populatie). 317

7.17 SPSS uitdraai – Invloed Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit-, het opnieuw bedienen van AfaG en de 'Persoonlijke Prestatie' op de cadeaukeuze (niet studenten). 317

7.18 SPSS uitdraai – Invloed Energiezuinigheid Gebouw, Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit op de cadeaukeuze 318

8.1 Impressies Workshop 330

8.2 Het paviljoen voorzien van een glasgevel die kan worden opengeklapt (links) en van gordijnen om de bouwfysische kwaliteiten te verbeteren. 332

8.3 Aansluiting glasgevel, gordijn en luifel. In het linker detail is de glasgevel opengeklapt. 332

8.4 Verticaal en horizontaal (rechts) detail aansluiting verschuifbare panelen op buitenblad. 336

8.5 Gebouwimpressie - Verticaal schetsdetail Kastenfenster 2.00 340

8.6 Verticale doorsnede glasgevel met aansluiting op de verschuifbare luifel en de luchtkussenisolatie (links) en de vloeraansluiting met opblaassysteem 343

8.7 Gevelimpressie (gesloten en open) en verticale doorsnede gevel 346

8.8 Gevelimpressie en verticaal detail aansluiting vloer op adaptieve gevel 349

9.1 Energiegebruik bij verschillende glaspercentages 372

Samenvatting

De gebouwde omgeving heeft door de grote hoeveelheden CO_2 die zij uitstoot een belangrijke bijdrage geleverd aan de klimaatverandering. Om de antropogene CO_2-uitstoot te reduceren zullen gebouwen energieneutraal moeten worden gemaakt. De blauwdruk voor dit veranderde, energie-efficiënte gebouw lijkt klaar te liggen: zwaar geïsoleerde gebouwschillen verminderen de vraag naar energie en de resterende, noodzakelijke koude en warmte worden opgewekt met behulp van lagetemperatuursystemen.

Of de veranderingen ook voldoende zijn, is de vraag.

De gemeten energiezuinigheid van de milieuvriendelijke gebouwen is lager dan de theoretische; zij gebruiken meer energie dan vooraf berekend. Dit verschil kan voor een deel worden geweten aan de toegenomen complexiteit en gevoeligheid voor verkeerd gebruik van de gebouwen. Gebruikers begrijpen gebouwen onvoldoende. Verkeerde handelingen gaan al snel ten koste van de energiewinst. Daarnaast spelen reboundeffecten bij de lagere energiewinst een rol. Het reboundeffect stelt dat door de hogere efficiëntie de energie relatief goedkoper wordt. De lagere energierekening leidt tot een intensiever gebruik van verwarming en koeling, of tot – al dan niet milieubelastende – extra activiteiten buiten het gebouw.

De reboundeffecten maken duidelijk dat milieuvriendelijke gebouwen haar gebruikers niet automatisch ook milieuvriendelijker maken; de energiezuinigheid van de gebouwen verandert het gedrag van mensen niet. Dit wordt onderschreven door één van de uitkomsten uit een enquête die onder 414 medewerkers in vijf energiezuinige en vijf oudere en minder energiezuinige kantoorgebouwen in Nederland is uitgezet. De milieugeoriënteerde zelfidentiteit die als de mate waarin iemand zichzelf als persoon beschouwt wiens acties milieuvriendelijk zijn, verschilt nauwelijks tussen de kantoorgebruikers in beide typen gebouwen ($M = 4.977$, $SE = .069$ om $M = 5.052$, $SE = .075$).

Om de reboundeffecten te verkleinen zal het gedrag milieuvriendelijker moeten worden; het gedrag moet veranderen. Dit blijkt lastig – omdat veel van het gedrag is gebaseerd op gewoontes - maar is niet onmogelijk.

Het gedrag wordt mede bepaald door de aangehangen waarden die waardevast, situatie overstijgend en tamelijk abstract zijn. Als de context echter wezenlijk verandert, dan kunnen de waarden en het (gewoonte)gedrag die aan de specifieke

situatie waren gerelateerd, worden heroverwogen. Dit kan impliceren dat in gebouwen nieuwe contexten gecreëerd zouden moeten worden en dat gebouwen op ingrijpender en radicalere manier moeten veranderen dan de evolutionaire verbeteringen die tot nu toe zijn gemaakt. Behalve in energie-efficiëntie verschillen de energiezuinige gebouwen nauwelijks van hun energie consumerende voorgangers.

Daarnaast kan het gedrag milieuvriendelijker worden door de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te versterken. De zelfidentiteit bepaalt (deels) welk gedrag wordt uitgevoerd. De identiteit is het label waarmee iemand zichzelf omschrijft en heeft een flexibeler karakter dan de waarden. Het in het verleden uitgevoerd gedrag is bij het formuleren van de zelfidentiteit bijvoorbeeld belangrijk. Het wordt als cue voor toekomstig gedrag gezien. Als iemand zich milieuvriendelijk heeft gedragen dan is de kans groter dat hij dat in de toekomst ook zal doen. Het versterken van de milieugeoriënteerde zelfidentiteit kan door mensen zich bewust te maken van het milieuvriendelijke gedrag dat zij in het verleden hebben uitgevoerd.

De veranderingen in de context en het versterken van de milieugeoriënteerde zelfidentiteit kunnen aansluiten op de filosofie van onder andere Albert Borgmann die stelt dat comfort en de energie die hiervoor nodig is waardevoller wordt wanneer de gebruiker op een actievere manier bij het creëren ervan wordt betrokken. Door het actief bezig zijn met het op een energiezuinige manier creëren van een als comfortabel ervaren binnenklimaat zou het gevoel kunnen ontstaan dat men zich milieuvriendelijk gedraagt en een milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft. Daarnaast kunnen gebruikers zo het idee krijgen dat zij als co-designer van het klimaat optreden, waardoor zij vergevingsgezinder jegens dat binnenklimaat zijn. Zij zullen eerder tevreden zijn over het aangeboden binnenklimaat.

Het verhoogde milieubewustzijn kan de maatschappelijke winst zijn van een gebouw dat haar gebruikers verleidt tot een actievere betrokkenheid bij het creëren van het binnenklimaat. Maar waarom zou de gebruiker verleid willen worden? Voor een deel zou dit kunnen voortvloeien uit de wens om controle over de leefomgeving uit te kunnen oefenen. De mens is een comfortzoekend wezen en zal bij ervaren discomfort naar manieren zoeken om het discomfort op te heffen. Daarnaast stelt de 'Theorie van Gepland Gedrag' dat voordat gedrag wordt uitgevoerd wordt afgevraagd wat de opbrengst van dat gedrag zal zijn. Met andere woorden levert het gedrag een positieve of negatieve evaluatie op? Het ligt voor de hand dat de gewenste uitkomsten gerelateerd zijn aan de aangehangen waarden. Om voor een breed publiek aantrekkelijk te zijn moet een gebouw dat activiteiten verlangt van haar gebruikers, appelleren aan verschillende waarden en aan verschillende vormen van winst. Het verbeteren of het sparen van het milieu alleen is niet voldoende. Ook energiebesparing, financiële voordelen, grotere controle en een verbeterd imago kunnen bij de keuze van de systemen en het hieruit voortvloeiende gedrag een rol spelen.

Dit leidde tot de onderzoeksvraag: Wat zijn de effecten van het activerend maken van een gevelsysteem op het energiegebruik, de comfortbeleving en tevredenheid over het binnenklimaat en het milieubewustzijn van de gebruiker. Met de op basis van deze vraag ontworpen activerende, flexibele, adaptieve gevel (AfaG) wordt een nieuwe context gecreëerd. Randvoorwaarde bij de ontwikkeling van de gevel was dat hoe radicaal zij hiertoe ook moet zijn, zij tegelijkertijd op een bijna intuïtieve manier bediend moet kunnen worden. Op deze manier worden de kansen op fouten in de bediening geminimaliseerd en de kansen op het daadwerkelijk en intensief gebruiken vergroot. Bij het ontwerpen en materialiseren van AfaG is de associatie met kleding gelegd. Net als bij kleding worden extra lagen doek aangebracht of verwijderd op het moment dat de situatie binnen en buiten daarom vraagt.

Om te testen of gebruikers deze associatie doorgronden, maar ook of de verhoogde controle tot een hogere Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat leidt, is een Testpaviljoen gerealiseerd. De hierin gemonteerde AfaG bestond uit vier lagen: een water- winddichte laag, twee isolerende lagen en een zonwerend doek met een lage emissiecoëfficiënt. 181 studenten en medewerkers van de Hogeschool van Amsterdam hebben aan de tests deelgenomen; een deel van hen mocht AfaG bedienen en een ander deel niet.

Uit de tests bleek dat de gevel door de Testpersonen met controle over AfaG als een effectief middel wordt gezien om het binnenklimaat te beheersen. Naast effectiviteit was één van de uitgangspunten bij het ontwerpen dat de gevel intuïtief bediend zou moeten kunnen worden. De tijd die het de Testpersonen kostte om de gevel in de voor hen juiste configuratie te manoeuvreren is hierbij als maat gehanteerd. Bij aanvang van de test was AfaG in de Testunit met controle in de gezien de buitenomstandigheden verkeerde configuratie opgehangen. Aan de Testpersonen werd gevraagd om AfaG te herconfigureren. Gemiddeld kostte dit minder dan 5 seconden en dat is lager dan de 'norm'. Het gecreëerde binnenklimaat werd door hen bovendien sterk als een persoonlijke prestatie beschouwd.

Het hebben van controle lijkt minder sterk door te werken in de Comfortbeleving en de Tevredenheid over het binnenklimaat. Alleen het voor de tweede maal bedienen van AfaG heeft een significante invloed op de Tevredenheid over het binnenklimaat ($F(1,85) = 8.168$; $p < .05$; $\eta 2 = .088$). Het effect is echter zwak. Dit is in tegenspraak met ander onderzoek dat laat zien dat controle de tevredenheid verhoogt. Worden echter de heersende temperaturen gerelateerd aan de Comfortbeleving en de Tevredenheid over het binnenklimaat dan blijken beide hoger te scoren dan verwacht mocht worden. 17% van de Testpersonen die controle mochten uitvoeren, vond het binnen 'Te warm'/'Te koud' – dat was lager dan de Testpersonen zonder controle (19,9%). De gemiddelde Comfortbeleving in de Unit met controle was

iets positiever dan die in de Unit zonder controle (M = 1,7; M = 1,8). Opvallend is echter vooral het lage percentage Ontevredenen onder de Testpersonen die controle mochten uitoefenen: 10,6%. En dat terwijl het Testpaviljoen geen geconditioneerd binnenklimaat had en het binnenklimaat mee fluctueerde met de buitenomstandigheden die aan de koude kant waren.

Het gebruik van de in de Testunits opgestelde kachel en de lamp laat eveneens zien dat het hebben van controle een positieve invloed kan hebben op het energiegebruik. Er is een significante relatie gevonden tussen het opnieuw bedienen van AfaG en het uitschakelen van de lamp (B = 1.590, SE = .512 $p < .05$, Exp (B) 4.904; R^2 = .08). Verder was het percentage Testpersonen dat de kachel in de Unit met controle heeft ingeschakeld lager dan het percentage Testpersonen in Unit zonder controle, respectievelijk 25 om 34,7%. In de Unit met controle heerste tijdens deze tests een iets minder gunstiger klimaat dan in Unit zonder controle. In 9 van de 12 gevallen waarin de kachel toch werd bediend, waren de mogelijkheden van AfaG uitgeput.

Deze vorm van energiewinst kan als 'psychologische' energiewinst worden beschouwd – het voelt prettiger binnen dan de temperaturen zouden rechtvaardigen. Met adaptieve gevels kan ook echte winst worden geboekt. Om dit te bepalen is in het softwareprogramma VABI-elements een onderwijsunit gesimuleerd met dezelfde afmetingen en dezelfde gevelsamenstelling als het fysieke Testpaviljoen op de HvA. Er is gevarieerd met doeken met verschillende warmteweerstanden (Rc), verschillende massa's en verschillende emissiecoëfficiënten. Wordt uitgegaan van lagen met verschillende warmteweerstanden (waarbij gesimuleerd is met lagen met Rc's van 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 6 en 8m^2K/W) dan kan er in vergelijking met een statische gevel met een Rc van 8 m^2K/W een winst worden geboekt van 16,88%. Hiervoor moet de gebruiker op jaarbasis vier handelingen verrichten; hij moet vier maal de configuratie van de doekengevel veranderen. Worden meer handelingen geaccepteerd dan kan deze energiewinst oplopen tot 20%. Als ook de massa adaptief wordt gemaakt dan is 25% minder energie nodig om een B-klasse klimaat te realiseren.

Naast deze winst voor de gebruiker (wat als belangrijke motivatie zal worden beschouwd om de gevel te gaan bedienen) lag er ook een maatschappij breed doel aan het ontwikkelen van AfaG ten grondslag. Door het bedienen van de gevel moeten de gebruikers het idee krijgen milieuvriendelijk bezig te zijn en dit gevoel moet tot een milieuvriendelijker houding leiden. Het mindere gebruik van de kachel en het uitschakelen van de lamp in de Unit met controle wijst er al op dat controle aanzet tot milieuvriendelijker gedrag. Om te controleren of dit gedrag zich ook buiten het gebouw zou kunnen uitstrekken, is aan de Testpersonen gevraagd om te kiezen uit twee typen producten: goedkope, niet-milieuvriendelijke of 10% duurdere, maar milieuvriendelijke producten. Daar waar bij zowel de studenten als bij de niet-

studenten significante correlaties zijn gevonden tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de keuze voor de milieuvriendelijke producten, daar is die relatie tussen het hebben van controle en de gekozen producten niet gevonden.

Het hebben van controle blijkt wel een invloed te hebben op het kiezen van een echte beloning. De kritiek op deze laatste test is dat het aanvinken en een 'verlies' van 10% accepteren door voor een milieuvriendelijk product te kiezen toch tamelijk vrijblijvend is. Er hoefde niet werkelijk voor de producten te worden betaald. Daarom is een maand na afloop van de tests een bedankmail naar de deelnemers gestuurd. Ook degenen die deel hebben genomen aan de enquête om het verschil in de Comfortbeleving, de Tevredenheid over het binnenklimaat en de milieugeoriënteerde zelfidentiteit tussen gebruikers van energiezuinige en wat oudere, minder energiezuinige kantoorgebouwen te achterhalen, hebben deze mail ontvangen. In de mail werd gesteld dat onder alle deelnemers vier bonnen zouden worden verloot. Er mocht aangegeven worden voor welke beloningen zij in aanmerking wilden komen: een Mediamarkt-bon, een reischeque, een Fairtrade-pakket of een Oxfam Novib-bon.

Van de studenten koos 87,4% voor een hedonistische beloning (Mediamarktbon en reischeque). Voor studenten is € 50,00 veel geld en hun keuze past binnen de lage kosten theorie. Zodra de kosten als te hoog worden ervaren, zal het duurzame gedrag verlaten worden. Verschil tussen het hebben van controle en geen controle bij de beloningskeuze werd bij hen dan ook nauwelijks gevonden.

Bij de niet-studenten werden belangrijke verschillen gevonden tussen de Testpersonen met en zonder controle. Het gemiddeld aantal hedonistische bonnen ligt bij de niet-studenten die in de Unit met controle hebben getest beduidend lager (16,7%) dan bij de niet-studenten de Unit zonder controle (52,7%).

Als de uitkomsten worden vergeleken met HvA-medewerkers die niet aan de tests hebben meegewerkt maar wel zijn geënquêteerd blijkt dat het bedienen van AfaG een positieve invloed kan hebben op het milieuvriendelijk gedrag. 65% van de HvA-Geënquêteerden heeft gekozen voor een hedonistische Mediamarkt-bon en dat is veel meer dan de niet-studenten met controle.

Hiermee is een aantal vormen van winst dat zou kunnen aanzetten tot het gebruik van AfaG bepaald en aangetoond. Om als radicaal gedefinieerd te kunnen worden, zullen de principes achter de activerende, flexibele en adaptieve gevel echter uiteindelijk ook omarmd moeten worden. Dit kan slecht worden gemeten. Wat wel kan worden bepaald is of er genoeg architectonische speelruimte in de uitgangspunten van AfaG aanwezig is om er architectonische expressies aan te kunnen geven. Alleen dan is AfaG interessant voor architecten. Om dit te onderzoeken is een workshop onder zeven

architecten werkzaam bij verschillende Nederlandse architectenbureaus georganiseerd en is gevraagd om AfaGs te ontwerpen met een architectonische uitstraling. De uitkomsten laten een grote variëteit aan adaptief en flexibel vermogen van de gevel, in de manieren waarop de gebruiker geactiveerd wordt, maar ook in architectonische expressie zien die herleid kan worden tot een specifieke handtekening.

Met het onderzoek is aangetoond dat een activerende gevel een aanzet kan geven tot milieuvriendelijker gedrag en de eerste stap kan vormen in de werkelijke hervorming van de gebouwde omgeving.

Summary

As a result of the large amounts of CO_2 emissions the built environment produces, it contributes immensely to climate change. Within the strategies developed to reduce anthropogenic CO_2 emissions, getting buildings to an energy-neutral level is one of the main priorities. The blueprint for this altered energy-efficient building now seems to be ready: the heavily insulated outer shells of buildings have decreased the demand for energy and the necessary coolness and warmth are induced using low-temperature systems.

Whether these changes are enough remains to be seen.

The actual, measured energy efficiency of these environmentally friendly buildings turns out to be lower than their theoretical efficiency; they use more energy than was expected up front. This difference can partly be attributed to the increased complexity of and sensitivity to improper use of these buildings. Users simply do not understand them well enough. Improper handling then turns into energy loss. Rebound effects also play a role in the lower levels of energy saving. The rebound effect states that as a result of higher efficiency, energy will relatively be cheaper. Lower energy bills will lead to a more increased use of warming and cooling, or to extra activities – whether or not polluting – outside the building.

The rebound effects make clear that environmentally friendly buildings do not automatically make their users less polluting; the energy efficiency of the building does not change people's behaviour. One of the results of a survey that was conducted among 414 employees in five, energy efficient, and five more older, and less energy efficient office buildings in The Netherlands subscribes this. The environmental self-identity - which is regarded as the extent to which people perceive themselves to be a person whose actions are environmentally friendly – hardly differs from the office building users in both types of buildings ($M = 4.977$, $SE = .069$ vs. $M = 5.052$, $SE = .075$).

In order to reduce the rebound effects behaviour has to become more environmentally friendly. Changing behaviour sustainably is hard – because behaviour is based on routines - but it is not impossible.

Behaviour is influenced by values that are stable, transsituational and fairly abstract. When the contextual situation changes, these values and the (habitual) behaviour inherent to that specific situation can be re-evaluated. This implicates that in

buildings, new contexts should be created: building should change in a more drastic and radical way than the evolutionary improvements made so far. Besides their energy efficiency the new energy efficient building differs little from their energy consuming predecessors.

The behaviour can also be changed by strengthen the environmental self-identity of people. Identity is the label with which somebody describes himself and it has a somewhat more flexible character than values have. For example, past behaviour is important for formulating one's self-identity. It is seen as a cue to future behaviour. When somebody has shown environmentally friendly behaviour in the past, he is more likely to behave so in the future.

Changes in the context and ways to strengthen the environmental self-identity match the philosophy of among others Albert Borgmann who states that comfort, and the energy needed for it, will be more valuable when a user is more actively engaged in creating it. By being actively involved in sustainably creating an as 'comfortable' perceived indoor climate, people would feel they are behaving environmentally friendly, and having an environmental self-identity. Further, users would get the idea that they could act as a co-designer of that climate, as a result of which they would be more forgiving to it as well.

The increased environmental awareness resulting from this would then be the societal gain of a building that seduces its users to a more active involvement in creating the indoor climate. But why would users want to be seduced? In part, this could be attributed to the wish to control one's living environment. Humans are comfort-seeking beings and when faced with discomfort, will find ways to remove that discomfort. Further, the 'Theory of Planned Behaviour' states that before behaviour is being performed, one will evaluate what that behaviour will bring as a return. In other words: will the behaviour lead to a positive or negative evaluation? It is obvious that the desired outcome is related to the professed values. So to be attractive to a diverse public, an activating building should appeal to different values.

Improving or sparing the environment alone is not enough however. Saving energy, having financial advantages, having greater control and an improved image can also play a role when choosing the systems, and the thereof arising behaviour.

This led to the following research question:

What are the effects of a façade system that activates its users have on their perception of thermal comfort, their satisfaction with the indoor climate, the use of energy and their environmental awareness ?

Using an on the basis of this question designed activating, flexible, and adaptive façade (AfaF), a new context will be created in a test situation. Starting point is that however radical the facade to this end has to be, at the same time, one must be able to use it in an almost intuitive manner. In this way, the chances of making mistakes while using it will be minimized, and the chances to an actual and intensive use will be increased. When designing and materializing AfaF, the association with clothing is made. Just as when using clothes, extra layers of cloth are applied or removed when the situation inside or outside calls for it.

To test whether users actually see through this association, but also whether or not the increased control leads to an increased perception of thermal comfort and satisfaction with the indoor climate, a test pavilion was created. The herein assembled AfaF consisted of four layers: a water and wind proof layer, two insulating layers, and a sun-shielding layer with a low emission coefficient. One hundred and eighty one students and employees of the Hogeschool van Amsterdam, University of Applied Sciences (HvA) have participated in the tests; some of them were allowed to operate the AfaF, others were not.

The test results show that the test subjects with control over the AfaF saw it as an effective device to control the indoor climate. Next to effectiveness, one of the starting points in designing the AfaF was that it could be controlled intuitively. The time it cost the test subjects to manoeuvre the façade into the right configuration was thereby taken as a criterion. In the test unit with control over the AfaF, at the start of the test, the AfaF was purposely suspended in the wrong away, considering the outside conditions. The test subjects were then asked to re-configure the AfaF. On average, it cost them less than 5 seconds, which is lower than the 'norm'. Furthermore, they strongly perceived the indoor climate they created to be a personal achievement.

Having control, however, seems to play out less strongly in experiencing comfort and satisfaction with the indoor climate. Only operating the AfaF a second time had a significant influence on the contentment with the indoor climate ($F(1.85) = 8.168$; $p < .05$; $\eta 2 = .088$). This contradicts other research that shows that control increases satisfaction. When prevailing temperatures are related to the perception of comfort and satisfaction with the indoor climate, however, both comfort and contentment turn out to score higher than was to be expected. Of the test subjects having control over the AfaF, 17% thought it was either too warm or too cold – which was lower than the test subjects without control scored (19.9%). The average perception of comfort in the test unit with control was slightly more positive than that in the test unit without control ($M = 1.7$; $M = 1.8$). Remarkable, however, is the low percentage of test subjects with control that were dissatisfied: 10.6%. And that even though the test pavilion did not have a conditioned indoor climate, and the indoor climate fluctuated with outside conditions that were rather cold.

The use of a heater and a lamp, which were lined up in the test units, also shows that having control can have a positive influence on energy use. A significant relation was found between the re-operation of the AfaF and the turning off of the lamp (B = 1.590, SE = .512, $p < .05$, Exp (B) 4.904; $R^2 = .08$). Further, the percentage of test subjects that turned on the stove in the unit with control was lower than the percentage of test subjects turning on the stove in the unit without control, respectively 25 to 34.7%. During these tests, the unit with control had a slightly less favourable climate then the unit without control. In 9 out of the 12 cases in which the heater was turned on, all options of using the AfaG to influence the indoor climate were exhausted.

This form of energy saving can be regarded as 'psychological' energy saving – it feels more comfortable indoors than the temperatures actually justify. Using adaptive façades can, however, also lead to real energy saving. To determine how much can be saved, the software program VABI-elements was used to simulate a educational unit with the same dimensions and the same composition of the façade as the actual, physical test pavilion at the HvA. In the tests, cloths with varying thermal resistance, different masses and different emission coefficients were alternated. Starting from the layers with varying thermal resistance (wherein layers of Rc's of 0.5; 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 6, and 8m^{2}K/W were simulated with), a gain of 16.88% can be made when compared with a static façade with an RC of 8 m^{2}K/W. To accomplish this, the user has to perform four acts only on a yearly basis: he must re-configure the façade cloths four times. When more acts are accepted, energy savings can go up to 20%. When the mass is made adaptive as well, 25% less energy is needed to realise a B-class indoor climate.

Further to these savings for the user – which will be regarded as an important motivation to start operating the façade - a broader societal goal was at the basis of the development of AfaF.

By operating the façade, users must get the idea that they are acting environmentally friendly, and this feeling must lead to a more environmentally friendly attitude. Not using the heater as much, and turning off the lamp in the unit with control over the AfaF points out that having control encourages environmentally friendly behaviour. To examine whether or not this behaviour would also extend to outside the building, the test subjects were asked to choose from two types of products: cheap, non-environmentally friendly products or 10% more expensive, but environmentally friendly products. Significant correlations were found between the environmental self-identity and the choice for environmentally friendly products with both students and non-students, the relationship between having control, and the chosen products was not found.

Having control has had a big influence on choosing a real reward, however. The goal for this last test was that ticking the box for, and thus accepting 'a loss' of 10% by choosing

an environmentally friendly product, was rather noncommittal. The test subjects did not really have to pay for the products, after all. So, a month after the tests took place, a thank-you note was sent to all participants. Those that partook in the survey to discover the difference in perceived comfort, contentment with the indoor climate and the environmentally oriented self-identity of users of sustainable, and of older, less sustainable office buildings, received this e-mail as well. It stated that among all participants, four vouchers would be raffled. They were asked to make clear for what reward they would want to be considered: a Mediamarkt gift voucher, a travel voucher, a fair-trade basket, or an Oxfam Novib voucher.

Of all students, 87.4% chose a hedonistic reward – the Mediamarkt gift voucher, and the travel voucher. For students, €50 is a lot of money and their choice fits within the low cost theory that states that as soon as costs are perceived to be too high, sustainable behaviour will be abandoned. The difference between having control and not having control while choosing their reward was therefore scarcely found.

With non-students, however, significant differences were found between test subjects with and without control. The average amount of hedonistic vouchers chosen by non-students that were tested in the unit with control over the AfaF was considerably lower (16.7%) than the amount chosen by non-students in the unit without control (52.7%).

When the results are compared with those of HvA employees that did not participate in the tests, but did participate in the survey, it shows that operating the AfaF can have a positive influence on environmentally friendly behaviour. Of the HvA employees that were questioned, 65% chose a hedonistic Mediamarkt voucher and that is more than the non-students that had control in the test unit.

Thus, this research has determined and identified some forms of gains that could lead to the use of AfaF. To be able to define these gains as radical, however, the principles behind the activating, flexible and adaptive façade, the AfaF, eventually need to be embraced as well, and this can hardly be measured. What can be determined, however, is whether or not there is enough architectural leeway in the starting points of the AfaF to be able to give it architectural expression. Only then will the AfaF be interesting for architects. To examine this, a workshop was organized for seven architects who work at different Dutch architectural firms, and were asked to design an AfaF with an architectural character. The results show a large variety in adaptive and flexible possibilities of the façade, both in ways in which the users can be activated and in architectural expression that can be traced back to a very specific signature.

This research showed that an activating façade can initiate environmentally friendlier behaviour, and can be the first step towards a genuine reform of the built environment.

1 Proloog – Herdefiniëren van een (schijnbaar) opgelost probleem

'We verdienen alles wat we onszelf aandoen'

(Coupland, blz 14)

§ 1.1 Het schijnbaar opgeloste probleem

§ 1.1.1 Inleiding

De toekomst ziet er somber uit.

Als science-fiction-films zoals Waterworld, The Day After Tomorrow, Snow Piercer, Mad Max: Fury Road of Wall-E tenminste mogen worden geloofd[1]. Klimaatverandering, mislukte klimaatexperimenten, overbevolking en/of zware vervuiling hebben de aarde praktisch of geheel onleefbaar gemaakt.

Hoewel in wetenschappelijke artikelen niet snel dergelijke apocalyptische toekomsten worden geschetst (O-Neill & Nicholson-Cole, 2009; Hulme, 2007) bevatten de films wel een zweem van waarheid. Het klimaat verandert en die verandering zal zeker doorzetten. Of de gevolgen zo desastreus zullen zijn als Hollywood schetst, is daarentegen minder zeker. De exacte mate waarin en de snelheid waarmee het klimaat zal gaan veranderen, staat nog niet vast. Het (toekomstige) klimaat is een doorlopend proces waarin de hoeveelheid broeikasgassen die de mens de komende decennia zal gaan uitstoten een belangrijke parameter zal zijn. Die onzekerheid wordt weerspiegeld in de verschillende klimaatscenario's die gebaseerd zijn op vier verschillende uitstootscenario's (IPCC, 2013). In het meest gunstige scenario zal de wereldwijde temperatuur in 2050 1°C en in 2085 1,5°C ten opzichte van de periode 1981-2010 zijn gestegen. In de 'warme' scenario's zal het in 2050 en 2085 respectievelijk 2°C en 3,5°C warmer zijn ten opzichte van de periode 1981-2010 (ibid).

Nederland kan zich niet onttrekken aan deze wereldwijde trend. Sterker, vergeleken met het wereldgemiddelde zullen, zo blijkt uit KNMI-berekeningen, de temperaturen

1 Er zijn veel films waarin klimaatrampen het decor vormen. De hier genoemde zijn redelijk willekeurig, maar laten wel een breed pallet aan rampen zien. In Waterworld (Reynolds & Costner, 1995) zijn de poolkappen gesmolten en is al het land onder de waterspiegel verdwenen; in Mad Max: Fury Road (Miller, 2015) wordt een apocalyptische toekomstige wereld geschetst; de wereld is verworden tot een dorre woestijn; in A Day After Tomorrow (Emmerich, 2004) dalen de temperaturen als gevolg de klimaatverandering razend snel; ook in Snow Piercer (Bong, 2013) zijn de temperaturen dusdanig laag dat de Aarde niet langer leefbaar is, maar nu als gevolg van een experiment om opwarming te voorkomen en in Wall-E (Stanton, 2008) is de Aarde vanwege de verregaande vervuiling verlaten. Naast deze 'blockbusters' hebben ook (semi-) wetenschappelijke documentaires als An Inconvenient Truth van Al Gore (2006), The Age of Stupid (2009) en Before the Flood (2016) de kennis over klimaatverandering en haar gevolgen vergroot (Leiserowitz, 2007; Howell, 2011).

in Nederland sneller stijgen: boven land is het warmer dan boven zee. Ook in het nabije verleden was dit effect zichtbaar. Steeg de wereldgemiddelde luchttemperatuur in de periode 1880-2012 met ongeveer 0,9°C; in Nederland werd het in de periode tussen 1901 en 2013 1,8°C warmer (KNMI, 2014). In het meest ongunstige klimaatscenario kan het in de Nederlandse winters na 2085 daarom gemiddeld 4,1°C warmer worden, waarbij rond 2050 Nederland te maken gaat krijgen met winters die op die van Bordeaux of Nantes nu zullen lijken. 's Zomers zal het over zo'n 70 jaar gemiddeld 3,7°C warmer kunnen worden (ibid).

Vooral het winterse perspectief klinkt niet vervelend – hogere temperaturen hebben een (bescheiden) positieve invloed op het welbevinden (Redanz & Maddison, 2005) – maar de voorspelde stijgingen gaan ver voorbij een tijdelijk, verhoogd geluksgevoel. De toenmalige Amerikaanse regering hield er bijvoorbeeld serieus rekening mee dat zij in de strijd om als gevolg van klimaatverandering slinkende voorraden (water, energie, voedsel) ergens gewapend zou moeten ingrijpen. Opwarming zou in haar optiek een ontwrichtende invloed op de samenleving kunnen gaan hebben (USJFC, 2010). Stijgt de wereldgemiddelde temperatuur met meer dan 2°C dan kunnen 'positieve feedback mechanismen' versneld gaan optreden, zoals het smelten van de Groenlandse ijsmassa (een proces dat inmiddels is begonnen (Noël et al., 2017)) met als domino-effect het ontdooien van de Siberische en Canadese permafrost waarbij grote hoeveelheden methaan zullen vrijkomen (een proces dat ook al op gang is gekomen, zoals het Artic Monitoring and Assessment program laat zien). Duidelijk is dat deze gebeurtenissen een negatief effect op het klimaat zullen hebben. Grote delen van de wereld krijgen dan te maken met droogte of juist met een te veel aan water en kunnen dan onleefbaar worden (Guiot & Cramer, 2016; Grooten et al., 2012). Een beetje als een combinatie van Mad Max met Waterworld.

Het belang om dit scenario te voorkomen en onder een gemiddelde opwarming van 2°C te blijven is hiermee aangetoond. Dit kan alleen als de antropogene uitstoot van CO_2 en andere broeikasgassen sterk teruggebracht wordt (Meinhausen, 2005; IPCC, 2013).

§ 1.1.2 De gebouwde omgeving en CO_2-uitstoot

Gebouwen spelen bij de pogingen om de menselijke CO_2-uitstoot te beteugelen een belangrijke rol. Sinds de globalisering van de op Modernistische leest geschoeide architectuurstromingen kunnen gebouwen als grote vervuilers worden beschouwd (Taleghani et al., 2013). Voor die tijd en dus grofweg vanaf het begin van de vorige eeuw waren gebouwen directere vertalingen van het lokale klimaat (en de daaraan

gekoppelde cultuur). Met eenvoudige middelen die in de loop van de eeuwen waren vervolmaakt, werden binnenklimaten gecreëerd waarin mensen ook in extreme klimaten konden overleven (Oliver, 1969; Fitch & Branch, 1960; Baker, 2000; Meir & Roaf, 2005).

Hedendaagse architectuurstromingen trekken zich over het algemeen minder van de klimaatomstandigheden aan. Overal zijn in de afgelopen eeuw gebouwen verrezen die in vorm, gevelcomposities en materiaalgebruik min of meer vergelijkbaar zijn. In deze 'klimaatonverschillige' gebouwen kunnen alleen comfortabele binnenklimaten worden gecreëerd dankzij de intensieve inzet van installaties die voor de noodzakelijke verwarming en/of koeling en ventilatie zorgen (Banham, 1984). Omdat bovendien internationale normen zoals de ASHREA 55 met grenswaarden waaraan de binnenklimaten moeten voldoen, wereldwijd worden gehanteerd (Taleghani et al., 2013) is tussen de 40-50% van het totale energiegebruik noodzakelijk om in gebouwen als comfortabel ervaren binnenklimaten te creëren (De Dear et al., 2013).

Nu hoeft energiegebruik op zich het probleem niet te zijn, maar voor het verwarmen, koelen, ventileren en voor de kunstverlichting worden nog altijd fossiele brandstoffen verbrand. Met het verbranden komt de in de olie en gas opgeslagen CO_2 in de atmosfeer terecht. Gebouwen nemen derhalve 35-40% van de totale CO_2-uitstoot voor hun rekening (Agentschap NL, 2013; Kwok & Rajkovich, 2010; Levine et al., 2007).

§ 1.1.3 Duurzaamheidsstrategieën

Om het energiegebruik en vooral de CO_2-uitstoot door de gebouwde omgeving te verminderen zijn verschillende strategieën ontwikkeld. In de Nederlandse bouwregelgeving is de EnergiePrestatieCoëfficiënt (EPC) de afgelopen jaren steeds verder aangescherpt. Anno 2017 mag een woning nog een EPC van 0,4 hebben; in 2021 moet die 0 zijn. Dan moet nieuwbouw (bijna) energie neutraal zijn. De zogenaamde Passiefwoningen kunnen als bouwkundige onderlegger voor de energieneutrale woningen worden beschouwd. Ze hebben dik geïsoleerde gebouwschillen, drie lagen glas in thermisch onderbroken kozijnen, een uitstekende kierdichting en energie-efficiënte, mechanische manieren van ventileren om het energiegebruik voor de verwarming en koeling onder de 15 kWh/m^2 te houden.

Voor de bestaande woningbouw zijn de Nederlandse milieuambities onder meer vertaald in *Op weg naar de klimaatneutrale woningvoorraad in 2050* (Van den Wijngaart et al., 2014). Conform de drie-stappen strategie, de Trias Energetica of de hierop gebaseerde Nieuwe Stappenstrategie is de eerste stap het verlagen van de

energievraag (Lysen, 1996; Duijvestein, 1997; Tillie et al., 2008; Van den Dobbelsteen, 2008)[2]. Dit wordt onder meer gedaan door het verhogen van de warmteweerstand van de bestaande gevels tot een Rc van minimaal 5 m^2K/W. Daarnaast wordt ingezet op all-electric huishoudingen, waarbij de elektriciteit door middel van PV-cellen op de daken zal worden opgewekt. Warmtepompen zorgen voor de (geringe) hoeveelheid warmte en eventueel koude.

De strategieën om kantoren energiezuiniger maken, lijken vooral in te zetten op energiezuinige installaties. In zekere zin lijken de eerste stappen uit de Trias Energetica overgeslagen te worden. Met een combinatie van lagetemperatuursystemen energetisch arm gevoed met behulp van warmte- en koude bronnen en warmtepompen en effectief gemaakt dankzij in de gebouwen geïntegreerde massa blijken ook kantoorgebouwen met hoge percentages glas energiearm te kunnen worden gemaakt (Li et al., 2013).

De transitie van een energieverslindende, gebouwde omgeving naar één met gebouwen die als energieneutraal kunnen worden beschouwd, lijkt zich derhalve tamelijk geruisloos te kunnen gaan voltrekken. Wordt naar de drie manieren (status quo, hervorming en transformatie) gekeken waarop volgens Hopwood et al. (2005) een milieuvriendelijker maatschappij kan worden bereikt, dan is voor de gebouwde omgeving schijnbaar *status quo* voldoende. Overigens is er in hun definitie van *status quo* niet werkelijk sprake van stilstand, maar de noodzakelijke progressie wordt alleen door technologische verbeteringen aan bestaande technieken bereikt.

Een dergelijke, gelijkmatige evolutionaire progressie past binnen de beperkte innovatieve capaciteiten van een overheid (Rotmans & Horsten, 2012) waarin het er vaak op neerkomt dat de op dat moment als meest veelbelovend beschouwde opties als standaarden voor de toekomst worden aangewezen. Door middel van regelgeving (belonen en straffen) wordt vervolgens het gewenste gedrag of de toepassing van die standaarden afgedwongen (SCP, 2010; Lorenzoni et al., 2007; Lee & Yik, 2004).

De formulering 'afdwingen door regelgeving' of – als positiever ervaren – 'door te overreden met beloningen' is hierbij relevant. Op deze manieren kunnen namelijk weliswaar soms de gewenste gedragsveranderingen tot stand worden gebracht (SCP,

2 De Trias Energetica kan weliswaar beschouwd worden als de voorloper van de nieuwe Stappenstrategie maar het laatste model is veel omvattender. Conform de Cradle-to-Cradle gedachte wordt getracht om de verschillende stromen in de gebouwde omgeving te sluiten. Afval is voedsel. Hiertoe wordt enerzijds gestreefd naar een programmatische afstemming om uitwisseling van bijvoorbeeld koude en warmte tussen verschillende functies mogelijk te maken, maar ook wordt restenergie hergebruikt en vindt er lokaal opslag van energie plaats. In deze zin is de nieuwe Stappenstrategie eerder een opvolger van de drie-stappen strategie (Duijvestein, 1997).

2010; Lorenzoni et al., 2007; Bamberg & Möser, 2007; Lee & Yik, 2004), maar vaak blijken die veranderingen niet duurzaam te zijn (Steg & Vlek, 2009; Dobson, 2007). Zodra de prikkel (beloning, straf) wegvalt, kan ook de motivatie tot het gewenste gedrag verdwijnen (Steg et al., 2014; Deci & Ryan, 2000; Ryan & Deci, 2002; Kollmuss & Agyeman, 2002; De Young, 2000). Men gedraagt zich dus milieuvriendelijk, maar men is het niet per se.

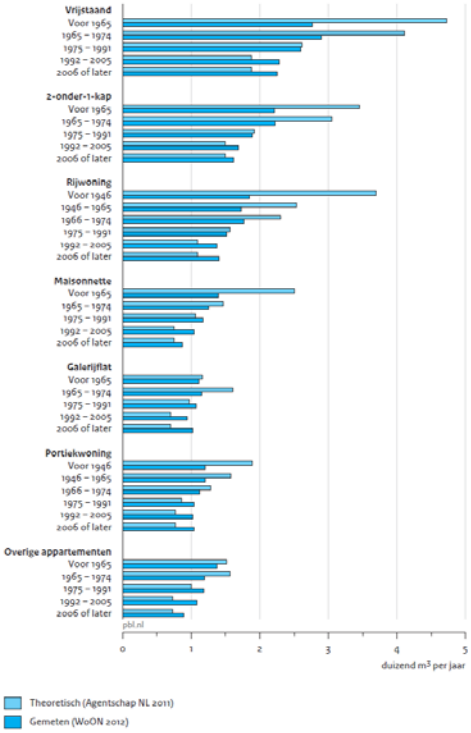
§ 1.2 Maatschappelijke relevantie - Oplossingen tegen het licht

§ 1.2.1 Foutief gedrag en reboundeffecten

In de strategieën om gebouwen energieneutraal te krijgen, lijkt het afdwingen van het gewenste gedrag minder relevant. Energieneutraliteit wordt bereikt door een hogere technische efficiëntie, de gebruikers en hun gedrag spelen hierbij een ondergeschikte rol. De gebruiker moet de investering doen, wat als een eenmalige inspanning en niet als een gedragsverandering kan worden beschouwd.

Het negeren van menselijk gedrag is evenwel een omissie. Menselijk gedrag tast de efficiëntie van het gebouw aan (De Dear et al., 2013; Wener & Carmalt, 2006; Gill et al., 2010; Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013).

Dit blijkt vooral uit het zogenaamde reboundeffect: door het gedrag van de gebruikers pakt de energiewinst minder hoog uit dan theoretisch is berekend. De hogere efficiëntie zorgt er voor dat energie relatief goedkoper wordt of in ieder geval als relatief goedkoop wordt ervaren; de lagere energierekening blijkt tot een intensiever gebruik van de installaties te verleiden (Jevons, 1906; Khazzoom, 1980; Binswanger, 2001; Sorrell, 2009; Sorrell et al., 2009; Oosterhuis et al., 2013; Chitnis et al., 2013; 2014). Dit kan resulteren in het hoger/lager zetten van de verwarming/koeling of in het conditioneren van ruimtes die voorheen onverwarmd bleven (Guerra Santin et al., 2009; Midden, 2006; Hens et al., 2010; Van den Wijngaart et al., 2014). Energiezuinige gebouwen presteren hierdoor minder goed dan vooraf verwacht (Van den Wijngaart et al., 2014; Aydin et al., 2013, Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013; Brown & Cole, 2009; Laurent et al., 2014; Leaman & Bordass, 1999; Scofield, 2009; Oosterhuis et al., 2013; Haas & Biermayr, 2000; Greening et al., 2000; Majcen et al., 2013). Zie Figuur 1-1.



FIGUUR 1.1 Theoretisch aardgasgebruik versus gemeten aardgasgebruik (Van den Wijngaart et al., 2014)

§ 1.2.2 Het indirecte reboundeffect

Als het gedrag zelf niet milieuvriendelijker wordt, kan de verhoogde energiezuinigheid van de gebouwen verder leiden tot de zogenaamde indirecte reboundeffecten die lastiger te doorgronden en te kwantificeren zijn dan het directe reboundeffect (Freire-González, 2011; Chitnis et al., 2013). Bij het indirecte reboundeffect wordt het geld dat uitgespaard wordt door bijvoorbeeld de energiezuinigheid van gebouwen aan andere (energie verspillende) activiteiten besteed (Sorrell, 2009; Aydin et al., 2013; Chitnis et al., 2013). De lagere energierekening biedt de financiële ruimte voor een milieubelastende vakantie naar bijvoorbeeld Thailand. Waarom mensen dit gedrag vertonen, is niet echt duidelijk (Midden et al., 2007), maar het laat zien dat voor een werkelijk milieuvriendelijke en minder verspillende maatschappij niet alleen nieuwe

technologieën noodzakelijk zijn, maar ook nieuw gedrag (Midden, 2006; Midden et al., 2008; Mont & Plepys, 2008; Scott et al., 2012; Fletcher et al., 2001; Velden, 2003).

Het voordeel van het bereiken van energiezuinigheid door gedragsverandering is dat gedragsverandering in tegenstelling tot het efficiënter krijgen van de gebouwen in principe geen geld kost (Carrico et al., 2011). Maar het is niet gratis - het kost tijd, moed, discipline en inspanning (Midden et al., 2007; Gifford, 2011).

§ 1.3 Wetenschappelijke relevantie - Het probleem opnieuw benaderd

§ 1.3.1 De waarde van comfort

Mensen in ontwikkelde landen brengen 90% van hun tijd binnen door (Frontczak & Wargocki, 2011) en dat percentage zou als gevolg van klimaatverandering verder kunnen stijgen (Aries & Bluyssen, 2009). Het ligt daarom voor de hand om gebouwen in te zetten om menselijk gedrag milieuvriendelijker te krijgen. En niet alleen om het directe reboundeffect, maar ook om het indirecte reboundeffect te verminderen. Dit zou bereikt kunnen worden door energie en materialen weer waardevol te maken (Muis, 2006; Oosterhuis et al., 2013). Een beetje zoals het Japanse woord *mottainai* dat respect voor bronnen/voorraden betekent. Verspilling roept dan schuldgevoel op (Fujii, 2006).

Het wezen van comfort zou hiertoe veranderd moeten worden. Mensen zijn gewend geraakt aan comfort in gebouwen; het wordt normaal gevonden dat in gebouwen en in praktisch elke ruimte in die gebouwen een verwacht en constant thermisch klimaat heerst (Dril et al., 2012; Wilhite et al., 1996). Door die permanente staat van er zijn, wordt niet langer beseft dat het creëren en in stand houden van een comfortabel binnenklimaat bijzonder is. Comfort heeft zijn oorspronkelijke betekenis - dat van iets luxe (Evans, 2007) - verloren.

Er wordt van de gebouwgebruikers ook geen inspanning meer verwacht bij het creëren van comfort. Daar waar mensen nog niet eens zo heel lang geleden zelf allerlei activiteiten moesten ontplooien om het binnen behaaglijk te krijgen (van het opstoken van de kolenkachel, via het sluiten van de luiken tot het aan- of juist uittrekken van een

vest) daar wordt de invloed op het binnenklimaat in de energiezuinige gebouwen zo veel mogelijk gereduceerd.

Volgens filosofen als Heidegger en Borgmann kan comfort waardevoller worden als de gebruiker zelf weer acties moet ondernemen om het gewenste comfort tot stand te brengen (Borgmann, 1984; Verbeek, 2002; Wilson, 2002; Anderson, 2003; Mahon & Caramazza, 2008; Pierce et al., 2003). Comfort is dan niet langer iets vanzelfsprekends dat aangereikt wordt door het gebouw en haar installaties, maar een staat waarvoor een reeks van handelingen verricht moet worden (Chappells & Shove, 2003). Controle vergroot het gevoel van eigendom over het object (Pierce et al., 2003) en het maakt van de gebruiker een co-designer – in dit specifieke geval de co-designer van het binnenklimaat (Leaman & Bordass, 2001). Het binnenklimaat wordt zo (weer) iets persoonlijkers. In plaats van dat het binnenklimaat tamelijk uniform is, kan het beter aansluiten op de bestaande behoefte. Een groot feest vraagt om een ander binnenklimaat dan een romantisch etentje.

Als Heidegger en Borgmann gelijk hebben (Ahuvia, 2005), kan - doordat het binnenklimaat meer op de persoonlijke wensen is afgestemd - een hechtere band ontstaan tussen comfort, de energie die hiervoor noodzakelijk is en de gebruiker (Chapman, 2015; De Dear, 2004; Pierce et al., 2003). Het effect van de controle van de gebruiker bij het creëren van comfortabele binnenklimaten blijkt uit een onderzoek naar off-grid huizen in Canada (huizen die niet op het elektriciteitsnet zijn aangesloten). De bewoners ervan zijn bereid om een grotere inspanning te verrichten om voldoende energie te vergaren, maar gaan ook zuiniger met die energie om (Vannini & Taggart, 2014).

§ 1.3.2 Hervormingen

Als comfort en het energiegebruik weer betekenisvol gemaakt moeten worden en als dit bereikt kan worden door de gebruikers verantwoordelijk te maken voor dat comfort omdat zij hiervoor handelingen moeten verrichten dan betekent dit dat gebouwen ingrijpender en op een andere manier moeten worden aangepast dan onder meer het rapport *Op weg naar een klimaat-neutrale woningvoorraad in 2050* schetst (Van den Wijngaart et al., 2014). Zoals eerder besproken gaat dit rapport er van uit dat de huidige manier van wonen en werken niet ingrijpend hoeft te veranderen. Bij het energiezuiniger maken van gebouwen worden geen nieuwe technieken toegepast, maar ze worden geoptimaliseerd. Zo past dit verbeterde gebouwtype in de door Hopwood et al. (2005) omschreven definitie van *status quo*, maar zij stimuleert

te weinig een ander, milieuvriendelijker gedrag. Om dit wel te kunnen bereiken zal de bewoner zoals hierboven gesteld getransformeerd moeten worden van een passieve consument van het binnenklimaat in een meer actieve binnenklimaat-beïnvloedende gebruiker (Cole et al., 2008). Gebouwen moeten activerend worden - gebouwonderdelen moeten niet alleen technisch efficiënt worden, maar ook gedragsturend.

Naast *status quo* hebben Hopwood et al. (2005) nog twee wegen beschreven die tot een milieuvriendelijker maatschappij kunnen leiden. *Transformatie* staat loodrecht op die van de *status quo*. Niet de mens maar de natuur staat bij *transformatie* centraal. De gedachte hierachter is dat de mens niet zonder de natuur kan, maar de natuur de mens niet nodig heeft. De natuur wordt bij *transformatie* beschermd tegen de mens; zoals de mens zich eigenlijk altijd tegen de natuur heeft moeten beschermen (Sachs, 1993).

Voor de derde wijze, *hervormingen*, zijn ingrijpender, technische veranderingen noodzakelijk (Hopwood, Mellor & O'Brien, 2005). Kan *status quo* beschouwd worden als innovatie door toevoeging (Lichtenberg, 2005) en als evolutie; voor *hervormingen* zijn radicale vernieuwingen noodzakelijk (Van Lente, 2006). Een breuk met het verleden is onvermijdelijk; een technologische revolutie is noodzakelijk. Hedendaagse technieken worden hierbij niet zo zeer vervangen omdat ze slecht functioneren – bijvoorbeeld met de typemachine kan nog altijd een brief worden getikt en ook op zwart-wit televisies kunnen programma's worden bekeken - maar omdat ze een volgende stap in de 'vooruitgang' in de weg staan (Van Lente, 2006). Schumpeter omschreef dit proces als creatieve destructie waarbij het oude wordt ingehaald door het technisch verbeterde (Schumpeter, 1942).

Creatieve destructie kan mogelijk ook in de gebouwde omgeving nuttig zijn. In de huidige gebouwen kan prima geleefd en gewerkt worden. In de verbeterde versies van de huidige gebouwen - de geëvolueerde versies - kan dat zelfs gedaan worden zonder dat hiervoor nog grote hoeveelheden fossiele brandstoffen noodzakelijk zijn. Dit is echter niet voldoende. Ook het gedrag in en buiten de gebouwen moet worden veranderd om werkelijke milieuwinsten te boeken (Midden, 2006; Midden et al., 2008; Mont & Plepys, 2008; Scott et al., 2012; Fletcher et al., 2001; Velden, 2003); om directe en indirecte reboundeffecten te voorkomen waarbij de verhoogde energie-efficiëntie van de verbeterde gebouwen tot energie- en materiaalgebruik elders leiden. Daarom zal het oude worden gereduceerd tot het absoluut noodzakelijke en vandaaruit wordt opnieuw gedefinieerd wat in gebouwen noodzakelijk is – om zo de gebruiker te dwingen of te verleiden om met de nieuwe technieken en haar uitgangspunten mee te veranderen (Dorrestijn, 2010; (Latour, 1997; 2002; Jelsma, 2006). Ondanks de 'revolutie' zal hierbij niet ingeleverd hoeven te worden op het welzijn (Knight & Rosa,

2011). Mogelijk wel op het gemak. Zoals eerder gesteld is een inspanning noodzakelijk om tot een waarde-inflatie van comfort, energie en milieu te komen.

§ 1.3.3 Inkadering onderzoek naar activerende gebouwdelen - de Gevel

Waar moet het creatieve destrueren van Schumpeter beginnen? De gebruiker moet controle krijgen en moet weer inspanningen gaan verrichten met als doel om nieuwe vormen van comfort te bereiken. De combinatie van deze randvoorwaarden maakt het voor de hand liggend om te onderzoeken of aan de gevel nieuwe betekenissen gegeven kunnen worden; of de gevel kan aanzetten tot nieuw gedrag.

Anders dan de moderne installaties worden gevels nog altijd door de gebruiker bediend. Ramen worden geopend om frisse lucht binnen te laten (Brager et al., 2004; De Dear et al., 2013). Gordijnen worden gesloten als er behoefte aan privacy is of om warmte binnen te houden (Van Raaij & Verhallen, 1983; Kim et al., 2013). Zonwering wordt neergelaten als de zonnewarmte moet worden geweerd of als er verblinding optreedt. Ten slotte wordt via de gevel het gebouw betreden. De gevel zorgt direct of indirect voor het contact met de omgeving. Dit contact wordt belangrijk gevonden. Het gebrek aan contact met de buitenomstandigheden wordt naast het ontbreken van controle als één van de oorzaken van het sick building syndrome gezien (Vroon, 1990; Seppänen & Fisk, 2002). Eén van de door de gebruikers aangegeven negatieve aspecten van het passief huis is ook dat er binnen geen geluiden van buiten meer binnendringen. Dat wordt als vervelend ervaren (Hasselaar, 2008). Men voelt zich geïsoleerd.

De gevel is de scheiding tussen de activiteiten binnen en de omstandigheden buiten en vormt een belangrijke randvoorwaarden voor het binnenklimaat (Olgyay, 2015; Hooper, 1986; Evans, 2007). De gevel moet er, samen met de gebruiker die weet wat voor klimaat hij wil hebben, voor kunnen zorgen dat het verschil tussen de buitenomstandigheden en het gewenste binnenklimaat zo klein mogelijk wordt. Op deze manier kan de inzet van de verschillende installaties – en daarmee het energiegebruik – geringer worden gemaakt.

In het bedienen van de gevel blijken gebruikers evenwel niet heel bedreven. Er wordt tamelijk intuïtief gehandeld, maar gebruikers blijken hiertoe het juiste gevoel te missen waardoor vaak de verkeerde actie wordt ondernomen (Brown & Cole, 2009; Laurent et al., 2013; Leaman & Bordass, 1999). Soms wordt ook te laat gehandeld. Dat komt omdat niet zozeer op comfort maar op discomfort wordt gereageerd (Leaman &

Bordass, 1999). Pas als het binnen te warm is door de binnentredende zonnewarmte wordt bijvoorbeeld de zonwering neergelaten of het raam gesloten (Haigh, 1981).

Het 'foutief bedienen' van de gevel heeft ook te maken met de toegenomen complexiteit en gevoeligheid van hedendaagse gebouwen en de gevel. De eisen die aan de configuratie van de gevel worden gesteld zijn ook niet eenduidig; ze veranderen door het jaar heen. Zo moet in de zomer warmte buiten de goed geïsoleerde gebouwen gehouden worden, maar in de winter moet juist geprofiteerd worden van de winterzon om zo de energie die noodzakelijk is voor de opwarming van onze gebouwen te reduceren. De gevel moet functioneren als een variërende filter tussen binnen en buiten - bijvoorbeeld voor warmte, koude, daglicht en voor geluid (Feldtkeller, 1989). Juist de metafoor van de filter waarvan de instellingen regelmatig moeten worden veranderd sluit aan op de wens om de gebruiker op een actieve manier bij het creëren van het binnenklimaat te betrekken.

§ 1.4 Onderzoeksvraag, Deelvragen en Methodologieën

§ 1.4.1 Onderzoeksvraag

In het kader van deze thesis wordt de winst van de nieuwe gevel niet zozeer in de persoonlijke winst (het 'componeren' van een eigen persoonlijk binnenklimaat of de energiezuinigheid) gezocht. Dit zijn slechts motivaties om in actie te komen. De winst moet zitten in een toegenomen milieubewustzijn. Een toegenomen milieubewustzijn dat zich niet alleen uit door in de gebouwen naar energiezuinigheid te streven maar ook in het gedrag buiten de gebouwen. Met andere woorden de nieuwe gevel moet bijdragen aan het verminderen van zowel het directe als het indirecte reboundeffect.

Dit leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

Wat zijn de effecten van het activerend maken van een gevelsysteem op het energiegebruik, de comfortbeleving en tevredenheid over het binnenklimaat en het milieubewustzijn van de gebruiker.

§ 1.4.2 Deelvragen, onderbouwing en methodologieën

In de verschillende hoofdstukken zullen de volgende deelvragen worden behandeld.

§ 1.4.2.1 Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel gedrag

Hervormingen zonder draagvlak zijn kansloos (Gersick, 1991 in Dahlin & Behrens, 2005; Dahlin & Behrens, 2005; Ahuja & Lampert, 2001; Schoenmakers & Duysters, 2010). Om te achterhalen hoe dat draagvlak verkregen kan worden, is het belangrijk te onderzoeken waarom mensen zich gedragen zoals ze zich gedragen. In hoofdstuk 2 zal het menselijk gedrag worden bestudeerd aan de hand van de reacties op de klimaatverandering.

De meerderheid van de Nederlanders blijkt op de hoogte van klimaatverandering (SCP 2010) te zijn. Ze blijkt echter nauwelijks bereid om daadwerkelijk haar manieren van leven te veranderen. Verschillende psychologische mechanismen liggen ten grondslag aan die weifelachtige houding – mechanismen waarmee in het ontwerpen van de nieuwe gevel rekening gehouden moet worden.

Om de acceptatie van het nieuwe zo groot mogelijk te krijgen, zal de gevel moeten aansluiten en inspelen op dat wat mensen willen, kunnen en verwachten. Daarnaast moeten uit het onderzoek handvatten gedistilleerd worden die helpen om de gevel zo te ontwerpen dat zij de gebruikers zou kunnen activeren om zo hun milieuvriendelijkheid te stimuleren.

In hoofdstuk 2 worden de volgende deelvragen onderzocht:

Deelvraag 1

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem wil zij geaccepteerd en gebruikt gaan worden?

Deelvraag 2

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem die leiden tot het manifester maken van het milieuvriendelijke gedrag van de gebruiker?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden zal een literatuuronderzoek worden uitgevoerd.

§ 1.4.2.2 Hoofdstuk 3 Moderne, Inactieve gebouwen en gedrag

In hoofdstuk 3 zal de ontwikkeling van energie extensieve gebouwen met kunstmatige binnenklimaten naar hedendaagse, energiezuinige gebouwen worden beschreven. Deze energieneutrale gebouwen blijken vaak meer energie te gebruiken dan vooraf is berekend. Het reboundeffect kan een deel van dit verschil verklaren en dit effect kan teruggevoerd worden op het gedrag in gebouwen. In dit hoofdstuk zullen daarom de uitkomsten uit het onderzoek naar het gedrag van mensen in hoofdstuk 2 worden afgezet tegen het gedrag in gebouwen. Zo wordt getracht om verklaringen te vinden voor bijvoorbeeld het reboundeffect.

Het onderzoek in hoofdstuk 3 moet de volgende deelvragen beantwoorden:

Deelvraag 3

Welke psychologische en technische mechanismen liggen aan het verschil tussen het theoretisch berekende energiegebruik en het werkelijke energiegebruik in gebouwen ten grondslag ?

Deelvraag 4

Welke invloed heeft de energiezuinigheid van het gebouw op het milieubewustzijn van de gebruiker ?

Literatuuronderzoek moet leiden tot het deels beantwoorden van deze onderzoeksvragen.

Daarnaast is een enquête onder de gebruikers van energiezuinige en minder energiezuinige kantoorgebouwen uitgezet om te achterhalen of de energiezuinigheid van het gebouw en de controle over het binnenklimaat de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloeden.

Voor de beantwoording van de vraag naar de 'Comfortbeleving' is de 7-punts thermische schaal volgens ASHREA gehanteerd die van 'Veel te koud', 'Te koud', 'Iets te koud', 'Precies goed (Neutraal)', 'Iets te warm', 'Te warm' naar 'Veel te warm' loopt.

Ook voor de ''Tevredenheid over het binnenklimaat''-vraag is een 7-punts-schaal gehanteerd die van 'Erg Ontevreden' naar 'Erg Tevreden' loopt.

Om de milieuvriendelijkheid van de kantoorgebruikers te onderzoeken zijn in de enquête drie vragen opgenomen waarmee de milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de geënquêteerden kan worden bepaald. Deze vragen zijn afkomstig uit en gevalideerd in eerder onderzoek (Fielding, McDonald & Louis, 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013; 2013a; 2013b): 'Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben'; 'Ik ben het type mens dat zich milieuvriendelijk gedraagt'; 'Ik zie mezelf als milieuvriendelijk persoon'. De Testpersonen konden deze vragen beantwoorden op een 7 punts-schaal die liep van 'Helemaal mee eens' tot en met 'Helemaal mee oneens'.

De enquête die naar de kantoorgebruikers is gestuurd, is terug te vinden in Bijlage 3-1.

§ 1.4.2.3 Hoofdstuk 4 Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel

Bij ontwerpen wordt de kloof tussen Kennis en Kunde overbrugd (Van Timmeren, 2006). In dit onderzoek zal het ontwerp vooral op de Kennis uit de hoofdstukken 2 en 3 zijn gebaseerd. Hierbij zullen eerst de ontwerpuitgangspunten voor een nieuw gevelsysteem worden opgesteld, die leiden tot hypothesen op basis waarvan een gevelsysteem wordt ontworpen. Hierbij wordt niet alleen rekening gehouden met de bouwfysische randvoorwaarden en de gebruiksvriendelijkheid, maar vooral met hoe de gevel de gebruiker zal gaan activeren om het gewenste comfortniveau te bereiken. Dit laatste heeft tot doel het comfort manifester te maken.

Deelvraag 5

Hoe is een gevel opgebouwd die aanzet tot een hoger milieubewustzijn bij een gelijkblijvend comfortniveau en energiezuinigheid.

§ 1.4.2.4 Hoofdstuk 5 Potentiële Winst Activerende Gevels – Thermische potenties

De bouwfysische kwaliteiten van de nieuwe gevel zullen in hoofdstuk 5 worden onderzocht. Hierbij wordt enerzijds onderzocht wat de eventuele energiewinst van een activerende gevel zou kunnen zijn en anderzijds hoe de gevel gematerialiseerd moet worden.

In hoofdstuk 5 zal de volgende deelvraag worden beantwoord:

Deelvraag 6

Hoe moet de activerende gevel worden gematerialiseerd om het gewenste comfort te kunnen bereiken waarbij gestreefd wordt naar een verlaagd energiegebruik?

Om deze deelvraag te beantwoorden zullen bouwfysische berekeningen worden uitgevoerd.

De eventuele winst van een activerende gevel zal worden onderzocht met behulp van het software programma VABI-elements. Hierin kan de relatie tussen het aantal onderschrijdingsuren (het aantal uur dat het binnen als te koud zal worden ervaren), het aantal overschrijdingsuren (het aantal uur dat het binnen als te warm zal worden ervaren) en de hoeveelheid energie die noodzakelijk is om de operatieve binnentemperatuur voor 90% van de gebruikers comfortabel te krijgen, worden gesimuleerd.

Om dit te projecteren op een adaptieve gevel is in het programma een 'onderwijsunit' gemodelleerd van 16 m^2 die gelijk is aan de Testunit die op het terrein van de Hogeschool van Amsterdam locatie de Leeuwenburg is gerealiseerd om de tevredenheid over en het gedrag van gebruikers met betrekking tot AfaG te meten (zie volgende Paragraaf en Paragraaf 6.2). Net als deze Testunit bestaat de gevel voor 50% uit glas. In de simulatie hebben het dak en de vloer een Rc van 10 m^2K/W. Haar 'gebruiksuren' lopen van 's ochtends 7 tot 's avonds 8 uur. Voor de overige instellingen in VABI-elements zie bijlage 5-1.

§ 1.4.2.5 Hoofdstuk 6 Activerende Gevel versus Comfortbeleving en Tevredenheid

Uit onderzoek blijkt dat controle leidt tot een positievere 'Comfortbeleving' en hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012). In dit hoofdstuk zal worden onderzocht of dit ook geldt voor de ontwikkelde activerende gevel.

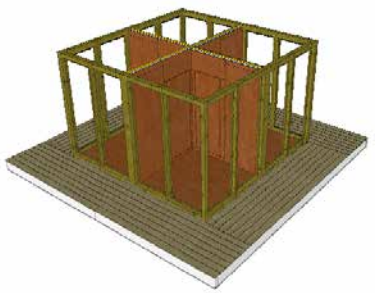
Deelvraag 7

Wat zijn de invloeden van de verhoogde controle die de activerende gevel biedt op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is op een terras van de Hogeschool van Amsterdam (HvA) locatie De Leeuwenburg in Amsterdam een Testpaviljoen gerealiseerd waarin de ontwikkelde gevel zal worden gemonteerd en waarin zal worden bestudeerd hoe gebruikers deze gevel bedienen.

Het Testpaviljoen bestaat uit vier Testunits van ieder 2 x 2 meter met een verdiepingshoogte van 2,6 meter. Voor deze tests zijn steeds twee schuin tegenover elkaar gelegen units (Unit 1 en Unit 2) gebruikt. Zoals het opengewerkte Figuur 1-2 (rechts) laat zien, zijn de buitengevels van de testunits voor de helft opgebouwd uit lichte houtskeletwanden met een Rc = 3,5 m^2K/W waarin de deuren zijn opgenomen. Zowel vloer als dak heeft net als de gesloten wanden een warmteweerstand van Rc 3,5 m^2K/W. Een kwart van de buitengevels is voorzien van verdiepingshoog HR++-glas (U = 1,2 W/m^2K) en bestaat voor een kwart uit gevels opgebouwd uit doek.

Tijdens de tests die 90 minuten duurden, moesten de Testpersonen een logboek bijhouden en na afloop een enquête invullen (zie Bijlage 6-2). Op basis van deze enquête zijn met behulp van het softwareprogramma SPSS 23 waarmee statistische berekeningen kunnen worden uitgevoerd, de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' bepaald.



FIGUUR 1.2 Testpaviljoen Hogeschool van Amsterdam

§ 1.4.2.6 Hoofdstuk 7 Activerende Gevels en milieuvriendelijkheid

Het zwaartepunt van deze thesis ligt echter niet bij de bouwfysische kwaliteiten van de gevel en ook niet bij de energie-efficiëntie van een gebouw. Het onderzoek moet leiden

tot een type gevel dat aanzet tot gedragsverandering; tot een hoger milieubewustzijn. Hiertoe lijkt de gebruiker geactiveerd te moeten worden. Het doel van de gevel moet zijn dat de gebruiker zich in belangrijker mate verantwoordelijk zal gaan voelen voor het gewenste binnenklimaat. En dus voor de energie die voor dit gewenste binnenklimaat noodzakelijk is.

In hoofdstuk 7 zal de volgende deelvraag worden onderzocht:

Deelvraag 8

Wat zijn de invloeden van de activerende gevel op het milieuvriendelijke gedrag ?

Voor het beantwoorden van deze vraag zijn in het Testpaviljoen een kachel en een lamp opgesteld. Het gedrag met betrekking tot deze comfort verhogende middelen en tot de activerende gevel zal worden bestudeerd. Daarnaast zijn in de eerder genoemde enquête ook de drie vragen opgenomen waarmee de milieugeoriënteerde zelfidentiteit kan worden bepaald. Ten slotte hebben alle deelnemers een maand na afloop van de test een bedankmail ontvangen waarin werd gesteld dat zij in aanmerking zouden komen voor een beloning. De keuze van het type beloning kan als indicatie voor de milieuvriendelijkheid van de testpersoon worden gehanteerd. Voor de tekst van de 'bedankmail' zie bijlage 7-1.

§ 1.4.2.7 Hoofdstuk 8 Architectonische Activerende Gevels

In dit hoofdstuk zal worden onderzocht of architecten expressie kunnen geven aan de uitgangspunten van een activerende gevel. Gevels zijn er niet alleen om warmte en koude binnen of juist buiten te houden of om de gebruikers te activeren om zo de milieugeoriënteerde identiteit te stimuleren. Gevels vormen een belangrijk architectonisch expressiemiddel; ze zijn een uiting van culturele identiteiten (onder andere Semper, 1863).

In hoofdstuk 8 zal de volgende deelvraag worden onderzocht:

Deelvraag 9

In hoeverre kunnen aan de uitgangspunten van een activerende gevel architectonische expressies worden gegeven?

Om te onderzoeken of architecten hun visies op de activerende gevel tot uitdrukking kunnen brengen is een eendaagse workshop met 7 jonge architecten afkomstig van verschillende architectenbureaus georganiseerd. De resultaten uit de workshop zullen niet alleen gebruikt worden om de mate waarin de activerende gevel een architectonisch middel zou kunnen worden te bestuderen, maar ook om tot architectonischer versies van de activerende gevel zelf te komen.

§ 1.4.2.8 Conclusies & Aanbevelingen

In het laatste hoofdstuk vindt de terugkoppeling van de in de Hoofdstukken 5, 6, 7 en 8 opgedane Kunde naar de op basis van Kennis ontwikkelde uitgangspunten van de activerende gevel plaats. Deze terugkoppeling moet leiden tot het antwoord op de Onderzoeksvraag.

§ 1.4.3 Opbouw & Indeling van het onderzoek

Het onderzoek bestaat uit vier delen. In het op de volgende pagina opgenomen schema is de opbouw weergegeven.

Deel 1

In het eerste deel (Hoofdstuk 2: (ir)Rationeel gedrag en Hoofdstuk 3 (Inactieve gebouwen en gedrag)) wordt door middel van literatuuronderzoek en een onderzoek onder de gebruikers van energiezuinige en minder energiezuinige gebouwen kennis verworven.

Deel 2

In deel 2 van het onderzoek (Hoofdstuk 4: Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel) zal op basis van deze kennis een ontwerp voor een activerende gevel worden gemaakt.

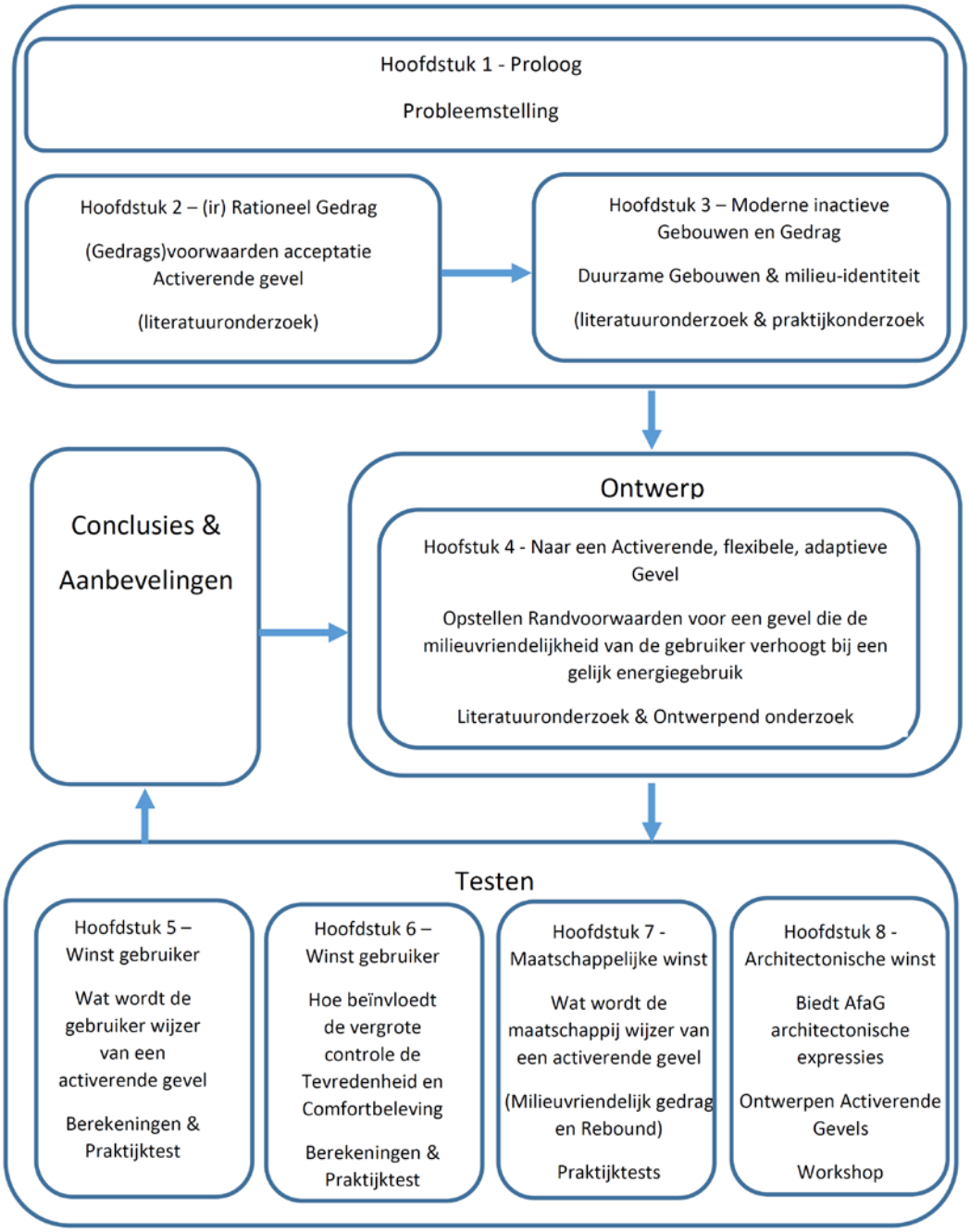
Deel 3

De gevelprincipes zullen in de Hoofdstukken 5 (Potentiële Winst), 6 (Activerende Gevels versus Comfortbeleving en Tevredenheid), 7 (Activerende Gevels en

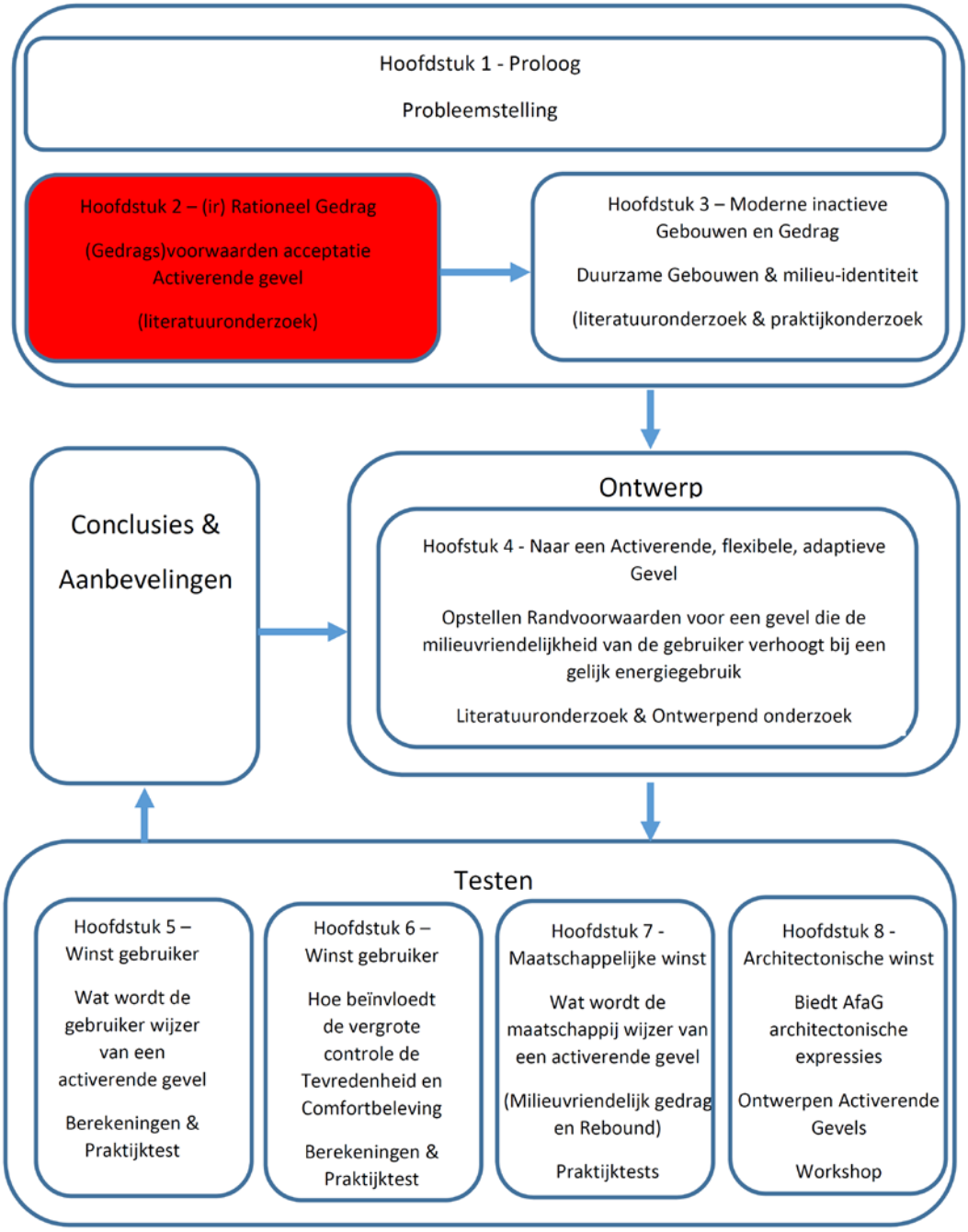
Milieuvriendelijkheid) en 8 (Architectonische Activerende Gevels) op verschillende manieren en vanuit verschillende oogpunten worden getest.

Deel 4

De uitkomsten worden ten slotte in Hoofdstuk 9 (Conclusies en Aanbevelingen) verwerkt om de aannames gedaan in Hoofdstuk 4 tegen het licht te houden en om AfaG iets verder te ontwikkelen.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(literatuuronderzoek & praktijkonderzoek
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Praktijktests
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
Workshop

DEEL 1 Kennis


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(literatuuronderzoek & praktijkonderzoek
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Praktijktests
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
Workshop

2 (ir)Rationeel gedrag

*"Most of us don't want to change really.
I mean why should we?
But what happens when an event occurs that is so catastrophic that you just change?
You change from a known person, to an unknown person?"*

Nick Cave - One More Time With Feeling.

§ 2.1 Inleiding

Het klimaat verandert – de wereld warmt op.

De vier klimaatscenario's die het KNMI op basis van het onderzoek van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) heeft opgesteld, laten alle zien dat het in Nederland warmer gaat worden. Het aantal ijsdagen – dagen met een maximum temperatuur onder de nul graden – daalt in het warme scenario naar 1 en in het minst warme naar 4. Nu zijn dat er nog 7. Verontrustender is het beeld dat het KNMI voor de Nederlandse zomers rond 2085 schetst. In het meest ongunstige scenario's zou het gemiddeld 3,7°C warmer kunnen worden (KNMI, 2014).

De Nederlandse reactie op de klimaatverandering en andere milieudreigingen is op z'n best ambivalent te noemen.

De zwaarte van het milieuprobleem wordt weliswaar door Nederlanders onderkend en beoordeeld met een ruime voldoende (6,5 op een schaal van 10) (Eurobarometer, 2014)[3], maar tegelijkertijd vindt een meerderheid van de Nederlanders dat de overheid minder geld moet uitgeven aan de aanpak van internationale milieuproblemen en klimaatverandering (SCP, 2014).[4] Verder wordt er weliswaar het nodige gedaan om het milieu te ontlasten (papier, glas, textiel en plastic wordeen gerecycled en regelmatiger wordt voor lokaal geproduceerd voedsel gekozen (Eurobarometer, 2014)), maar aan het milieuvriendelijke gedrag kleeft nog een zekere willekeur. Men gedraagt zich milieuvriendelijk, maar lijkt het in wezen nog niet echt te zijn. Milieuvriendelijk gedrag mag vooralsnog niet al te veel tijd, geld of inspanning kosten (Diekman & Preisendörfer 2003; SCP, 2010; Thøgersen & Grønhøj 2010). Daarom wordt wel afval gescheiden, maar wordt de auto gepakt om naar de bakker op de hoek te gaan als het regent (Steg et al., 2014; Van Raaij, 1995). Aan de omschrijving van Stern (2000) van

3 De Eurobarometer is een in opdracht van de Europese Commissie Directoraat Generale Climate Action uitgevoerd onderzoek waarin onderzocht wordt hoe de bewoners van de 28 lidstaten aankijken tegen klimaatverandering en de maatregelen die genomen worden om de invloed van klimaatverandering te beperken. Hiertoe zijn 27.919 inwoners geïnterviewd. Gestelde vragen waren onder meer: 'hoe belangrijk vindt u het probleem van de klimaatverandering', 'hoe belangrijk vindt u het dat uw regering een bijdrage levert aan het minimaliseren van de impact van klimaatverandering'. De 2014 versie is de 4e Eurobarometer, de vorige verschenen in 2008, 2009, 2011.

4 Het Continu Onderzoek Burgerperspectieven wordt uitgevoerd door het Sociaal Cultureel Planbureau in opdracht van de Voorlichtingsraad. 1097 mensen zijn hiertoe schriftelijk geënquêteerd en met een deel hiervan zijn ook gesprekken gevoerd. De resultaten uit de enquête en gesprekken zijn gewogen op sekse, leeftijd, opleiding en internet gebruik.

milieuvriendelijk gedrag als gedrag waarbij de beschikbaarheid van materialen en energie of de structuur en de dynamiek van ecosystemen en de biosfeer niet verandert en waarin consistentie en doordachtheid doorklinkt, wordt nog lang niet voldaan. De daadwerkelijke milieuwinst blijft hierdoor ondanks alle inspanningen gering (Steg et al., 2014; Thøgersen & Ölander, 2003).

De nonchalante houding met betrekking tot klimaatverandering lijkt onverklaarbaar. Waarom heeft de dreiging van de klimaatverandering en andere milieuproblemen nog niet tot een ander, milieuvriendelijker gedrag geleid? Blijkbaar worden de kosten van dit nieuwe gedrag nog altijd als zijnde te hoog ingeschat. Als dat zo is, willen gebruikers dan wel op een actievere manier een gevel gaan bedienen ook al wordt hiermee het milieu ontlast? Het doel van dit hoofdstuk is om tot randvoorwaarden te komen waarmee de gebruikers zouden kunnen worden verleid om ondanks de kosten toch voor een dergelijke, activerende gevel te kiezen.

In dit hoofdstuk zullen de volgende deelvragen worden beantwoord:

Deelvraag 1

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem wil zij geaccepteerd en gebruikt gaan worden?

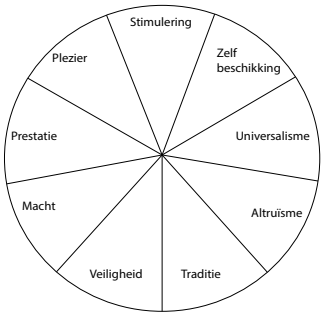
Deelvraag 2

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem die leiden tot het manifester maken van het milieuvriendelijke gedrag van de gebruiker.

§ 2.2 Waarden en Doelen

De inleiding suggereert dat het menselijk gedrag met betrekking tot dreigingen als de klimaatverandering onverklaarbaar is – dat is niet zo (Frissen & Van Lieshout, 2006). De Waarde-Overtuiging Normtheorie (VBN = Value Belief Normtheory) stelt dat het mede van de aangehangen waarden afhangt of milieuvriendelijk gedrag wordt vertoond (Stern, 2000). Waarden kunnen als tamelijk waardevaste, situatie overstijgende, gidsende en abstracte principes in iemands leven worden beschouwd (Schwartz, 1992).

Schwartz heeft 10 hoofd- en 54 subwaarden gedefinieerd die gerangschikt zijn in een circumflex – zie Figuur 2-1.



FIGUUR 2.1 Circumflex met de 10 Waarden (Schwartz, 1992).

De circumflex laat zien dat materiële waarden als plezier (hedonisme), prestaties en macht praktisch loodrecht staan op universele waarden waartoe milieuvriendelijkheid behoort en altruïsme (Hurst et al., 2013). In eerste instantie zijn drie 'waardeclusters' bepaald die duidelijk maken hoe belangrijk het milieu voor een persoon is: egoïstische (focus op de individuele kosten en baten), altruïstische (focus ligt op de welvaart van andere mensen) en biosfeervriendelijke (focus ligt op de welvaart van de natuur en het milieu). Later zijn daar hedonistische waarden (focus op een beter gevoel en het verminderen van een inspanning) aan toegevoegd (Steg et al., 2014a).

Iedereen beschikt min of meer over deze waarden, maar individueel wordt bepaald welke als de meest belangrijke worden ervaren. Dit zijn de centrale waarden (Axsen & Kurani, 2013; Verplanken & Holland, 2002). Iedereen hangt dus biosfeervriendelijke waarden aan, maar of dit gegeven uiteindelijk tot milieuvriendelijk gedrag leidt, hangt (mede) af van de doelen die men zich stelt.

Het verschil tussen waarden en doelen is door Lewin (1952 – blz 41) helder omschreven:

"Values influence behavior but have not the character of a goal (i.e., of a force field). For example, the individual does not try to "reach" the value of fairness, but fairness is "guiding" his behavior. . . . In other words, values are not force fields, but they "induce" force fields".

Waarden zijn vooral gidsend; naar doelen kan concreter en directer gestreefd worden (Verplanken & Holland, 2002; Steg et al., 2014). Binnen de doelframing-theorie worden drie hoofdgroepen van doelen onderscheiden. Hedonistische doelen hebben betrekking op het direct bevredigen van de basale behoeften. Zij gaan over hoe mensen zich 'nu' willen voelen, zijn eenvoudig te activeren: de intuïtie wordt boven de rede gesteld (Cosmides & Tooby, 1997). Bij winstdoelen ligt de focus op het bewaken en het vergroten van de bronnen. Hierbij gaat het niet alleen over geld en materiële zaken, maar ook over bijvoorbeeld status; over het verbeteren van de sociale positie. Deze doelen vragen meer cognitieve inspanning dan hedonistische doelen. Er moet gepland worden en vaak moeten ze daarom worden gestimuleerd door een gemeenschap of door instanties. Ten slotte zijn er de normatieve doelen. Zij gaan over het doen van het 'juiste'; hoe denken mensen dat zij zich zouden moeten gedragen. Normatieve doelen kunnen als tegenhanger van de snelle bevrediging van een prikkel worden beschouwd. Zij gaan over de toekomst en het collectieve en blijken het minst dominant. De druk van de gemeenschap is noodzakelijk om deze doelen te activeren (Lindenberg & Steg, 2007; Axsen & Kurani, 2013).

Mensen hebben vele doelen. Per situatie wordt er bewust of onbewust (Steg et al., 2014) afgewogen welk doel en welk gedrag tot het meest gewenste resultaat zal leiden (Feather 1982; 1995; Fishbein & Ajzen, 1975; Cosmides & Tooby, 1997). Het geformuleerde doel (de gewenste uitkomst) wordt dominant; het wordt geframed. Andere doelen verdwijnen hiermee niet uit beeld, maar blijven op de achtergrond actief. Hierbij versterken zij soms het dominante doel wat tot een stabiel frame leidt, soms ondergraven zij het doel (Lindenberg 2000; Lindenberg & Steg, 2007; Lindenberg & Steg, 2013).

In de afweging of hedonistische, winst- of normatieve doelen nagestreefd zullen worden, spelen de centrale waarden van het individu een rol (Steg et al., 2014a; Vlek & Steg, 2007; Verplanken & Holland, 2002; Verplanken et al., 2008). Echter, ook de identiteit heeft invloed op het formuleren van het gewenste doel. In deze context kan de identiteit worden beschouwd als het label waarmee iemand zichzelf omschrijft (Cook et al., 2002). In tegenstelling tot de waarden die stabiel zijn en alleen als de context ingrijpend verandert heroverwogen blijken te worden (Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009; Verplanken et al., 2008a) is de zelfidentiteit iets flexibeler. Het in het verleden uitgevoerde gedrag wordt meegenomen bij het definiëren van de identiteit. Dit is conform de zelfperceptietheorie van Bem (1972). Het eigen gedrag wordt hierbij als cue voor toekomstig gedrag gezien. Als iemand zich milieuvriendelijk heeft gedragen dan is de kans groot dat hij dat in de toekomst ook zal doen. Mensen zijn impliciet op zoek naar continuïteit in hun gedrag (Lanzini & Thøgersen, 2014).

Ten slotte worden ook de kosten (in tijd, geld of inspanning) van het (milieuvriendelijke) gedrag in de overweging meegenomen. Als de kosten als te hoog worden beschouwd – en dat is weer afhankelijk van de aangehangen waarden en de identiteit - dan wordt niet voor het normatieve (het milieu) gekozen (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Steg, 2015; Lindenberg & Steg, 2007). Hoge kosten kunnen een kloof tussen de aangehangen waarden en het uiteindelijk gedrag creëren (Steg et al., 2015; Ajzen, 2001).

§ 2.3 Doelen en informatie

De beschikbare informatie en opgedane kennis helpen om een afweging tussen de verschillende doelen (de gewenste uitkomsten) te kunnen maken. Zij sturen mede het gedrag. Andersom gesteld geldt hetzelfde. De op dat moment en in die situatie dominante doelen bepalen voor welke informatie mensen ontvankelijk zijn en welke kennis cognitief actief wordt gemaakt (Lindenberg, 2001; Lindenberg & Steg, 2013; Verplanken & Holland, 2002).

Om normatieve doelen dominant te maken zou gesteld kunnen worden dat er voldoende informatie over klimaatverandering en de mogelijke gevolgen voor de mens voor handen moet zijn. Het verkrijgen van voldoende informatie over klimaatverandering lijkt evenwel niet het probleem. Over klimaatverandering zijn veel en veel verschillende bronnen van informatie beschikbaar. Naast de overheidscampagnes hebben wetenschappelijke publicaties, bijna dagelijkse krantenartikelen en nieuwsitems op televisie, maar ook semiwetenschappelijke documentaires een rol gespeeld in het breed bekend maken van de relatie tussen de manier van leven in ontwikkelde landen, de hieraan gerelateerde klimaatverandering en haar mogelijke consequenties (Leiserowitz, 2007; Howell, 2011). De informatie blijkt ook aangeslagen te zijn. Een meerderheid van de Nederlanders is er van overtuigd dat het klimaat verandert (SCP, 2009) en 57% van de Nederlanders ziet de klimaatverandering als één van de belangrijkste problemen waarvoor de mensheid zich gesteld ziet (Eurobarometer, 2014).

Zoals in de inleiding reeds vermeld, leidt het kunnen beschikken over grote hoeveelheden informatie echter niet automatisch tot ander gedrag (Staats et al., 1996; Perlaviciute & Steg, 2012).

Gedrag blijkt kleverig (Thøgersen & Ölander, 2002). Een gedragsverandering bewerkstelligen is lastig (Turaga et al., 2011; Fischer et al., 2012). Dit geldt ook voor milieuvriendelijk gedrag. Gedrag wordt immers mede aangestuurd door de waarden van iemand die als redelijk constant en situatie overstijgend kunnen worden beschouwd (Schwartz, 1992). Bovendien is veel van het gedrag gebaseerd op gewoontes (Bargh et al., 2001; Steg & Vlek, 2009; Smith et al., 2008; Cosmides & Tooby, 1997; Carrus, Passafaro & Bonnes, 2008). Gewoontes zijn routines (vaak uitgevoerd gedrag) die in bepaalde situaties succesvol waren. Ze zorgden ervoor dat de doelen werden bereikt. Zonder er werkelijk bij na te denken en dus zonder cognitieve inspanningen wordt dit gedrag in vergelijkbare situaties herhaald (Steg et al., 2014; Lopes et al., 2012). Dit overhevelen van bewust overdacht naar minder bewust gewoontegedrag is noodzakelijk omdat de menselijke hersenen geen superintelligente machines blijken te zijn die over een onbegrensde hoeveelheid tijd, capaciteit en energie beschikken. Het is onmogelijk om over elke handeling rationeel na te denken (Gigerenzer, 2001; Gigerenzer & Goldstein, 1996).

Kahneman (2011) deelt in dit verband de hersenen op in twee systemen met ieder een eigen handelingssnelheid en zorgvuldigheid. Het eerste reageert snel en neemt intuïtief beslissingen. Er gaan geen lange analyses aan een beslissing vooraf. Het tweede systeem is langzamer en bedachtzamer en voert analyses uit alvorens tot actie over te gaan. Dit laatste proces kost meer energie. De energievoorraad in het menselijke lichaam is echter niet onbegrensd en dus proberen de hersenen deze inspanning te beperken. Vaak volgt men de weg van de minste weerstand; er wordt voor gewoontes gekozen in plaats van voor goed doordachte beslissingen (ibid). Met andere woorden: er wordt niet zo zeer gestreefd naar het meest optimale als wel naar dat wat voor die situatie en op dat moment als voldoende wordt beschouwd (Simon, 1956).

Om van 'foute' gewoontes af te komen, moeten de als succesvol en in ieder geval als bevredigend beschouwde patronen/routines worden doorbroken. Dit vergt een zekere mate van zelfbeheersing. In plaats van op routine reeksen handelingen te verrichten zullen de beslissingen cognitief geanalyseerd moeten worden (Young et al., 2010). Het 'tweede systeem van Kahneman' zal intensiever ingezet moeten worden. Zoals gesteld is de hiervoor noodzakelijke energie evenwel schaars en daarom is het lastig om dit nieuwe gedrag lang vol te houden. Na bijvoorbeeld een lange, cognitief inspannende werkdag kan een staat van wat ego-depletie wordt genoemd, worden bereikt (Baumeister, 2002; Baumeister et al., 1998; Hagger et al., 2010; Martijn et al., 2007). Deze cognitieve uitputting maakt dat de energie ontbreekt om de cognitieve analyses die voor een gedragsverandering noodzakelijk zijn uit te kunnen voeren. Een terugval in de oude gewoontes blijkt dan onafwendbaar (Baumeister, 2002; Baumeister et al., 1998; Martijn et al., 2007). Het afleren van gewoontes maakt daarom ook niet echt gelukkig. Enerzijds vergt het een grote inspanning, anderzijds frustreren de zwaktes

als er opnieuw niet in geslaagd wordt om de gewoontes te veranderen (Thøgersen & Ölander, 2002).

De noodzaak tot de gedragsverandering moet derhalve onmiskenbaar zijn. De context moet ingrijpend veranderen om een duurzame gedragsverandering te bewerkstelligen (Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009; Verplanken et al., 2008a). Het onmiskenbare moet onder meer tot uitdrukking gebracht worden in de beschikbare informatie die hiertoe homogeen en stabiel moet zijn (Ajzen, 1996).

Hierin zit mogelijk de crux waarom de veelheid aan informatie over klimaatverandering (nog) niet tot een werkelijke gedragsverandering heeft geleid. De informatie over klimaatverandering is namelijk niet van alle twijfel ontdaan (Opotow & Weiss, 2000). De informatie over klimaatverandering is verder in zekere zin weinig concreet. De mate waarin het klimaat zal veranderen is bijvoorbeeld niet definitief bepaald, waardoor zij niet direct en niet eenvoudig of eenduidig te interpreteren is. Het diffuse karakter van de informatie maakt onzeker (Kaplan et al., 2000; Morton et al., 2011). In een onderzoek naar hoe mensen reageren in tijden van onzekerheid – in dit specifieke geval onzekerheid over de grootte van de voorraden en de snelheid waarmee de voorraden worden geconsumeerd – blijkt dat hoe groter de onzekerheid is hoe meer voorraden worden gebruikt (Roch & Samuelson, 1997). Of zoals Lindenberg en Steg (2007) stellen: bij ambigue informatie zullen normatieve doelen worden ingeruild voor hedonistische - of winstdoelen.

§ 2.3.1 Informatie en onzichtbaarheid

De informatie over klimaatverandering is niet alleen multi-interpretabel omdat de scenario's niet volledig uitgekristalliseerd (kunnen) zijn, maar ook omdat de klimaatverandering vooralsnog in Europa niet heel manifest is of tot heel ingrijpende veranderingen heeft geleid (Grant, 2010; Kollmuss & Agyeman, 2002). Klimaatverandering is een zich relatief langzaam voltrekkend proces. Klimatologisch gezien is dat niet zo - de temperatuurstijging van 1,4°C in de periode 1951-2013 in Nederland is fors (KNMI, 2014), maar de snelheid van de klimaatverandering ligt desondanks buiten de perceptie. Door haar traagheid kunnen veranderingen op een 'natuurlijke' manier in de levenswijze worden opgenomen (Swim et al., 2009; Olivier et al., 2013). Dit wordt de 'wicked nature' van klimaatverandering genoemd (Lorenzoni et al., 2006). De kennis over klimaatverandering en haar potentiële impact kan hierdoor meestal niet worden ontleend aan de eigen ervaring, maar moet worden geput uit andere bronnen (Vermeir & Verbeke, 2006).

Elders voltrekken zich inmiddels wel aan klimaatverandering toegeschreven rampen – extreme regenval, overstromingen en grote droogte (zie onder meer: Fischer & Knutti, 2015; Dai, 2013) en hebben de eerste klimaatvluchtelingen hun woongebieden reeds moeten verlaten (Farbotko & Lazrus, 2012). De link tussen het gedrag hier en de klimaatgevolgen daar wordt echter onvoldoende gelegd (Steg & Vlek 2009; Venhoeven et al., 2013). Dit zorgt ervoor dat mensen bij het zien van deze rampen niet meer geëngageerd of gemotiveerder worden om 'meer' te doen om de effecten van klimaatverandering te verminderen; om het gedrag te veranderen (O'Neill & Nicholson-Cole, 2009; Kollmuss & Agyeman, 2002).

De context verandert wel, maar vooralsnog te geleidelijk en/of te ver weg om tot een gedragsverandering te leiden.[5]

Net zoals een verband tussen het gedrag hier en de klimaatgevolgen elders niet gelegd wordt, zo wordt de relatie tussen het huidige gedrag en de gevolgen voor de leefomgeving ergens in de toekomst niet altijd onderkend (Jones & De Meyere, 2009; Vlek & Steg, 2007; Chen et al., 2005). Informatie over de toekomst is daarnaast te abstract, te schimmig, kent te weinig details en is daardoor minder doorslaggevend bij het nemen van beslissingen dan het heden (Liu & Aaker, 2007; Trope & Liberman, 2000). Hoe verder in de toekomst hoe geringer de betrokkenheid en hoe lager de bereidheid om de manier van leven aan te passen (Tonn et al., 2006; Higham et al., 2014; Loewenstein, 1987; Vlek & Steg, 2007).

Evolutionair kan deze focus op het heden worden verklaard (Cosmides & Tooby, 1997). De huidige tijd van overvloed is nieuw voor de mens. Tot voor kort (en in een groot aantal landen nog altijd) hebben mensen moeten strijden om genoeg voor zichzelf en hun kinderen bijeen te schrapen. Slechts 10.000 jaar geleden was de gemiddelde levensverwachting 20 jaar (Klucharev & Smidts, 2009). Hoeveel zin heeft het dan om over de verre toekomst – de toekomst van de achterkleinkinderen – na te denken? Om te overleven en om zich voort te planten moesten ze zichzelf boven de komende generaties stellen (Ornstein & Ehrlich, 1989; Sassi, 20

5 Weber (2006) stelt daarom voor om de impact van de klimaatverandering op de leefomgeving of op de plekken die dierbaar zijn te simuleren, om zo tot gedragsverandering aan te zetten.

Dit verklaart waarom hedonistische doelen die gaan over het bevredigen van behoeften nu intrinsiek krachtiger zijn dan winstdoelen of normatieve doelen (Lindenberg & Steg, 2007; Lindenberg, 2001; Lindenberg & Steg, 2013). Milieuvriendelijkheid – het denken aan anderen en stellen van normatieve doelen – lijkt iets tegennatuurlijks.

§ 2.3.2 Informatie en Optimisme

Informatie wordt op specifieke manieren en vaak ook nog afhankelijk van de omstandigheden gekleurd en geïnterpreteerd. De gestelde doelen blijken hierbij bepalend. Informatie die slecht bij de waarden en hieraan gerelateerde doelen past, wordt vaak genegeerd (Faiers et al., 2007; Whitmarsh, 2011; Festinger, 1957; Perlaviciute & Steg, 2012; Lindenberg & Steg, 2007; 2013).

Een groot optimisme kleurt de informatie verder. De kans dat iets persoonlijk schade kan berokkenen, wordt systematisch onderschat (Freeman & Kunreuther, 2002). Dit wordt de optimisme-bias genoemd (Weinstein, 1980). Zelfs wanneer geconfronteerd met wetenschappelijk aantoonbaar juiste cijfers – bijvoorbeeld met betrekking tot klimaatverandering en milieuvervuiling (Gifford, 2011; Hatfield & Job, 2001) - dan worden die gegevens als ze als ongunstig worden beschouwd min of meer genegeerd. Pakken de gegevens daarentegen positiever uit dan worden ze wel onthouden (Sharot et al., 2011).[6]

Dit optimisme - dat mogelijk is omdat de (voor de persoon slecht uitpakkende) informatie onvoldoende op zichzelf wordt betrokken – is evolutionair belangrijk. Pessimisten hebben weliswaar een realistischer kijk op de werkelijkheid (Vroon, 1999), maar ze leven gemiddeld gesproken korter dan optimisten (Levy & Myers, 2005) en krijgen gemiddeld ook minder nakomelingen. Optimisme is de motor van de vooruitgang en de sleutel tot succes (Sharot et al., 2011).

6 In een onderzoek werd aan deelnemers gevraagd hoe groot zij de kans achten dat zij door kanker zouden worden getroffen. Wetenschappelijk onderzoek stelt dat die kans ongeveer 30% is. Mensen die de kans te laag inschatten, bleven ook nadat zij op de hoogte waren gesteld van het juiste percentage toch vasthouden aan hun te lage inschatting – terwijl zij zich het exacte percentage wel bleken te herinneren (Sharot et al., 2011).

Optimisme kan echter ook gevaarlijk zijn. Dit gevaar schuilt niet alleen in de misvatting dat bijvoorbeeld de gevolgen van klimaatverandering vooral de ander zullen treffen en er geen actie ondernomen hoeft te worden (Gifford, 2011), maar ook in de manier waarop tegen techniek wordt aangekeken. De algemene verwachting bij velen is toch dat uiteindelijk de technieken zullen worden ontwikkeld die de negatieve kanten van klimaatverandering gaan nivelleren (Meadows et al., 1972; Kibert & Grosskopf, 2006; Gigliotti, 1992; Khan & Dhar, 2007). Airco's aangedreven door energie afkomstig van milieuvriendelijke PV-cellen zullen de gebouwen koel houden, hoe warm het buiten ook is; verhoogde dijken zullen de mensen beschermen tegen een stijgende zeespiegel; nieuwe energiebronnen zullen de energieschaarste opheffen; door implantatie van celkernen in geprepareerde eicellen van vergelijkbare nog leefbare soortgenoten zal men ooit in staat zijn om uitgestorven diersoorten weer tot leven te wekken en op den duur de krimpende biodiversiteit tot stilstand te brengen.

Mensen die geloven in groei en technologische vooruitgang blijken minder bereid om milieuvriendelijk gedrag te vertonen (Gigliotti, 1992; Simon, 2003).

§ 2.3.3 Informatie en Verlies

Verlies heeft invloed op de manier waarop informatie wordt geïnterpreteerd, het zogenaamde framing effect (Tversky & Kahneman,1981; Kahneman & Tversky, 1984; Chen et al., 2005). Wordt de nadruk op 'verlies' gelegd dan interpreteren de hersenen dat als negatiever dan wanneer de mogelijke winst wordt benadrukt. De kans van 90% op overleven na een operatie wordt als gunstiger beschouwd dan een kans van 10% op overlijden (Kahneman, 2011). Ook met betrekking tot klimaatverandering blijken boodschappen die de winst benadrukken effectiever en meer tot gedragsverandering te leiden dan wanneer het potentiële verlies duidelijk wordt gemaakt (Spence & Pidgeon, 2010).

Mensen hebben een aversie tegen verlies (Kahneman et al., 1991; Levin et al., 2002; Chen et al., 2005; Morewedge et al., 2009). Vooral bij mensen met een zogenaamde preventiefocus (Faddegon, 2009) wordt het kwijtraken van bezittingen zo veel als mogelijk voorkomen (Kahneman, 2011; Kahneman et al., 1991). Dit past in de door de evolutie psychologie opgestelde overlevingsstrategie (Cosmides & Tooby, 1997). In de oertijd bepaalde bezit de kansen op overleven in een extreem vijandige omgeving. Er wordt een bijzondere band met bezittingen aangegaan; ze hebben een meerwaarde (Kahneman et al., 1991) waardoor ruilen tegen iets met dezelfde economische waarde vaak wordt afgewezen (Tiemeijer, 2009; Kahneman et al., 1991; Levin et al., 2002;

Van Dijk & Van Knippenberg, 1996). De angst om iets te verliezen geeft een krachtiger signaal af dan het gevoel iets te winnen. Die kracht is grofweg zelfs tweemaal zo groot (Brekke & Johansson-Stenman, 2008). Gedrag laat zich meer leiden door het voorkomen van verlies dan door het binnenhalen van winst. De kans op verlies maakt ons behoudend: de status quo-bias (Kahneman et al., 1991; Samuelson & Zeckhauser, 1988).[7]

Veel regelgeving tracht te profiteren van de weerzin tegen verlies, tegen het schaden van het eigenbelang. Al hoeft dat laatste niet per se identiek te zijn aan verlies. Het idee is dat mensen uit angst voor een straf (= verlies) hun gedrag in de gewenste richting zullen veranderen (Van Dijk & Zeelenberg, 2009; Bamberg & Möser, 2007; Lee & Yik, 2004). Egoïstisch en hedonistisch georiënteerde mensen wiens gedrag met betrekking tot het milieu als het meest schadelijk kan worden beschouwd (Lindenberg & Steg, 2013), zijn voor dit type regelgeving gevoelig.

§ 2.3.4 Verlies en risico's

De kans op verlies maakt behoudend. Blijkt verlies echter onvermijdelijk dan slaat die behoudzucht om in een bereidheid om grote risico's te nemen (Kahneman, 2011). In ultieme pogingen om te redden wat er te redden valt, worden onverantwoord hoge kosten geaccepteerd om het verlies te voorkomen; de zogenoemde risky-choice frames (Thaler & Johnson, 1990; Levin et al., 2002; Hertwig & Erev, 2009). Deze theorie is opgesteld aan de hand van een groot aantal tests met financiële en goksimulaties. Misschien zijn mensen echter ook bereid om grote risico's - zoals klimaatverandering en schaarste - te accepteren om te voorkomen dat ze moeten inleveren op hun manieren van leven (Morton et al., 2011). Zoals eerder gesteld wordt klimaatverandering vaak gekoppeld aan een onvermijdelijk verlies.

Enerzijds gaat dit over het verlies van onder meer de huidige leefomstandigheden, verlies aan biodiversiteit en het verlies van zekerheden. Aan de andere kant is vaak de

7 Er zijn inmiddels veel voorbeelden van hoe met verlies/winst wordt omgegaan beschreven. Bestaat bijvoorbeeld in een pizzeria de mogelijkheid om een pizza zelf samen te stellen dan blijkt de wijze waarop dit kan gebeuren bepalend voor de als acceptabel beschouwde prijs. Wordt er een pizza voorgesteld met alles erop en eraan en wordt de gelegenheid geboden om er ingrediënten van af te halen om zo tot een goedkopere pizza te komen dan wordt eerder een duurdere pizza besteld dan wanneer een lege pizzabodem met ingrediënten moet worden gevuld. Het weghalen van de ingrediënten voelt als verlies (Levin et al., 2002). De pijn om iets te verliezen wordt groter geacht dan het plezier om iets te vergaren.

boodschap dat dit verlies alleen voorkomen kan worden als er op een andere manier geleefd gaat worden (Verbeek & Boelhouwer, 2010). Een leven dat in de optiek van velen toch minder comfortabel zal zijn dan het huidige (Steg 1999; Vringer et al., 2008).[8]

§ 2.4 Verlies, schaarste en de noodzaak tot verandering

De weerzin tegen verlies en de risico's die men bereid is te nemen om verlies te voorkomen kunnen als de kiem van het milieuprobleem worden beschouwd (De Young, 2000). Inleveren – wat als een vorm van verlies kan worden beschouwd – lijkt door de verliesaversie geen optie. Het is echter de vraag hoelang aan deze houding vastgehouden kan worden (Matthey, 2010; Tinbergen, 1976).

Grof geschetst is dit het probleem:

Het is de verwachting dat rond 2050 de wereldbevolking zal zijn gegroeid naar 9,6 miljard mensen waarna de hoeveelheid mensen op aarde verder zal toenemen tot ongeveer 10,1 miljard in 2100 (http://www.worldometers.info/world-population; Lee, 2011). Niet alleen blijft de bevolking groeien, ook zal in grote delen van de wereld de welvaart stijgen. Het wordt verwacht dat in 2025 60% van de huishoudens in landen als China, India, Indonesië, Zuid Afrika en Brazilië zich tot de middenklasse mag rekenen (NIC, 2009: UNDP, 2013). In 2050 zal 75% van de wereldbevolking tot de middenklasse behoren (Spence, 2011). De nieuwe middenklasse zal zich meer en meer spiegelen aan de middenklasse in de nu ontwikkelde landen en haar bestedingspatroon daaraan aanpassen (Cohen & Vandenbergh, 2008); globalisatie betekent waarschijnlijk ook dat de cultuur van het consumeren zich zal verspreiden (Shove & Warde, 2003).

Vanuit het gelijkheidsbeginsel is het groeien en het verspreiden van de welvaart rechtvaardig en goed nieuws. Uiteindelijk ook voor het milieu. Vaak wordt beweerd dat pas bij het bereiken van een zeker niveau van inkomen over 'luxe' zaken als duurzaamheid kan worden nagedacht (Inglehart, 1977). Dit wil overigens niet zeggen dat men zich in ontwikkelende landen nu geen zorgen maakt over het milieu (Steg et

8 Oud-president van de Verenigde Staten Ronald Reagan stelde dat energiebesparing betekent dat het 's winters in de woningen te koud en in de zomer te warm zal zijn (Carrico et al., 2011).

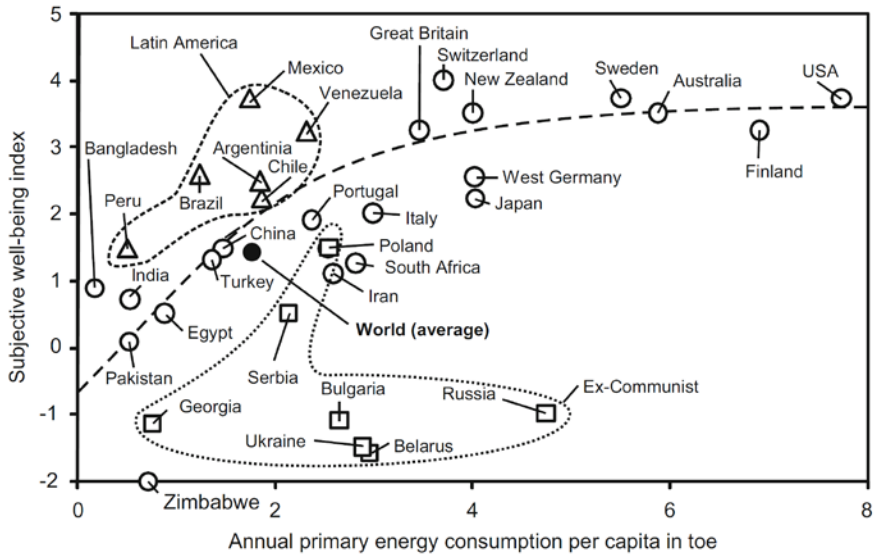
al., 2014; Perlaviciute & Steg, 2012). De waarden zijn universeel (Lindenberg & Steg, 2013; Cosmides & Tooby, 1997). Het oplossen van andere problemen – het verkrijgen van voldoende voedsel, drinken en veiligheid – is in zich ontwikkelende landen echter dwingender dan het oplossen van de milieuproblemen (Steg et al., 2015). Wordt de Environmental Performance Index (EPI) bestudeerd dan blijkt dat vooral rijke landen het zich kunnen veroorloven om het meest duurzaam te zijn (Zidanšek, 2007; Srebotnjak, 2008; zie ook: http://epi.yale.edu/epi).

Wat gaat de economische groei in onder meer de BRIC-landen en het aanhoudende consumentisme in de ontwikkelde landen voor de aarde betekenen? Er is nu al een conflict tussen een gelukkige planeet en een gelukkige wereldbevolking (Jess, 2010; Meadows et al.,1972; Speth, 2008; Shove & Warde, 2003). Zo bedroeg in 2008 de ecologische voetafdruk 1,5. Met andere woorden voor de manier van leven was eigenlijk anderhalve aarde nodig (Global Footprint Network, 2009; Van Timmeren & Henriquez, 2013). Blijft de manier van leven ongewijzigd dan zijn in 2050 2,9 aardes nodig (Grooten, Almond & McLellan, 2012).

Worden de in 2050 vermoedelijk beschikbare bronnen van energie (bekende voorraden fossiele brandstoffen, de ontwikkelingen en doorgroei van nieuwe, vaak schonere brandstoffen) in ogenschouw genomen dan blijkt dat er bij geobserveerde ontwikkelingen (zowel in groei van de bevolking, economische groei, groei in consumentisme en de ontwikkelingen van duurzame energiebronnen) een tekort zal gaan optreden. In 2050 is er per capita ongeveer 2 ton olie equivalent (toe) beschikbaar. Ongeveer 3 toe per capita blijkt nodig om een relatief hoog subjectief welzijn te bieden (Jess, 2010).[9]

De meeste, ontwikkelde landen gebruiken meer energie. Nederland gebruikte in 2010 tussen de 5-6 toe per hoofd en de VS bijna 8 (zie Figuur 2-2). Het wordt verwacht dat niet alleen in de zich ontwikkelende landen maar ook in de ontwikkelde landen het energiegebruik in ieder geval tot 2035 zal stijgen (IEA, 2011; Bilgen, 2014; Van den Bergh, 2008).

9 Subjectief welzijn gaat niet alleen over inkomen (bruto nationaal product per hoofd van de bevolking), maar ook zaken als economische zekerheid die een indicatie van de koopkracht van individuen vormen, levensverwachting (gezondheid), onderwijs, sociale zekerheid (steun hebben in tijden van onzekerheid), maatschappelijke participatie en de vrijheid om keuzes te maken, worden erin meegewogen (Diener, 2009).



FIGUUR 2.2 Relatie Subjectief Welzijn – Energiegebruik per capita in toe (Jess, 2010)

De manier van leven in de ontwikkelde landen kan de doorontwikkeling van de zich ontwikkelende landen in de weg staan. De ruimte (de materialen en de energie) voor een verantwoorde groei lijkt te ontbreken. Als de ontwikkelde landen werkelijk vinden dat de bevolking van de zich nu ontwikkelende landen recht heeft op eenzelfde subjectief welzijn als in de ontwikkelde landen dan zullen de ontwikkelde landen op zoek moeten naar lichtere manieren van leven (Iwata, 2001). Zij zullen ruimte moeten creëren. Milieuvriendelijkheid zal uiteindelijk om solidariteit draaien (Rotmans et al. 2001, Beckers et al., 2004; Verdugo, 2012).

§ 2.4.1 Verliesaversie versus ongelijkheidsaversie

De verliesaversie lijkt solidariteit uit te sluiten. De theorie voorspelt een dusdanige afkeer van verlies dat het niet aannemelijk is dat andere, lichtere manieren van leven die als inleveren zullen worden beschouwd, zullen worden omarmd.

Menselijk handelen is echter complexer. De mens bestaat uit verschillende 'ikken' (Lindenberg & Steg, 2013). Er wordt niet alleen gezocht naar het eigenbelang. Mensen

hebben ook oog voor de ander, dat wil zeggen dat het begrip 'eigenbelang' gelaagder is. Mensen hangen egoïstische, hedonistische, maar ook altruïstische en biosfeervriendelijke waarden aan (Schwartz, 1992; Steg et al., 2014a). Er worden zowel hedonistische, winst als normatieve doelen nagestreefd. Weliswaar zijn hedonistische doelen verleidelijker en krachtiger, maar de andere doelen zijn ook bij het nastreven van hedonistische doelen op de achtergrond actief (Lindenberg & Steg, 2007; Lindenberg, 2001; Lindenberg & Steg, 2013). En in sommige situaties kunnen ze gidsend zijn (Lewin, 1952; Lindenberg & Steg, 2007; Lindenberg, 2001; Lindenberg & Steg, 2013).

Doordat per situatie afgevraagd wordt wat het gewenste resultaat moet worden (Feather 1982; 1995; Fishbein & Ajzen, 1975; Cosmides & Tooby, 1997) kunnen mensen niet alleen een aversie tegen verlies tentoonspreiden maar ook een aversie tegen ongelijkheid. Die ongelijkheidsaversie werkt twee kanten op. Mensen blijken afgunstig jegens anderen die het beter hebben, maar hebben de neiging om zich altruïstisch te gedragen jegens mensen met minder (Tiemeijer, 2009). Een rechtvaardige verdeling wordt vaak belangrijker gevonden dan zoveel mogelijk zelf houden (Gowdy, 2007; Fehr & Schmidt, 1999). Overigens is deze houding wel enigszins ambivalent. Dit zal in Paragraaf 2.4.5 duidelijk worden gemaakt.

Milieuvriendelijk gedrag zou bereikt kunnen worden als de aversie tegen ongelijkheid sterker is dan de verliesaversie; als de normatieve doelen sterker zijn dan de hedonistische.

§ 2.4.2 Verlies en consumptie

Het milieu profiteert het meest van een verlaagde dan wel andere vorm van consumentisme. Zo wordt meer bespaard op de CO_2-uitstoot dan met het verkleinen van de bevolking (Diamond, 2008). Het gaat hierbij niet alleen om luxe-consumptie, maar ook de bevrediging van onze basisbehoeften (eten, drinken, bescherming, affectie, begrip, participatie, ontspanning, expressie, identiteit en vrijheid (Max-Neef, 1995)) moet milieuvriendelijker (Jackson, 2005). De vraag of mensen hiertoe bereid zijn om zo ruimte te creëren voor mensen in zich ontwikkelende landen - met andere woorden of de aversie tegen ongelijkheid groter is dan de aversie tegen verlies - kan alleen worden beantwoord als kan worden doorgrond waarom er zo veel geconsumeerd wordt.

Het consumeren draaide lang om het bevredigen van de basisbehoeften waartoe vooral utilitaire producten werden ingezet. De relatie tussen de vraag (het bevredigen van een behoefte) en het product was helder. Over het algemeen werden spullen nog niet ingezet om een identiteit te verbeelden. Het beroep, het geloof en de traditionele, sociale klasse waren hiertoe voldoende (Hamilton, 2010; Ahuvia, 2005). Als de behoefte al zou hebben bestaan om zich duidelijker van anderen te onderscheiden dan ontbeerden artikelen nog het unieke; ze waren over het algemeen standaard (Zhao & Belk, 2008; Bauman, 2001).

§ 2.4.3 Verlies en consumptie en identiteit

De sociale ordes zijn tegenwoordig vloeibaarder. Mensen in Westerse ontwikkelde maatschappijen zijn individualistischer (Hamilton, 2010) en kunnen en willen zich niet langer vastklampen aan een sociale klasse, aan het werk of aan tradities (Hamilton, 2010; Cushman, 1990). Nieuwe instrumenten worden ingezet om een of meerdere identiteiten te creëren want de behoefte aan een sluitend en helder identiteitsverhaal blijkt nog altijd wel te bestaan (Gatersleben et al., 2010). Het grote verschil met het verleden is dat dit verhaal niet door anderen wordt geschreven. En dat het niet blijft bij één verhaal. Mensen willen zelf invulling aan hun identiteit(en) geven (Cushman, 1990). Om te laten zien wie ze zijn - welke identiteit ze aanhangen - worden onder meer spullen (kleding, auto's, gadgets) ingezet (Reed, 2004; Piacentini & Mailer, 2004; Ahuvia, 2005; Biddle et al., 1987). Onder het mom van ik ben wat ik heb (Belk, 1985) worden artikelen niet meer alleen vanwege hun functionaliteit gekocht (Sivanathan & Pettit, 2010), maar worden ze als een verlengde van het zelf beschouwd (Shove & Warde, 2003, Belk, 1985). Dit maakt het noodzakelijk dat deze producten een signaalfunctie hebben. Ze moeten opvallen (Belk et al., 1982; Douglas & Isherwood, 1996; Sivanathan & Pettit, 2010). Het productieproces is hiertoe noodzakelijkerwijs aangepast. Werd voorheen vooral gestreefd naar de meest efficiënte productiemethoden, nu komt de nadruk meer op het unieke en onderscheidene te liggen (Hamilton, 2010; Norman, 2004). Producten worden gedifferentieerder; ze kunnen in toenemende mate zelf mede worden vormgegeven, waardoor individuen in de gelegenheid worden gesteld om voor elke gelegenheid een steeds exacter beeld van de gewenste identiteit uit te stralen (Hamilton, 2015; Shaw & Newholm, 2002; Mogilner, & Aaker, 2009; Rucker & Galinsky, 2009). Spullen zijn een levend informatiesysteem dat gemakkelijk kan worden aangepast aan de wensen (Douglas & Isherwood, 1996).

§ 2.4.4 Verlies en consumptie en de hedonistische tredmolen

Spullen helpen om een plaats – of beter: meerdere plaatsen - in de maatschappij in te nemen (Pierce et al., 2003; Ahuvia, 2005). Met de spullen laten mensen zien wie zij (willen) zijn en tot welke groepen ze wel of niet willen behoren (Swim et al., 2009; Ahuvia, 2005; Wilhite & Lutzenhiser, 1999). De wens zich te willen onderscheiden kan als startpunt van de zogenaamde hedonistische tredmolen worden beschouwd (Brickman & Campbell, 1971; Cushman, 1990; Frey & Stutzer, 2002). En misschien daarmee ook wel van de drang om te blijven consumeren en zo van het indirecte reboundeffect.

Het hebben van spullen kan anderen jaloers maken (Zhao & Belk, 2008). Schaarse en/of exclusieve spullen stellen mensen namelijk in staat om hun status uit te stralen waarbij een hogere status allerlei psychologische voordelen biedt (Adler et al., 2000). Door spullen te kopen is het echter mogelijk een status uit te stralen die niet per se de juiste hoeft te zijn. Hetzelfde kledingmerk dragen, in dezelfde auto rijden of eenzelfde horloge kopen als mensen die sociaal gezien misschien succesvoller zijn, heeft een positief effect op het ego (Sivanathan & Pettit, 2010), bijvoorbeeld wanneer het zelfbeeld niet positief is en/of als men zich ongelukkig voelt (Rucker & Galinsky, 2009; Rucker & Galinsky, 2008; Baumeister, 2002; Piacentini & Mailer, 2004). Mensen met lagere inkomens blijken belangrijke delen van hun salaris te besteden aan goederen die de schijn van een hogere sociale positie oproepen (Sivanathan & Pettit, 2010; Cooper, 2016).

Het onderscheidende van de artikelen die helpen de status te etaleren, is hiermee evenwel uitgewerkt. De voorlopers, maar ook de welgestelden die zich schaarse, dure spullen kunnen veroorloven worden door anderen gevolgd of geïmiteerd (Sheth et al., 2011). Het product is echter niet langer 'exclusief', maar wordt steeds 'normaler'; raakt ingeburgerd. Met als gevolg dat de voorlopers op zoek zullen moeten naar nieuwe items waarmee zij zich kunnen onderscheiden van de volgers (Jackson, 2005; Berger & Heath, 2007; Vlek, 2000; Layard, 2005; Friedman & Ostrov, 2008).

Zo ontstaat een vicieuze cirkel van kopen, wegdoen en nieuw kopen, waarbij het afdanken niet alleen gebeurt omdat de spullen kapot of versleten zijn zoals vroeger het geval was (Shove & Warde, 2003). Ze worden ook vervangen omdat de nieuwere versies beter bij de huidige mode passen (Van Lente, 2006), of bij de nieuwe gewenste identiteit. In plaats van een fysieke degeneratie van de spullen is een psychologische degeneratie de reden om ze weg te doen (Sheth et al., 2011; Cooper, 2016; Muis, 2006). Het rationele kosten-baten is overboord gezet (Sheth et al., 2011).

Naast vervanging door sociale druk wordt de tredmolen in gang gehouden omdat luxes eerder wennen (Brickman & Campbell, 1971) en mensen sneller verveeld raken (Miller, 2000). Voortdurend wordt gezocht naar nieuwe prikkels (Shove & Warde, 2003; Rozin et al., 2013; Cater, 2007). Cushman (1990) wijdt het rusteloze aan het feit dat het creëren van een identiteit door middel van spullen in een maatschappij die weinig coherent is en tradities ontbeert lastig zo niet onmogelijk is. Voortdurend bestaat de mogelijkheid en de verleiding om een andere levensstijl aan te nemen waardoor een werkelijk bevrediging nooit wordt bereikt (Cushman, 1990; Boundy, 2004). Werkelijk bevredigd raken wordt zelfs als onmogelijk gezien, vooral omdat niet zozeer het hebben van het product genoegen geeft, maar het verkrijgen ervan de meeste bevrediging schenkt (Bauman, 2001; Steg et al., 2014a). Zodra het in het bezit is, wordt weer op zoek gegaan naar nieuwe uitdagingen (Montaigne, 1993).

§ 2.4.5 Verlies en Consumptie en Geluk

Het streven naar het verdrijven van verveling (Shove & Warde, 2003) of naar al dan niet zelf ontwikkelde identiteiten (Belk, 1985; Piacentini & Mailer, 2004; Wilhite & Lutzenhiser, 1999; Hamilton, 2010; Reed, 2004; Ahuvia, 2005; Smith et al., 2008) en het veroveren of bevestigen van de gewenste sociale positie (Jackson, 2005; Berger & Heath, 2007; Vlek, 2000; Layard, 2005; Friedman & Ostrov, 2008) hebben als ultiem doel om gelukkiger te worden (Csikszentmihalyi & LeFevre, 1989).

Geluk is, zo is de vooronderstelling, koopbaar en daarmee maakbaar (Jackson, 2005; Capitaine, 2008). Een gedachte die wordt bevestigd door reclames die doen voorkomen alsof consumeren een heilzame werking heeft (Hamilton, 2015; Belk, 1985; Swim et al., 2009). Kopen is een verslaving geworden (Frank, 1999) - en zoals bij elke verslaving zijn steeds grotere, nieuwere, extremere dingen nodig om dat geluksgevoel vast te houden (Belk, 1985).[10]

10 Een enquête in Chicago toonde bijvoorbeeld aan dat mensen die 30.000 USD verdienden, verwachtten gelukkiger te zijn met 50.000 USD, maar mensen met een jaarsalaris van een ton hadden voor een vergroot geluk 2,5 ton nodig (Csikszentmihalyi & LeFevre, 1989).

Werkelijk geluk zal zo nooit worden gevonden want er is altijd wel iemand die meer heeft (Kasser & Sheldon, 2002). Het geluksgevoel blijkt gerelateerd aan de relatieve positie van iemand in de gemeenschap (Winkelmann, 2012).[11]

§ 2.4.6 Verlies en Consumptie en Sociale Context

Geluk wordt bepaald door de sociale positie die wordt ingenomen en is hierdoor relatief. Als iedereen dus even veel inlevert om een duurzamer samenleving tot stand te brengen, verandert de relatieve positie op zich niet (Zidanšek, 2007), waardoor het geluksgevoel gelijk zal blijven. Ook al is er in absolute zin minder te besteden (Cohen & Vandenbergh, 2008; Gowdy, 2007).

Rond dit uitgangspunt ontwikkelde Frank (2004) een gedachte-experiment: er zijn twee fictieve wijken waarvan de ene bestaat uit identieke huizen die allemaal iets kleiner zijn dan de woningen in de andere wijk. Daar in beide wijken de woningen zelf exact even groot zijn en er geen contact is tussen beide wijken heerst er geen afgunst. De kleinere woningen in de ene gemeenschap worden gecompenseerd door meer vakantie, minder lange reistijden, meer tijd met vrienden en schonere lucht (en als uitkomst een langer leven). Er lijken geen redenen meer te zijn waarom niet voor de variant met de kleinere huizen zou worden gekozen en daarmee voor de niet-materiële beloningen (Frank, 2004).

Waarom dat dan vermoedelijk toch niet zal gebeuren, heeft te maken met het feit dat er een afhankelijkheid van anderen ontstaat. Met de sociale context. Er is altijd wel iemand die met de wedloop begint en die anderen derhalve min of meer dwingt om ook harder te gaan werken om zo niet in een onvoordelige positie terecht te komen (ibid). Reageren op en afhankelijk zijn van anderen wordt vervelend gevonden. Mensen willen controle hebben (Penn, 2003; Adgar et al., 2009). Ze beginnen liever zelf met de wedloop naar sociaal voordeel. Zo drukken de hedonistische doelen de winst- en normatieve doelen naar de achtergrond (Lindenberg, 2000; 2001; Lindenberg & Steg, 2007; 2013).

11 Gezinnen blijken vlak na de Tweede Wereldoorlog niet minder gelukkig te zijn geweest dan huidige gezinnen. Dit geldt zowel voor de individueel ingestelde Amerikanen als voor meer collectief ingestelde Japanners. De welvaart en het bezit zijn daarentegen enorm toegenomen (Lyubomirsky et al., 2005; Layard, 2005; Frank, 2004). De tevredenheid met het leven bij de rijkste Amerikanen is gelijk aan die van de Masai in Kenia en van mensen die in de krottenwijken van Calcutta leven hoger dan die van werklozen in Californië. Dit wordt de zogenaamde Easterlin-paradox genoemd (Easterlin, 2001). Wordt één specifiek land en één specifiek tijdvlak bestudeerd dan blijkt dat de rijken wel gelukkiger zijn dan de armen, maar gemiddeld neemt het gelukniveau niet toe (Frank, 2004).

§ 2.5 Handvatten voor Gedragsverandering

§ 2.5.1 Handvatten voor Gedragsverandering - verantwoordelijkheid bij de overheid

De vooruitzichten lijken somber. De Westerse mens streeft vooralsnog hedonistische doelen na; doelen die over het algemeen minder milieuvriendelijk zijn (Lindenberg & Steg, 2013). Het is mogelijk om gedragsveranderingen tot stand te brengen, maar dit kost door de kleverigheid van het gewoontegedrag tijd (Thøgersen & Ölander, 2002). De tijd om mensen te overreden om vrijwillig hun gedrag te veranderen om zo bijvoorbeeld het energiegebruik terug te dringen is er evenwel praktisch niet meer. Hoe eerder met het reduceren van de CO_2-uitstoot wordt begonnen hoe beter. De overheid kan door regelgeving het gewenste milieuvriendelijke gedrag wel afdwingen (Kollmuss & Agyeman, 2002; Diekman & Preisendörfer 2003; Berg & Gigerenzer, 2007; SCP 2010). Overheidsinmenging is in dit kader ook niet vreemd omdat normatieve doelen om een sterke sturing vragen (Lindenberg & Steg, 2007) en zolang de maatregelen als rechtvaardig worden beschouwd, wordt dit ook niet verkeerd gevonden of als vervelend ervaren (Whitmarsh, 2011; Steg & Vlek, 2009). Het afdwingen van een milieuvriendelijker gedrag middels regelgeving is echter niet helemaal gevaarloos:

- Het gedrag verandert weliswaar, maar niet de aan het gedrag ten grondslag liggende waarden en houding (Steg & Vlek, 2009; Dobson, 2007). Dit maakt het noodzakelijk om voor praktisch elke vorm van milieuvriendelijk gedrag regelgeving te ontwikkelen (Steg et al., 2015). Vrijwillig zal zij echter niet worden opgepakt en dus zal deze regelgeving gehandhaafd moeten worden (Lee & Yik, 2004). Als de prikkel te vroeg wordt weggenomen en dus nog voordat het gedrag onderdeel is geworden van routines bestaat het gevaar dat ook de motivatie tot het gewenste gedrag verdwijnt (Deci & Ryan, 1987; 2000; Kollmuss & Agyeman, 2002; De Young, 2000).[12]

12 Door overheidsbeleid waarbij zowel het gevaar werd gedemonstreerd als er werd gestraft (verkeersboetes en accijns) is het gelukt om mensen zo ver te krijgen om autogordels om te doen of te laten stoppen met roken (Gifford, 2011). Bij roken is de relatie tussen het gedrag en de gevolgen (onder meer longkanker) duidelijk. Bij klimaatverandering is de relatie minder evident omdat – zoals eerder gesteld – klimaatverandering een zich relatief langzaam voltrekkend proces is (Lorenzoni et al., 2007). Desondanks zijn decennia na het starten van de campagnes tegen roken de maatregelen nog steeds van kracht. Dat lijkt noodzakelijk te zijn. Het is een opgelegde gedragsverandering – de wens komt vaak niet van binnenuit (Deci & Ryan, 1987).

- De intrinsieke motivatie wordt door beloningen ondermijnd omdat de beloning als een controlemechanisme wordt beschouwd waarmee ons gevoel voor autonomie wordt aangetast (Deci & Ryan, 1987; 2000).[13]

- Financiële beloningen leiden tot individualistischer en minder sociaal gedrag (Gowdy, 2007). Mensen die een financiële beloning kregen om iets goeds te doen, zagen zichzelf als minder altruïstisch dan mensen die een dergelijke beloning niet kregen (Burger & Caldwell, 2008).

- Regelgeving sorteert niet per definitie het gewenste effect. De stijging van de benzineprijzen blijken bijvoorbeeld nauwelijks een rol te spelen in de hoeveelheid kilometers die worden gereden (Hendrickx & Schoot Uiterkamp, 2006). Het gemak – hedonistische doel – wint het van winstdoelen – het behoud van bronnen (Lindenberg & Steg, 2007; Khan & Dhar, 2007).

§ 2.5.2 Handvatten voor gedragsverandering - verantwoordelijkheid bij de overheid – Gebouwde omgeving

Door te straffen en te belonen tracht de overheid de gebouwde omgeving energiezuiniger en zo milieuvriendelijker te krijgen. Dit gebeurt door voorlichting over het energiegebruik van gebouwen, door regelgeving in de vorm van bijvoorbeeld verplichte energieprestatienormeringen en energielabels en door het verstrekken van subsidies. Bij gebouwen zijn dit soort maatregelen waarschijnlijk effectiever dan bij andere gewenste gedragsveranderingen. Er wordt geen voortdurende discipline van de gebruiker gevraagd. Zijn eenmaal het drielaagse glas en de extra isolatie geplaatst en efficiëntere installaties aangebracht dan is de extra investering gedaan en wordt van de gebruiker niets meer verwacht.

Gebouwen worden juist zo onafhankelijk als mogelijk van foutief gebruik gemaakt; de gebruiker en zijn gedrag worden geneutraliseerd om de energie-efficiëntie te verhogen. Niet voor niets wordt het verhogen van de isolatiegraad van de omhulling van een

13 Ter illustratie: ouders die hun kinderen te laat uit de crèche ophaalden kregen een kleine boete. Deze te kleine straf leidde ertoe dat de kinderen nog later werden opgehaald. Ze betaalden er nu voor. Bovendien kwamen ook de ouders die voorheen wel hun kinderen keurig op tijd hadden opgehaald te laat. Dit negatieve effect zorgde ervoor dat de maatregel snel weer werd ingetrokken. Echter, nadien kwam een groter aantal ouders hun kinderen te laat ophalen. Het voordeel van het later ophalen woog blijkbaar op tegen de extra kosten: het moreel besef werd met de boete afgekocht (Carrico et al., 2011).

woning als een effectiever middel gezien om het energiegebruik terug te dringen dan het lager zetten van de thermostaat (Gardner & Stern, 2008; Stern, 2011).

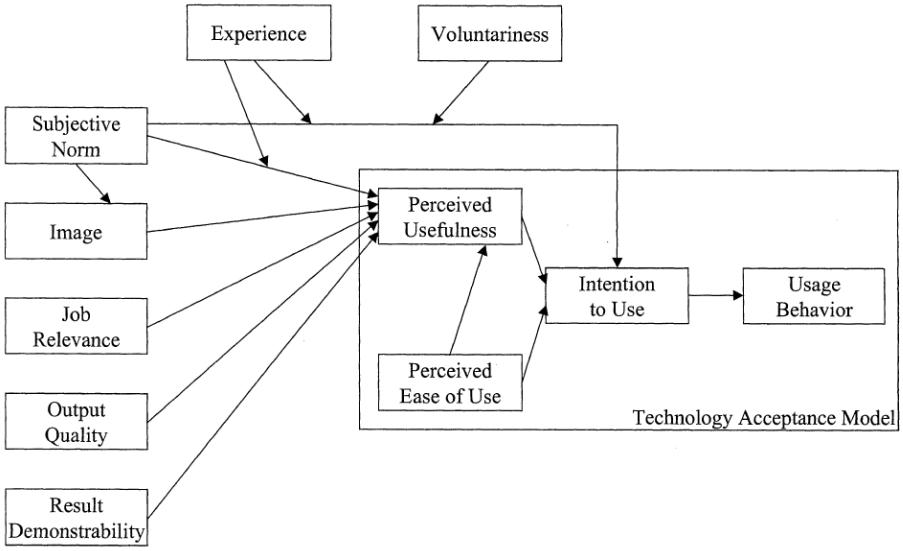
In de Paragrafen 1.2.1 en 1.2.2 is reeds geschetst dat de beperkte betrokkenheid van de gebruikers bij en de geringe bijdrage van het gedrag aan het energiezuiniger maken van de gebouwde omgeving nadelige neveneffecten in de vorm van directe en indirecte reboundeffecten zouden kunnen hebben. Gedrag lijkt bij het milieuvriendelijker maken van de gebouwde omgeving juist geïntroduceerd te moeten worden – alleen als het gedrag verandert kan een werkelijk milieuvriendelijke maatschappij worden bereikt (Midden, 2006; Midden et al., 2008; Mont & Plepys, 2008; Scott et al., 2012; Fletcher et al., 2001; Velden, 2003). Het energiezuinig maken en houden van gebouwen zou een actief proces moeten zijn – dit zou pleiten voor een andersoortige wetgeving waarbij meer verantwoordelijkheid bij de gebouwgebruikers wordt gelaten (Adgar et al., 2009).

Het is de vooronderstelling dat mensen die verantwoordelijkheid ook aankunnen (Van der Werff et al., 2013). Of – preciezer – uit voorgaand zijn er voldoende handvatten te destilleren waarmee zonder aantasting van vrijheden mensen overreed of zelfs verleid zouden kunnen worden om zich milieuvriendelijker te gedragen.

Er zijn in de loop van de tijd verschillende theorieën ontwikkeld waarmee het al dan niet uitvoeren van milieuvriendelijk gedrag kan worden voorspeld. De bekendste zijn het Norm Activeringsmodel (NAM) (Schwartz, 1977), de Waarde-Overtuiging Normtheorie (Stern, 2000) en de Theorie van Gepland Gedrag (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001). Het Norm Activeringsmodel verklaart altruïstisch en milieuvriendelijk gedrag. Aan de basis van dit gedrag ligt een pro-sociale houding (Bamberg & Moser, 2007) die wordt gevoed door gevoelens van schuld en trots (Onwezen et al., 2013). In Paragraaf 2.2 is de Waarde-Overtuiging Normtheorie (VBN = Value Belief Normtheory) reeds kort besproken. Zij stelt dat iemand zich milieuvriendelijk gaat gedragen als dit past binnen de aangehangen waarden (Stern, 2000). De Theorie van Gepland Gedrag sluit hier in zekere zin op aan, maar verklaart gedrag meer vanuit het eigenbelang (Bamberg & Moser, 2007). Aan de basis van gedrag staat volgens deze theorie de intentie van iemand. Of de intentie om bepaald gedrag uit te voeren aanwezig is, is afhankelijk van de attitude, de subjectieve norm en de gepercipieerde controle (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001). De attitude draait om de verwachte uitkomsten van dat gedrag. Hoe zeker is iemand ervan dat het gedrag zal uitmonden in een persoonlijke positieve evaluatie. Met andere woorden: levert het op de een of andere manier winst op (Bamberg & Möser, 2007). Wat als winst wordt ervaren, is afhankelijk van de aangehangen waarden en de nagestreefde doelen.

De subjectieve norm houdt de sociale druk in die iemand zal ervaren om bepaald gedrag wel of juist niet uit te voeren. Angst om buitengesloten te worden blijkt een belangrijke drijfveer tot specifiek gedrag. Hierbij draait het om zowel de descriptieve normen als injunctieve normen (Cialdini et al., 1991; Cialdini, 2003). Dit zijn respectievelijk de manieren waarop mensen zich daadwerkelijk gedragen en de manieren waarop mensen zich zouden moeten gedragen (ibid). Mensen laten zich vaak leiden door dat wat anderen doen en wat anderen vinden. Vinden mensen milieuvriendelijk gedrag vreemd dan zal dat gedrag eerder achterwege gelaten worden (VandenBergh & Steinemann, 2007). Ten slotte moet men het gevoel hebben in staat te zijn om het bepaalde gedrag op een succesvolle manier uit te voeren (gepercipieerde controle) (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001). Het laatste komt overeen met zelfeffectiviteit (Bandura 1977, 1993).

De focus op het eigenbelang, wat in dit hoofdstuk is aangevoerd als belangrijke beweegreden van het gedrag in een op consumentisme georiënteerde maatschappij, maar ook het besef dat men in staat moet zijn om bepaald gedrag uit te voeren en de sociale druk die iemand ervaart, maakt dat de Theorie van Gepland Gedrag het best binnen deze studie past. De Theorie van Gepland Gedrag heeft als onderlegger gefungeerd voor onder meer het (verbeterde) Technological Acceptance Model (TAM 2) dat tracht te voorspellen in hoeverre ICT-technieken door gebruikers geaccepteerd zullen worden (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989). Hoewel ontwikkeld voor computertoepassingen zal het model worden gebruikt om er handvatten voor gedragsverandering uit te destilleren en zal het model in Hoofdstuk 4, 5 en 6 mede worden gebruikt om de activerende gevel te evalueren. Zie Figuur 2-3.



FIGUUR 2.3 Schematische weergave Verbeterde Technological Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989)

§ 2.5.3 Handvatten voor gedragsverandering - Winst

Zoals gesteld in paragraaf 2.2 wordt per situatie afgewogen welk gedrag tot het gewenste doel leidt (Feather, 1982; 1995; Fishbein & Ajzen, 1975; Ajzen,1985; 1991; Cosmides & Tooby, 1997; Lindenberg & Steg, 2007). Vertaald naar TAM 2 wordt gekeken wat de *Perceived Usefulness* zou kunnen zijn.

Milieuvriendelijker manieren van leven – het streven naar normatieve doelen – worden vaak geassocieerd met inleveren (Steg, 1999; Vringer et al., 2008). Milieuvriendelijke producten zijn bijvoorbeeld vaak duurder, nog altijd minder goed verkrijgbaar en hebben een lagere kwaliteit dan hun minder milieuvriendelijke concurrenten. Zowel in tijd als in geld wordt een extra investering verlangd (Vermeir & Verbeke, 2006; Griskevicius et al., 2010; Sheth et al., 2011). Dit zou als verlies gezien kunnen worden – en mensen hebben een aversie tegen verlies (Kahneman et al., 1991; Levin et al., 2002; Chen et al., 2005; Morewedge et al., 2009).

Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat alleen mensen met dominante altruïstische of biosfeervriendelijke waarden de intrinsieke motivatie zullen voelen om zich ondanks de kosten milieuvriendelijk te gedragen (Van der Werff et al., 2013b) en om normatieve doelen na te streven (Lindenberg & Steg, 2007; 2013). De winst bij de 'ander' (een andere persoon, een volgende generatie, maar ook bijvoorbeeld het abstractere milieu of klimaat) schenkt bij hen voldoende bevrediging (Kollmuss & Agyeman, 2002).[14]

Niet alleen mensen met dominante altruïstische en biosfeervriendelijke waarden kunnen echter worden aangezet om zich milieuvriendelijk te gedragen. Dit kan door de winst niet als milieu gerelateerd maar als een andersoortige, aan de per individu verschillende dominante waarde gerelateerde winst te weerspiegelen. Het gedrag wordt dan niet zo zeer uitgevoerd uit zorg voor het milieu, maar uiteindelijk wordt het milieu door dat gedrag wel gespaard. Figuur 2-4 laat zien dat aan alle waarden uit de circumflex van Schwartz milieuvriendelijke facetten kunnen worden gehangen (Axsen & Kurani, 2013).

Type	Definition (Schwartz, 1994)	Possible motives to adopt or support "sustainable" behaviors
1. Power	"Social status and prestige, control or dominance over people and resources."	Controlling others' resource use
2. Achievement	"Personal success through demonstrating competence according to social standard."	Setting and accomplishing energy efficiency goals
3. Hedonism	"Pleasure and sensuous gratification for oneself."	Enjoying sustainable behaviors in themselves
4. Stimulation	"Excitement, novelty and challenge in life."	Trying novel behaviors and technologies
5. Self-direction	"Independent thought and action—choosing, creating and exploring."	Becoming independent of a "polluting" system
6. Universalism	"Understanding, appreciation, tolerance, and protection for the welfare of *all* people and for nature."	Preserving the biosphere for all humans and animals
7. Benevolence	"Preservation and enhancement of the welfare of people with whom one is in frequent personal contact."	Preserving environment for family and others in social network, community or nation
8. Tradition	"Respect, commitment, and acceptance of the customs and ideas that traditional culture or religion provide."	Adhering to cultural values by preserving ecosystems
9. Conformity	"Restraint of actions, inclinations, and impulses likely to upset or harm others and violate social expectations or norms."	Following sustainable behaviors demonstrated by others
10. Security	"Safety, harmony, and stability of society, of relationships, and of self."	Minimizing personal risk of environmental collapse

FIGUUR 2.4 Overzicht Waarden – Motieven om milieuvriendelijk gedrag te vertonen (Axsen & Kurani, 2013)

14 Hierbij blijkt altruïsme niet helemaal zuiver te zijn - in de natuur wordt altruïsme zelfs als een anomalie gezien en komt in de zuiverste vorm nauwelijks voor (Griskevicius et al., 2010). Voor altruïstische gedrag wordt iets terug verlangd (Bamberg & Möser, 2007; Vringer et al., 2008; Steg et al., 2015). Allereerst geeft altruïsme een goed gevoel (Andreoni, 1990; Harland et al., 2007; Steg et al., 2015). Mensen voelen zich letterlijk warmer wanneer zij iets goeds hebben gedaan (Andreoni, 1990; Taufik et al., 2014; Tamir & Ford, 2012). Altruïsme verbetert het zelfbeeld en er is de hoop en veelal de verwachting dat er een vorm van wederkerigheid in altruïsme zit. Door goed te doen wordt uiteindelijk iets goeds terug verwacht (Trivers, 1971). Ten slotte verhoogt altruïsme de sociale status (Turaga et al., 2011; Griskevicius et al., 2010). Mensen winnen aan aanzien door te laten zien dat zij zich dit gedrag zowel in moreel als in financieel opzicht kunnen veroorloven (Griskevicius et al., 2010; Miller, 2000). Mensen zijn daarom eerder bereid zich altruïstisch op te stellen als dat gedrag op de een of andere manier zichtbaar gemaakt kan worden (Penn, 2003; Van Vugt, 2009).

Het eigenbelang – de winst - moet in dit kader breed worden geïnterpreteerd. Het kan variëren van een streven naar een beter milieu (voor mijn gezondheid of voor dat van mijn kinderen), maar ook naar meer geld (energiezuinigheid zorgt voor een lagere energierekening) of naar tijdwinst (trein is sneller dan de auto), naar een comfortabeler leven (met de trein reizen is minder stressvol dan met de auto in de file), naar lekkerder eten (biologisch voedsel is smaakvoller), naar een grotere vrijheid, naar betere sociale contacten et cetera. De winst kan sociaal, economisch of hedonistisch zijn (Steg et al., 2014; Crompton & Kasser, 2010; Kollmuss & Agyeman, 2002; Lindenberg & Steg, 2007; 2013). Het milieuvriendelijk zijn is dan niet het uitgangspunt, maar andere vormen van winst zijn dat (Steg et al., 2014a; Axsen & Kurani, 2013). Het verbeterde milieu is een bijproduct. In feite wordt zo het verschil tussen hedonistische, winst en normatieve doelen gevoelsmatig verkleind (Lindenberg & Steg, 2013; Steg, Perlaviciute & Van der Werff, 2015).

Het is hierbij wel belangrijk dat het normatieve achter het gedrag niet volledig wordt vergeten. Door alleen de hedonistische - en winstdoelen van het milieuvriendelijke gedrag te benadrukken bestaat het gevaar dat men zich weliswaar voor het oog milieuvriendelijk gedraagt, maar het in feite niet is. Zodra er meer inspanning zal worden gevraagd om het milieu te besparen of de economische winst gering of onduidelijk is (bijvoorbeeld bij korter douchen) zal men alsnog afhaken (Bolderdijk et al., 2012). De moraal is dan redelijk plooibaar (Steg et al., 2015; Steg et al., 2014; TenBrunsel & Messick, 1999).

§ 2.5.4 Handvatten voor Gedragsverandering – Intrinsieke motivatie, gepercipieerde controle en internaliseren

In paragraaf 2.5.1 is gesteld dat overheidsbemoeienis en regelgeving een aantasting van het gevoel van autonomie kunnen inhouden. Het gedrag vloeit voort uit angst voor straffen of uit de wens beloningen te ontvangen. Er is sprake van externe regulatie (Deci & Ryan, 1987; 2000; Ryan & Deci, 2002). Het gevaar bestaat hierdoor dat met het opheffen van de maatregelen ook het gewenste gedrag overboord wordt gezet. Dit mechanisme lijkt alleen voorkomen te kunnen worden als het gedrag zonder dwang wordt uitgevoerd; als het gedrag de wens van het individu zelf is (geworden) (Deci & Ryan, 1987; 2000; Ryan & Deci, 2002). Met andere woorden: mensen moeten intrinsieker gemotiveerd raken om zich milieuvriendelijker te gedragen (Deci & Ryan, 1987; 2000; Ryan & Deci, 2002; Cooke & Fielding, 2009; Steg et al., 2015).

Met intrinsieke motivatie wordt de hoeveelheid tijd bedoeld die vrijwillig aan een bepaalde taak wordt gewijd. Het stamt af van het streven van de mens naar competentie en autonomie waarbij men handelt uit eigen keuze in plaats van dat het wordt opgelegd (Deci & Ryan, 1987; 2000). Op verschillende terreinen (onderwijs, werk) blijkt het hebben van autonomie de prestaties te verhogen (Chirkov & Ryan, 2001; Deci, Connell & Ryan, 1989). Zelfdeterminatie (autonomie) kan ook een belangrijke rol spelen bij de motivatie om gedrag milieuvriendelijker te krijgen (Cooke & Fielding, 2009).

Lindenberg en Steg (2007) plaatsen daar vraagtekens bij. Intrinsieke motivatie is in hun optiek te gerelateerd aan plezier en daarmee aan hedonistische doelen die te afhankelijk zijn van de bui van iemand en derhalve minder stabiel. Milieuvriendelijk gedrag hoeft ook niet altijd plezierig te zijn.

Het alternatief is om een 'als verplichting ervaren vorm van intrinsieke motivatie' te vinden (Van der Werff et al., 2013). Om deze motivatie effectief te krijgen zal het nieuwe gedrag als zijnde belangrijk moeten worden geaccepteerd – waarbij het belang mede door de waarden en de doelen zal worden bepaald en per individu kan verschillen.

Daarnaast moet het gevoel aanwezig zijn dat men competent genoeg is om het gedrag uit te voeren (Ryan & Deci, 2002; Cooke & Fielding, 2009; Bandura, 1993; Kasser & Sheldon, 2002; Vermeir & Verbeke, 2006; Thøgersen & Grønhøj,2010; Cohen et al., 1986). Hierbij zijn de termen gepercipieerde controle en zelfeffectiviteit belangrijk. Er wordt alleen in actie gekomen als men erop vertrouwt over voldoende capaciteiten te beschikken om die actie te organiseren en te volbrengen om de gestelde doelen te bereiken (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001; Bandura, 1977; 1993).

Om het gevoel te krijgen dat het gedrag vrijwillig wordt uitgevoerd moet er ten slotte een vorm van vrijheid worden geboden (Deci et al., 1994). Is die vrijheid er niet dan zal het gevoel van autonomie verdwijnen. De gebruiker heeft dan niet langer het gevoel controle over zijn acties te hebben.

Wordt aan deze voorwaarden voldaan dan kan het gewenste gedrag internaliseren – het gedrag verwoordt dan toch tot een onderdeel van de identiteit; van het zelf (Ryan & Deci, 2002; Pelletier et al., 1998). Het gedrag zal dan worden uitgevoerd.

§ 2.5.5 Handvatten voor Gedragsverandering – Subjectieve Norm en Sociale Context

De verschillende facetten van de hedonistische tredmolen (Brickman & Campbell, 1971) maken duidelijk dat bij het consumeren en bij het streven naar een milieuvriendelijker samenleving de sociale context belangrijk is (Jackson, 2005; Wener & Carmalt, 2006). Hoe individualistisch de Westerse mens ook denkt te zijn, hij wil toch graag ergens bij horen (Swim et al., 2009; Penn, 2003; Tromp, 2013). Men laat zich leiden door dat wat anderen doen en wat anderen vinden (Cialdini et al., 1991; Cialdini, 2003; Galinsky et al., 2008; Bamberg & Möser, 2007; Van Vugt, 2009a). In de Theorie van Gepland Gedrag wordt dit de subjectieve norm genoemd – iedereen ondervindt sociale druk om een bepaald gedrag wel of juist niet uit te voeren. De angst om buitengesloten te worden blijkt een belangrijke drijfveer tot specifiek gedrag. Vinden anderen milieuvriendelijk gedrag vreemd dan zal men eerder geneigd zijn dat gedrag ook te laten zitten (VandenBergh & Steinemann, 2007). Als er wordt nagedacht over de aanschaf van een elektrische auto dan zal men zich afvragen hoe anderen daar op zullen reageren. Wordt een negatieve reactie verwacht dan zal dit gevoel ten koste gaan van het zelfgevoel en zelfvertrouwen (Gifford, 2011). Daarnaast blijkt dat wanneer anderen zich milieuvriendelijk gedragen eerder de prikkel wordt gevoeld dat gedrag ook te vertonen (Nyborg et al.; Frey & Meier, 2004). In een schone omgeving waarin iedereen zijn vuilnis in vuilnisbakken deponeert, heeft men eerder de neiging om dat ook te doen (Steg et al., 2014a; Lindenberg & Stapel, 2009; Keizer et al., 2013).

Sociale dilemma's tonen daarentegen aan dat het belang van het gemeenschappelijke niet altijd overeenkomt met het belang van het individu. Wanneer iemand zich niet conformeert aan het belang van de gemeenschap kan de individuele beloning hoger zijn dan wanneer alles evenredig wordt gedeeld. Echter, de opbrengst voor alle leden van de gemeenschap is hoger wanneer iedereen zich wel conformeert. Dit wordt de tragedie van het gemeenschappelijke genoemd (Van Vugt, 2009a; Roch & Samuelson, 1997). Frank (2004) heeft eveneens laten zien dat het verleidelijk is om het belang van het gemeenschappelijke te doorbreken om voor de eigen winst te gaan. Er wordt zo een 'voorsprong' op de andere leden van de gemeenschap verkregen die aantrekkelijk is. Dit is een van de in gang zettende factoren van de hedonistische tredmolen die onmiskenbaar tot de uitputting van de beschikbare bronnen zal leiden (Hardin, 1968). Sociale interactie vraagt derhalve om een soort wederkerig altruïsme (Cosmides & Tooby, 1997). Dit kan alleen werken als de sociale normen helder en concreet zijn. De informatie moet gemakkelijk en eenduidig te begrijpen zijn. Als de informatie te abstract is - als ze ambigue is - biedt ze ruimte om te ontsnappen en zullen normatieve doelen ingeruild worden voor hedonistische (Lindenberg & Steg, 2007; 2013).

Het handhaven van de sociale normen moet laagdrempelig en zichtbaar zijn. Het idee ontstaat dan dat het vertoonde gedrag (de descriptieve norm) het gewenste gedrag is (Keizer et al., 2013). De descriptieve norm laat niet zo zeer zien hoe mensen zich zouden moeten gedragen, maar hoe zij zich werkelijk gedragen (Cialdini et al., 1991; Cialdini, 2003). Er vindt een soort van priming plaats. Altruïstische en biosfeervriendelijke waarden (de normatieve doelen) worden saillant (Steg et al., 2014), waardoor mensen geneigd zijn dit gedrag over te nemen (Buenstorf & Cordes, 2008; Penn, 2003). Als de straat wordt geveegd dan zijn anderen tot (ander) sociaal gedrag bereid. Dit wordt het sociale cross-norm effect genoemd (Keizer et al., 2013). Als zo'n ontwikkeling in gang gezet kan worden dan kunnen door de sociale druk de achterblijvers worden gestimuleerd om het gewenste gedrag ook te vertonen (Penn, 2003).

§ 2.5.6 Handvatten voor Gedragsverandering – Identiteit

Het is tegenwoordig eenvoudiger om verschillende identiteiten te hebben en van identiteit te veranderen, zoals in Paragraaf 2.4.3 is geschetst. Producten zijn meer en meer een verbeelding van de zelf gekozen identiteit of identiteiten geworden (Belk, 1985; Ericksen, 1997). De mogelijkheden om aan de gevel de eigen identiteit te kunnen geven kan een argument zijn om de gevel te gaan gebruiken. Bovendien zou het milieuvriendelijke gedrag een verbeelding van de identiteit kunnen zijn en zo een verlengde van het zelf (Reed, 2004; Piacentini & Mailer, 2004; Ahuvia, 2005; Biddle, Bank & Slavings, 1987). Hoe zichtbaarder het milieuvriendelijke gedrag voor de buitenwereld gemaakt kan worden, hoe eerder men bereid is dit gedrag uit te voeren (Penn, 2003; Van Vugt, 2009).

§ 2.5.6.1 Handvatten voor Gedragsverandering – Identiteit Milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Er schuilt een gevaar in het persoonlijk kunnen maken van de gevel; in het ontwerpen van de gevel als verlengde van de identiteit. Dit zou er namelijk toe kunnen leiden dat regelmatig de gevel wordt aangepast aan een nieuwe identiteit. Dit is niet gunstig voor het milieu.

Het snel vervangen van de gevel kan mogelijk worden voorkomen als de milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de gebruiker tegelijkertijd wordt versterkt. De

zelfidentiteit kan worden beschouwd als het label waarmee iemand zichzelf omschrijft (Cook et al., 2002) en waarmee een realistischer beeld van iemand wordt geschetst dan de waarden (Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b).

Zoals eerder gesteld is de zelfidentiteit enigszins flexibel. Dit in tegenstelling tot de waarden die stabiel zijn. Pas als de context verandert, worden de aangehangen waarden tegen het licht gehouden. Verplanken et al. (2008a) noemen dit zelfactualisatie. Hierbij wordt door het individu onderzocht of de nieuwe context aanleiding geeft om dat wat belangrijk wordt gevonden te herijken.

Bij het formuleren van de zelfidentiteit blijkt het gedrag in het verleden als cue voor toekomstig gedrag te worden gehanteerd (Bem, 1972). Als iemand zich milieuvriendelijk heeft gedragen dan is de kans groot dat hij dat in de toekomst ook zal doen. Met name wat duurder gedrag blijkt hierbij van invloed. Met duurder wordt het gedrag bedoeld dat letterlijk kostbaar was, veel tijd of inspanning vergde. Het gedrag moet onderscheidend genoeg zijn. Voert iedereen het bepaalde gedrag uit dan zal dat gedrag minder invloed op de identiteit hebben (Cornelissen et al., 2008).

De afhankelijkheid van het gedrag in het verleden maakt dat de zelfidentiteit enigszins gestuurd kan worden. En daarmee het gedrag. Dit kan door het geven van zogenaamde externe cues.[15] Door iemand er op te wijzen dat in het verleden al redelijk wat milieuvriendelijk gedrag is uitgevoerd blijkt hij/zij ervan doordrongen te kunnen worden dat hij/zij een milieugeoriënteerder zelfidentiteit heeft (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff et al., 2013a; 2013b). Hoe sterker die milieugeoriënteerde zelfidentiteit is hoe sterker men zich moreel verplicht zal voelen om zich milieuvriendelijk te blijven gedragen (Van der Werff et al., 2013; 2013a; 2013b; Gatersleben et al., 2010; Whitmarsh & O'Neill, 2010) – hoe sterker de motivatie (Van der Werff et al., 2013).

Dit vergroot de kans op een zogenaamd spillover-effect. Het spillover-effect gaat over de kans dat het ene milieuvriendelijke gedrag leidt tot ander milieuvriendelijk gedrag ergens in de toekomst (Evans et al., 2013; Van der Werff et al., 2013a; 2013b; Cornelissen et al., 2008), of in een andere setting.

15 Wordt bijvoorbeeld pro-religieus gedrag saillant gemaakt dan blijken de testpersonen zich als religieuzer te beschouwen en hebben ook een positievere houding ten opzichte van religie. Deze methode blijkt vooral succesvol wanneer iemand nog geen werkelijk uitgekristalliseerde houding ten opzichte van een onderwerp heeft (Chaiken & Baldwin, 1981).

Als milieuvriendelijk gedrag in gebouwen betrokken zou kunnen worden op het eigen gedrag en zo op de identiteit zou dat mogelijk kunnen leiden tot milieuvriendelijk gedrag elders. Bijvoorbeeld in de vorm van een verminderd indirect reboundeffect. Een milieuvriendelijker maatschappij zou bereikt kunnen worden als de milieugeoriënteerde zelfidentiteit wordt versterkt (Gatersleben et al., 2010; Van der Werff et al., 2013; 2013a; 2013b).

§ 2.6 Conclusie & Discussie

Hoofdstuk 2 had tot doel om te zoeken naar een verbinding tussen gedrag en de nog te ontwikkelen activerende gevel om zo het eventuele gebruik van het gevelsysteem te voorspellen. Daarnaast is het de ambitie om te onderzoeken of er op basis van deze beknopte gedragsstudie randvoorwaarden aan het gevelsysteemop te stellen zijn die de gebruiker tot een hoger milieubewustzijn zouden kunnen stimuleren.

§ 2.6.1 Acceptatie en gebruik

De eerste deelvraag luidde:

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem wil zij geaccepteerd en gebruikt gaan worden?

1 De gevel mag geen gevoel van verlies uitstralen; mensen hebben een verliesaversie.

Klimaatverandering wordt vaak geassocieerd met verlies en ook de maatregelen om de grootte en de impact van de klimaatverandering tot een minimum te beperken gaan ervan uit dat mensen moeten inleveren op hun manier van leven. Dit zou in zekere zin ook voor een activerende gevel kunnen gaan gelden. Er zullen handelingen verricht moeten worden om comfort te verkrijgen dat nu praktisch voor niets wordt verkregen. Er zal een verlies aan gemak optreden – de winst moet dit verlies compenseren en moet benadrukt worden.

2 De gevel moet aan verschillende vormen van winst appelleren.

Hoewel de angst om iets te verliezen grofweg tweemaal zo groot is als de behoefte om iets te winnen zal de activerende gevel vooral met 'winst' geassocieerd moeten worden. Hierbij is de nadruk op het milieuvriendelijke van de gevel niet voldoende. Bij lang niet iedereen zijn de universele waarden waartoe biosfeervriendelijke waarden gerekend worden dominant. Aan elke waarde uit de circumflex van Schwartz zijn echter motieven voor milieuvriendelijk gedrag te koppelen. Hoe groter de verscheidenheid aan waarden die door de activerende gevel wordt 'afgedekt' hoe groter de groep gebruikers zal zijn die de gevel zou willen gebruiken. De winst kan bijvoorbeeld ook gevonden worden in financiële voordelen; in een hoger en persoonlijker comfort of in het feit dat de gevel persoonlijker gemaakt kan worden.

3 De gevel moet een zichtbare milieuvriendelijkheid hebben.

Met de activerende gevel moet het imago kunnen worden verbeterd om zo de sociale status te verhogen. Ook dit is een vorm van winst. De gebruiker laat aan de buitenwereld zien dat hij/zij zich het gedrag kan en wil veroorloven. Het zichtbaar maken van het bedienen van de gevel en zo het zichtbaar maken van het milieuvriendelijke gedrag kan anderen aanzetten tot vergelijkbaar milieuvriendelijk gedrag: het sociale cross-norm effect. Zo kan de sociale druk bij anderen worden neergelegd om zich op een bepaalde manier te gaan gedragen.

4 De gebruiker moet controle krijgen.

Om gedrag geïnternaliseerd te kunnen krijgen moet bij de gebruiker het gevoel opgewekt worden dat het gedrag op een vrijwillige basis uitgevoerd wordt. De gebruiker moet controle hebben over het al dan niet bedienen van de gevel - hij moet autonoom zijn in het bedienen.

5 De bediening van de gevel moet door iedereen begrepen worden

Of de gevel zal worden geaccepteerd is niet alleen afhankelijk van de waarden, maar zeker ook van de tevredenheid over het door middel van het bedienen van de gevel gecreëerde binnenklimaat. Los van de bouwfysische kwaliteiten die de gevel hiervoor zal moeten hebben, zal de bediening van de gevel door iedereen begrepen moeten worden. Er moet sprake zijn van een gepercipieerde controle. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de menselijke hersenen geen superintelligente

machines zijn die in staat zijn om over elke handeling rationeel na te denken. Handelingen moeten snel in routines kunnen worden opgenomen. Dit kan alleen als de randvoorwaarden versimpeld zijn. De informatie die noodzakelijk is om de activerende gevel te bedienen mag cognitief niet te ingewikkeld zijn. Als dat wel zo is, kan het ook een gevoel van incompetentie bij de gebruikers opwekken. Mensen willen zich juist competent voelen.

Deelvraag 2

Wat zijn de randvoorwaarden van een activerend gevelsysteem die leiden tot het manifester maken van het milieuvriendelijke gedrag van de gebruiker.

1 De milieugeoriënteerde zelfidentiteit moet worden versterkt.

Het antwoord op Deelvraag 1 maakte duidelijk dat voor gebruikersacceptatie de winst die met de activerende gevel geboekt zou kunnen worden benadrukt moet worden. De energie- en vooral de hieraan gerelateerde financiële winst kan voor veel gebruikers een belangrijker argument zijn om de gevel toe te passen en te gebruiken. Hierin schuilt echter het gevaar dat het geld dat op het energiegebruik wordt bespaard aan andere milieubelastende activiteiten wordt besteed en dat zogenaamde directe en indirecte reboundeffecten optreden.

Bij het beantwoorden van Deelvraag 1 is verder gesteld dat de bediening van de gevel cognitief gezien niet te inspannend mag worden. Is de gevel ingewikkeld en wordt er bij het doorgronden van de principes veel van de gebruiker gevraagd dan bestaat de kans dat niet naar het meest optimale, maar naar dat wat op dat moment als voldoende is, wordt gestreefd.

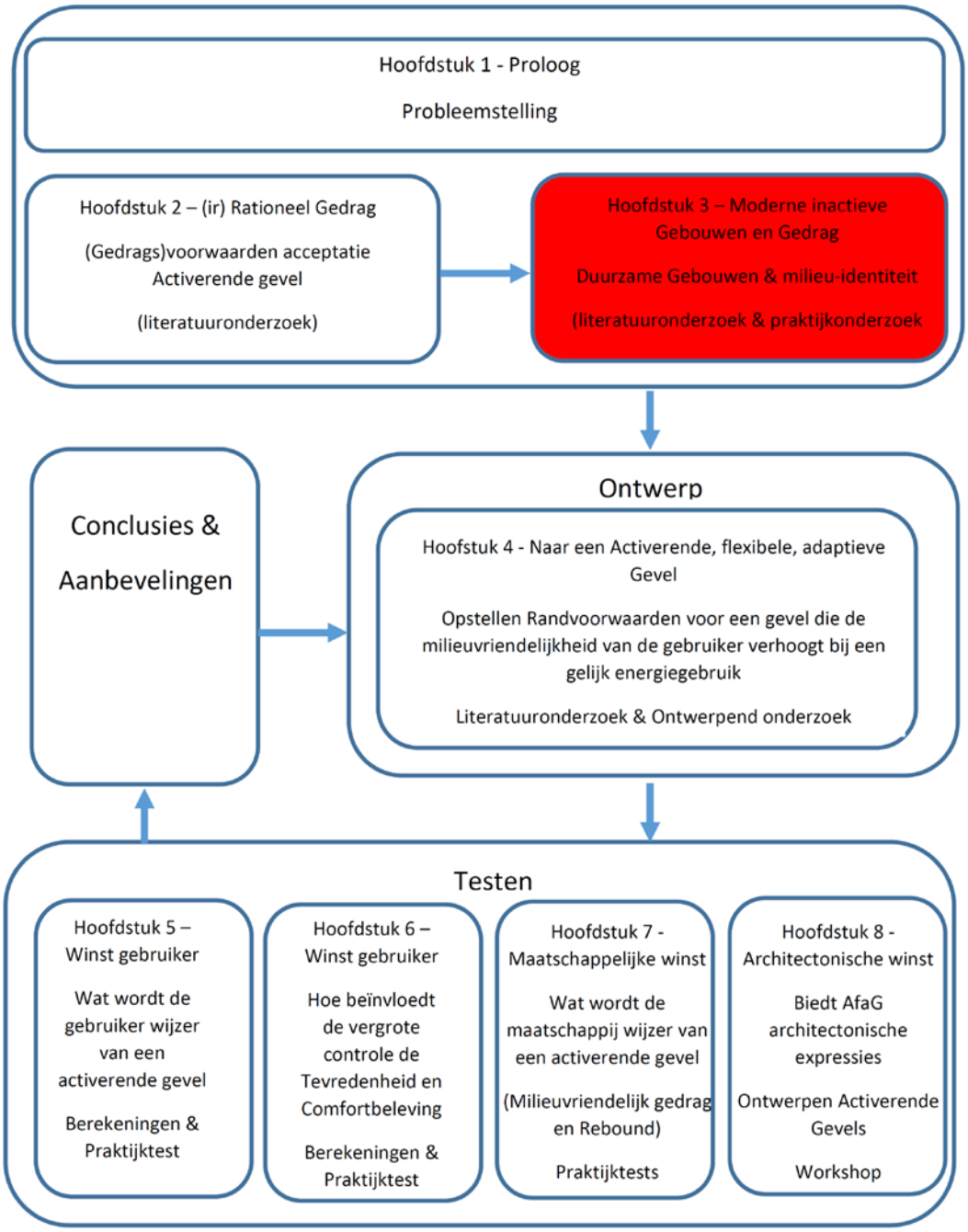
Om zich bewust te zijn van de milieuvriendelijke actie die besloten ligt in het activerend maken van de gevel mag de bediening van de gevel echter ook weer niet te gemakkelijk worden. De gebruiker moet het gevoel hebben 'iets' te hebben gedaan; een inspanning te hebben verricht. Bij het ontwerpen van de activerende gevel zal hierin een balans gevonden moeten worden.

2 Er moet een nieuwe context worden gecreëerd.

Een milieubewuster houding kan worden bereikt als met de gevel een nieuwe context gecreëerd wordt. Gedragsveranderingen zijn lastig vol te houden. Handelingen passend bij dat nieuwe gedrag moeten bewust worden uitgevoerd. Dit vraagt om een behoorlijke

cognitieve inspanning en daarmee om vrij veel energie. Energie die het menselijk lichaam eigenlijk niet heeft. Hierdoor dreigt cognitieve uitputting met een terugval in de oude gewoontes als gevolg.

De noodzaak tot de gedragsverandering moet derhalve onmiskenbaar zijn. De context moet ingrijpend veranderen om een diep reikende en duurzame gedragsverandering te bewerkstelligen. Er vindt dan zelfactualisatie plaats. In deze situaties zal worden afgevraagd of de altijd aangehangen waarden en gestelde doelen nog altijd dominant zouden moeten zijn.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(literatuuronderzoek & praktijkonderzoek
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Praktijktests
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
Workshop

3 Moderne inactieve gebouwen en gedrag

*"De verwarming stond te hoog.
Robin duwde moeizaam het stugge raam open;
de koele lucht stroomde naar binnen om gewillig
het benauwde hok te vullen".*

Robert Galbraight, Blz 255

§ 3.1 Inleiding

"They [left the busy scene, and] went into an obscure part of the town, where Scrooge had never penetrated before, although he recognised its situation, and its bad repute. The ways were foul and narrow; the shops and houses wretched; the people half-naked, drunken, slip-shod, ugly. Alleys and archways, like so many cesspools, disgorged their offences of smell, and dirt, and life, upon the straggling streets; and the whole quarter reeked with crime, with filth, and misery."

Charles Dickens' omschrijving van de achterbuurten van Londen in de *Ghost of Chrismas Past* is nauwelijks fantasie (Dickens, 1843). Statistisch onderzoek uit die tijd door onder anderen Booth onderschrijft de gruwelijke woon- en leefomstandigheden van de allerarmsten aan het eind van de 19e eeuw (Dorling et al., 2000). De trek naar en de groei van de grote steden was massaal, te snel en te ongecontroleerd gegaan. Londen, bijvoorbeeld, groeide van 1 miljoen inwoners in 1801 naar 6,5 miljoen in 1901. In dezelfde periode nam het aantal inwoners in Manchester toe van 75.000 naar 600.000 (Frampton, 2001). Al die mensen werden noodgedwongen gehuisvest in belabberde woningen en woonkazernes.

Halverwege de 19e eeuw begonnen in Groot-Brittannië architecten als Augustus Welby Pugin en John Ruskin en theoloog/ontwerper William Morris zich tegen deze excessen van de industrialisatie te keren. Zij maakten duidelijk dat architecten zich verantwoordelijk zouden moeten voelen voor de maatschappij waarin zij werkten en leefden (Banham, 1980). Hun oplossingen zochten zij vooral in het zich ontworstelen aan die nieuwe technologieën die in hun ogen onheil hadden gebracht. Zij pleitten voor een terugkeer naar een samenleving van voor de industrialisatie.

In de meeste, andere Europese landen waren de effecten van de industrialisatie en de te snelle economische groei minder heftig. Door de intelligentsia in die landen werd de industrialisatie en de nieuwe technieken met de nodige romantiek en zelfs als kunst overtreffend beschouwd: "A roaring car is more beautiful than the winged victory of Samothrace" (Marinetti, geciteerd in Banham, 1980 – blz. 103).

Murphy (2012) stelt dat aan het eind van de 19e eeuw aan de ene kant het geloof leefde dat de nieuwe technieken in een nieuwe wereld met een ongekende vrijheid zouden gaan resulteren, aan de andere kant echter werd het gevaar gesignaleerd dat in die over-rationele, door de techniek beheerste wereld vrijheden juist verloren zouden gaan. De eerste visie is beschreven in Chernyshevsky's roman *What is to do be done* (1863); de andere in de roman *Notes from Underground* van Dostoyevsky (1864).

In gebouwen speelt een vergelijkbare tegenstelling. Dit hoofdstuk gaat over deze twee visies op de invloed van techniek en dan met name over de manieren waarop met deze technieken binnenklimaten worden gecreëerd, over hun effecten op het milieu en over de wijzen waarop deze gebouwen (milieuvriendelijk) gedrag beïnvloeden of zouden kunnen beïnvloeden. Doel van het hoofdstuk is om te achterhalen welke gebouwprincipes met de daarbij behorende manieren om comfortabele binnenklimaten tot stand te brengen als basis kunnen dienen voor gebouwen met een verkleinde kans op het directe en indirecte reboundeffect. En dus voor op een vergrote kans op milieuvriendelijk gedrag. De onderzoeksvragen die hierbij horen, luiden:

Deelvraag 3

Welke psychologische en technische principes liggen aan het verschil tussen het theoretisch berekende energiegebruik en het werkelijke energiegebruik in gebouwen ten grondslag ?

Deelvraag 4

Welke invloed heeft de energiezuinigheid van het gebouw op het milieubewustzijn van de gebruiker ?

§ 3.2 Naar abstractere binnenklimaten

§ 3.2.1 Woningen als machines

De meeste West-Europese landen kenden minder grote sociale problemen als gevolg van de industrialisatie dan Engeland (Guillén, 2006). De industrialisatie en de trek naar de stad was minder snel en minder ongecontroleerd verlopen. Het vertrouwen in de nieuwe technieken was nog niet verdwenen en aan het begin van de 20e eeuw werden deze nog als middel gezien om de sociale en economische problemen mee op te lossen. Zo zouden de industrieel en dus in massa vervaardigde, goedkope en voor iedereen bereikbare woningen sociale onrust kunnen dempen (Le Corbusier, 1931; Gropius, 1965; 1936).

Industrialisatie draait om efficiëntie; om het bereiken van het meest optimale productieproces en het uitnutten van de materiaaleigenschappen. Om een architectuur te vinden die hierbij zou kunnen aansluiten kon de nieuwe lichting, Modernistische architecten niet de historische gebouwen als uitgangspunt nemen, omdat die veelal ambachtelijk, tijdsintensief, kostbaar en elitair waren (Ford, 2003). Zij namen daarom ingenieurskunst als bruggen, maar ook schepen en vliegtuigen als belangrijkste inspiratiebronnen. Net als bij deze als eerlijk beschouwde industriële objecten zou in de architectuur niet langer een bepaald schoonheidsideaal het doel zijn, maar moest de vorm kunnen worden beschouwd als de logische uitkomst van de intellectuele, sociale en technische condities van de tijd (Brolin, 1979; Boomkens, 1989).

Het constructief efficiënte kwam tot uitdrukking in lichte skeletten opgebouwd uit de nieuwe materialen ijzer, staal en (gewapend) beton die als tegenhangers van de traditionele massieve, zware, dragende en gesloten bouwmuren werden ingezet. De gevels konden hierdoor als het ware opengebroken worden om zo licht en lucht binnen te laten (Gropius, 1965; 1936). De fysieke scheiding tussen binnen en buiten kon praktisch verdwijnen.

Verder moesten woningen net als auto's en vliegtuigen functionele machines worden. Gropius: "een container, een stoel, een huis moet perfect geschikt zijn voor zijn doel, dat wil zeggen het moet doelmatig, duurzaam, economisch en mooi zijn" (ibid). En: "A house is a machine for living in… the mass production house, healthy and beautiful in the same way that the working tools which accompany our existence are beautiful" (Le Corbusier, 1931). En ten slotte: "The house can in a certain way be compared to a machine and must be constructed so that every one of its parts serves a precise purpose. There should be nothing there that is useless or superfluous, because like a machine this will end up hindering its functioning" (Giuseppe Terragni geciteeerd in: Guillén, 2006 - blz. 30).

Ruim een eeuw later kan de opvatting van een gebouw als een industrieel product als naïef en zelfs als aanzet tot de schadelijke invloed die gebouwen op het milieu hebben, worden beschouwd (Taleghani et al., 2013). Een gebruiksvoorwerp als een auto of een knoflookpers is namelijk fundamenteel iets anders dan een gebouw. Zij kunnen een universeel product zijn omdat zij in alle landen min of meer hetzelfde zullen functioneren. Bij gebouwen was dat voor de Modernen evenwel niet het geval.

Los van culturele verschillen in de wijzen waarop gebouwen werden gebruikt, lagen aan de totstandkoming van de plattegronden, gevels en materialisatie van de traditionele gebouwen klimatologische factoren ten grondslag. De traditionele woning kan worden beschouwd als 'gecodeerd klimaat' (Hawkes, 2012; Oliver, 1969; Fitch & Branch, 1960; Meir & Roaf, 2005). In veel klimaten was bijvoorbeeld de toepassing van zware

muren niet alleen onvermijdelijk omdat andere bouwmaterialen vaak niet voor handen waren, maar zij hielpen dankzij hun warmte-accumulerend vermogen mee om de scherpe kanten van het klimaat te temperen.

De Modernen vonden massa in gebouwen dom en overbodig (Ford, 2005). Constructief gezien hadden zij wellicht gelijk en waren de nieuwe materialen efficiënter, maar met het verdwijnen van de zware constructies werden gebouwen ontdaan van hun warmte-accumulerende vermogen. Het klimaat specifieke werd door het ideaal van een universeel toepasbaar gebouw overboord gezet. Hierdoor konden de nieuwe gebouwen alleen comfortabel gekregen worden door het klimaat als het ware uit te schakelen (Fieldson, 2004; Fernández-Galiano, 2000) en in gebouwen installaties in te zetten die het onaangepaste van de gebouwen aan het specifieke klimaat moesten compenseren. De installaties die voor een prettig binnenklimaat zorgden, vervuilden weliswaar het milieu (Fitch, 1972), maar zij pasten wel naadloos binnen de filosofie van de Modernen.

Machines waren de uitdrukking van de moderne tijd en met techniek – zo was de opvatting - konden in principe alle problemen worden opgelost. Daar komt bij dat de prestaties van de traditionele gebouwen ook niet heel precies waren. Men kon dankzij de op het klimaat afgestemde woningen in extreme omstandigheden overleven (Oliver, 1969; Fitch & Branch, 1960; Baker, 2000; Meir & Roaf, 2005); maar overleven is iets anders dan op een comfortabele manier leven (Stoops, 2006; Banham, 1984). De op het Modernisme geënte Internationale Stijl had als uitgangspunt om van de inefficiëntie van de traditionele architectuur af te komen; om van comfort iets universeels te maken. Gewoontes zouden worden ingeruild voor op informatie gebaseerde innovatie (Banham, 1984). De nieuwe installaties boden de architecten de vrijheid om elk type gebouw met een vooraf gedefinieerd binnenklimaat te configureren en te realiseren in elk type klimaat. De techniek overbrugde geografische en culturele verschillen (Vellinga, 2006).

Veelzeggend in dit verband is het motief achter de zogenaamde *mur neutralisant,* bedacht door Le Corbusier:

"Every Nation builds houses for its own climate. At his time of international interpenetration of scientific techniques I propose: one single building for all nations and climates… These walls are envisaged in glass, stone, or mixed forms, consisting of a double membrane with a space of a few centimeters in between them a space that surrounds the building underneath, up the walls, over the roof terrace…. In the narrow space between the membranes is blown scorching hot air, if in Moscow, iced air if in Dakar. Result, we control things so that the surface of the interior membrane holds 18°C. And there you are- (Le Corbusier, geciteerd in Banham, 1984 – blz 159).

Le Corbusier had in zijn oorspronkelijke ontwerp van het Cité de Refuges in Parijs (1933) de op het zuiden georiënteerde gevel uitgerust met een *mur neutralisant*. Het budget stond deze nieuwe en niet geteste gevel niet toe. Zelfs 'normale' koeling bleek niet in het budget te passen. Met als gevolg dat het in de zomer veel te heet in het glazige gebouw werd. Uiteindelijk zijn brise soleils – betonnen elementen - aan de gevel gehangen om de zomerhitte uit het gebouw te weren (Murray, 2009). Op deze manier kreeg het gebouw meer massa en daarmee een verhoogd accumulerend vermogen. Het gebouw in haar oorspronkelijke staat demonstreerde dat zelfs in een gematigd klimaat als dat van Parijs lichte gebouwen en in de verkeerde oriëntatie toegepast glas in de zomer onleefbare binnenklimaten tot gevolg konden hebben.

§ 3.2.2 Hoogbouw

In dezelfde periode – eind 19e/begin 20e eeuw - werd in de Verenigde Staten een nieuw type gebouw ontwikkeld dat het buitensluiten van het klimaat praktisch onvermijdelijk maakte. Net als de belangrijke Engelse steden groeiden de Amerikaanse steden sterk gedurende de 19e eeuw. Ondanks een 8000 gebouwen verwoestende brand in 1871, groeide het aantal inwoners van Chicago naar twee miljoen in 1900 (Niculin, 1982). De combinatie van de verwoesting met de snelle groei – Chicago bleef ook na de brand het centrum van de vlees- en graanhandel en van het snel uitbreidende spoorwegnet - leidde tot sterk stijgende grondprijzen. Dit maakte een nieuwe gebouwvorm noodzakelijk. Met de traditioneel horizontaal georiënteerde gebouwen kon niet langer aan de vraag naar relatief betaalbare ruimte worden voldaan. Alleen door hoger te gaan bouwen kon de dure grond optimaal worden gebruikt.[16]

Zoals de Moderne architecten in Europa op zoeken moesten naar een nieuwe architectonische taal die bij de nieuwe tijd, technieken en materialen paste, zo moest in de Verenigde Staten gezocht worden naar nieuwe constructietypen die hoogbouw op een efficiënte manier mogelijk maakten.

16 De compacte plattegrond van de wolkenkrabbers paste ook beter bij het tertiaire werk dat in de Westerse landen steeds belangrijker zou gaan worden dan de meer uitgespreide industriële gebouwen.

De aanleiding was anders maar de oplossing uiteindelijk hetzelfde. Ook voor de Amerikaanse hoogbouw werden de in eerste instantie nog gebruikte massieve muren ingeruild voor lichte (stalen) skeletten.[17]

De nieuwe constructiemethoden ontdeden de gevel van haar dragende functie, maar de gevels bleven in de eerste wolkenkrabbers nog wel relatief zwaar. Ze waren vaak gemetseld en/of nog voorzien van traditionele, keramische ornamenten (Murphy, 2012). De eerste wolkenkrabbers kregen door het hanteren van historiserende stijlen architectonisch gezien in ieder geval een uitstraling die werd herkend. Een nevenvoordeel was dat zij zo, ondanks het geringe gewicht van de draagconstructie, toch voldoende massa behielden om het klimaat in Chicago te dempen (Bushnell & Orr – geciteerd in Banham, 1984).

Oogden deze eerste Amerikaanse wolkenkrabbers nog traditioneel en behoorden ze duidelijk nog tot de 19e eeuw, de verloren prijsvraaginzending van Ludwig Mies van der Rohe voor hoogbouw aan de Friedrichstrasse in Berlijn uit 1921 deed dat niet. Dit gebouw kan als oervader en ideaalbeeld van de Moderne wolkenkrabber worden beschouwd. Zij was extreem, abstract, hard en was de letterlijke verbeelding van de ambities van de Modernen om de gevels te dematerialiseren om licht en lucht binnen te laten. Mies van der Rohe bekleedde zijn hoekige toren met bijna niets (Mies: 'Beinahe nichts'); alleen glas scheidde binnen van buiten.

Het ontdoen van alle overbodige massa en het optimaal profiteren van de architectonische mogelijkheden van de skeletconstructie paste niet alleen binnen de filosofie van de Modernen, maar lag ook technisch en economisch voor de hand. Alleen door voor de gevel lichtere materialen dan metselwerk of dik natuursteen te gaan gebruiken kon de ambitie om steeds hoger te gaan bouwen worden waargemaakt. Hoe minder gewicht de constructie en met name de fundatie hoefde te dragen hoe hoger het gebouw kon worden. Met het verdwijnen van de massa verdween echter ook het accumulerend vermogen van de gebouwen. De gebouwen waren zelf niet meer tot een vorm van klimaattempering in staat. De fluctuaties in de lichte gebouwen als gevolg van de heersende klimaten waren hierdoor heftiger. Installaties moesten deze fluctuaties dempen en namen zo deze functie van de massa over (Seaton, 2012).

17 Het in 1889 gerealiseerde Monadnock Building bracht de beperkingen van een gemetselde constructie in combinatie met hoogbouw aan het licht. Niet alleen moest de dragende gevel 1,8 meter diep worden om het 16 verdiepingen hoge gebouw te kunnen dragen, maar door het gewicht zakte het gebouw tijdens de bouw een meter de grond in. Het zuidelijk deel van het gebouw heeft daarom alsnog een stalen geraamte gekregen. Deze gevel kon hierdoor dunner worden en bovendien konden grotere raamopeningen in deze gevel worden opgenomen. Grotere raamopeningen betekenden uiteraard ook dat er meer daglicht de gebouwen kon binnendringen – waardoor de gebouwen iets dieper konden worden (Sinha, 2002; Murray, 2009).

Niet alleen het reduceren van het gewicht, maar ook het onvermijdelijke verticale transport in de wolkenkrabbers – van mensen, maar ook van voorzieningen zoals lucht en water – maakte klimaatinstallaties noodzakelijk. Het in verticale richting open snijden – het uithollen - van het gebouwlichaam en het aanbrengen van door alle verdiepingsvloeren lopende schachten bemoeilijkte het creëren van aangename binnenklimaat. Tocht en het zogenaamde schoorsteeneffect waren hierbij de boosdoeners. Door de gevels hermetisch te sluiten en door draaideuren aan te brengen kon dit gevaar worden bezworen (Banham, 1984). Wolkenkrabbers waren derhalve niet alleen mogelijk dankzij de personenlift (en elektrisch licht) en de nieuwe lichte constructiematerialen, maar ook dankzij klimaatinstallaties (ibid).

Het kunstlicht en de mechanische ventilatie maakten een scheiding tussen binnen en buiten mogelijk, maar dit betekende ook een scheiding tussen architectuur en techniek; tussen het ontwerp en het opereren van het gebouw (Banham, 1984) en tussen gebruiker en omgeving (Seaton, 2012).

§ 3.2.3 Streven naar efficiëntie

De ambitie van de Moderne architecten om een nieuwe architectuur te creëren, de kennis over de gevaren van een glasgevel en de technische eisen die hoogbouw stelden, kwamen bij elkaar in het nieuwe gebouw van de Verenigde Naties in New York (1952). Dit gebouw was weliswaar niet het eerste gebouw met een lichte vliesgevel en een airconditioning – dat was het Equity Savings and Loan Building van Pietro Belluschi (Moore, 1993) – maar het kan wel als blauwdruk van de zogenaamde Internationale Stijl worden beschouwd (Banham, 1984).

In eerste instantie stelde Le Corbusier die als adviseur bij het ontwerp van het VN-hoofdkantoor was betrokken, voor om het gevaar van een ongecontroleerde opwarming van het lichte en glazige gebouw te bezweren door net als in de verbeterde gevel van het Cité de Refuge brise soleils toe te passen. Angst voor vallend ijs van de uitkragende betonnen elementen zorgde ervoor dat dit voorstel het niet haalde (Murray, 2009). Ook een *mur neutralisant* werd niet toegepast.

Alleen dankzij de door Carrier ontwikkelde airconditioning bleek het ondanks de materialisatie van de wolkenkrabber mogelijk om toch een leefbaar binnenklimaat te creëren in dit gebouw (Banham, 1984).[18]

Met de groeiende afhankelijkheid van klimaatinstallaties ontstonden echter wel nieuwe ontwerpvragen die nog altijd relevant zijn: hoe tevreden zijn mensen in dit soort kunstmatige binnenklimaten? Voelen ze zich comfortabel in dergelijke 'menselijke opbergsystemen', zoals de architect Henry Churchill het VN-hoofdkantoor noemde (Zipp, 2010)? Wat zijn de randvoorwaarden waarop het binnenklimaat moet worden gebaseerd? Met andere woorden hoe kunnen installatieadviseurs installatieconcepten ontwikkelen die bij een zekere activiteit en een verwachte kledingstijl een hoge mate van tevredenheid bij de gebouwgebruikers garanderen (Nicol & Wilson, 2010); hoe kan ervoor worden gezorgd dat de gebruikers zich in kunstmatig geklimatiseerde gebouwen thermisch comfortabelme voelen.

§ 3.2.4 Het PMV/PPD-Model

Het onderzoek naar methoden om als comfortabel ervaren (kunstmatige) binnenklimaten te kunnen ontwerpen, heeft twee dominante modellen opgeleverd: het PMV/PPD (Steady State)-model en de Adaptive Comfort Standard (Taleghani et al., 2013). Het eerste is gebaseerd op intensief onderzoek in klimaatkamers en laboratoria in de jaren zestig door vooral P.O. Fanger en is opgenomen in internationale normen als ASHRAE 55-1992 en ISO 7730-1984 (De Dear et al., 2013).

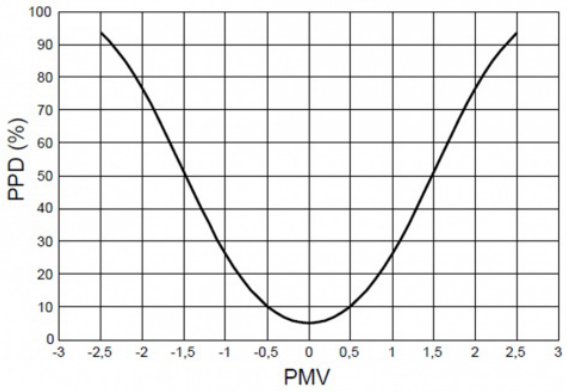
Het model is gebaseerd op het idee dat om zich thermisch behaaglijk te voelen - een geestestoestand die tevredenheid met die thermische omgeving uitdrukt bij een bepaald activiteitenniveau en type kleding (Fanger 1970) - het lichaam in een staat van warmtebalans (steady state) moet verkeren. De hoeveelheid energie die gebruikt wordt door het lichaam in de vorm van arbeid en het warmteverlies door straling, convectie, geleiding en verdamping moet gelijk zijn aan de hoeveelheid energie die wordt verkregen. Deels zal deze energieproductie door het lichaam zelf worden verzorgd (metabolisme) daarnaast kan ook energie uit de omgeving worden onttrokken - of juist aan de omgeving worden afgestaan. In een thermisch neutrale

18 Carrier noemde zijn uitvinding die zowel kon koelen, verwarmen als de luchtvochtigheid kon regelen in eerste instantie man-made-weather. En dat is precies wat airconditioning doet - het stelt de gebruiker in staat om een eigen klimaat in het gebouw te creëren (Banham, 1984).

situatie vindt thermoregulatie vooral door vasoconstrictie (vaatvernauwing) en vasodilatatie (verwijden van de bloedvaten) plaats (IUPS, 2001). Mensen merken hier niets van. De gemiddelde huidtemperatuur en de mate van zweten - beïnvloed door de warmtebalans – zal dan binnen zekere grenzen blijven en er treedt geen lokaal lichamelijk discomfort op (Fanger, 1970).

Hoe thermisch comfort wordt ervaren, is volgens Fanger afhankelijk van zes parameters: luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, luchtsnelheid en luchtvochtigheid, de verwachte activiteit (metabolisme) en de voorspelde kleding (kledingweerstand). Op basis van de data uit het onderzoek zijn deze parameters herleid tot zijn behaaglijkheidsformule waarmee – in afgeleide vorm – de gemiddelde waardering van het binnenklimaat kan worden bepaald: de Predicted Mean Vote (PMV). Deze waarde ligt tussen de -3 (koud) en + 3 (heet) en heeft als doel het streven naar '0': het neutrale; het voorkomen van hinder (Paciuk, 1990).[19]

Op basis van de PMV kan worden voorspeld welk percentage gebruikers ontevreden zal zijn met het thermische klimaat (het Predicted Percentage of Dissatisfied = PPD). Dit gebeurt op basis van de behaaglijkheidskromme.



FIGUUR 3.1 De behaaglijkheidskromme (Fanger (1970)

19 Dat neutrale lijkt wat vreemd in combinatie met de termen die hieraan gekoppeld zijn: thermisch comfort en de tevredenheid met die thermische omgeving. Zowel comfort – zoals reeds aangestipt in Paragraaf 1.2 – als tevredenheid heeft een positieve connotatie maar in de context van thermisch comfort wordt een status van neutraliteit bedoeld. Thermisch comfort is een staat waarin men het niet te koud of te warm heeft. Er wordt niet geklaagd over het binnenklimaat; men is niet ontevreden met het thermische klimaat – het binnenklimaat wordt feitelijk niet opgemerkt. Niet ontevreden is door de dubbele ontkenning gelijk aan tevreden, maar het voelt taalkundig gezien toch anders aan – hierop wordt verder in het hoofdstuk dieper ingegaan.

Zoals de kromme laat zien, betekent een PMV = 0 niet dat werkelijk iedereen tevreden is over het binnenklimaat. Altijd zal 2,5% van de gebruikers het (iets) te warm en 2,5% van de gebruikers het te koel vinden.

Het Fanger-model vormde en vormt nog altijd de wetenschappelijke kaders voor volledige geconditioneerde gebouwen, voor de klimaatonafhankelijke architectuur. Zij maakt het in principe mogelijk om in elk type gebouw in elk type klimaat een 'thermisch neutraal- binnenklimaat te creëren waarin de gebruikers een voorspelbare tevredenheid zullen hebben. De ontwerpvrijheid is technisch gezien volledig; fouten op het gebied van vorm, oriëntatie of materialisatie met betrekking tot het lokale klimaat kunnen worden gecompenseerd door klimaatinstallaties (Banham, 1984). In zekere zin maakt het door Fanger opgestelde de PMV/PPD-model zo in combinatie met de door Carrier ontwikkelde airconditioning de droom van de Modernen waar (Gissen, 2002).

§ 3.2.5 Kritiek PMV/PPD-model

Uit een omvangrijk desktop research in de jaren 70 bleek dat in volledig geconditioneerde gebouwen de op basis van het PMV/PPD-model voorspelde tevredenheid overeenkwam met de werkelijke (De Dear & Brager, 2002). Desondanks is er een aantal redenen om naar alternatieven te zoeken voor dit soort voorspelbare, stabiele en universele binnenklimaten (Jaffari & Matthews, 2009).

Er kunnen bijvoorbeeld vraagtekens worden gezet achter het begrip thermische neutraliteit – een situatie die nooit werkelijk kan bestaan (Heschong, 1979). Het menselijk lichaam is niet statisch en niet universeel en heeft niet altijd behoefte aan thermische neutraliteit. Uit onderzoek van Butala and Muhič (2007) blijkt dat in een geconditioneerd gebouw met een neutrale omgeving slechts de helft van de mensen zich ook neutraal voelt. Andersom zijn mensen die +2 of -2 op de ASHREA schaal hebben gestemd niet automatisch ontevreden over het binnenmilieu (Von Grabe & Winter, 2008). Een mogelijke verklaring die hiervoor gegeven wordt, is dat als het buiten warm is het binnen voor veel mensen ook wel wat warmer mag zijn (Humphreys & Hancock, 2007).

Daarnaast laat het PMV/PPD-model sociale, culturele, sekse en leeftijdsverschillen buiten beschouwing (Kempton & Lutzenheiser, 1992). Die verschillen spelen wel een rol in de comfortervaring. Zo neemt het natuurlijke afweersysteem tegen koude met de jaren af, waardoor ouderen hogere omgevingstemperaturen op prijs stellen dan jongeren (Schellen et al., 2010; Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Bockelandt &

De Mûelenaere, 2007). Vrouwen hebben een hogere oppervlakte-volume ratio, lager gemiddelde lichaamsafmeting, minder spiermassa en een hogere oppervlakte-massa ratio en is het te verwachten dat vrouwen generaal genomen hogere temperaturen prettiger vinden dan mannen (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Parsons, 2002). Verder prefereren mensen in warme gebieden hogere binnentemperaturen (Humphreys, 1976; De Dear et al., 1997; Nicol et al., 1999; Frontczak & Wargocki, 2011) en mensen in koude klimaten lagere (Goldsmith, 1960). Het menselijk lichaam stelt zich in op het heersende klimaat. In bijvoorbeeld warme condities acclimatiseren mensen (hun fysiologische reacties veranderen) na een paar dagen doordat ze eerder beginnen te zweten, een verlaagde hartslag krijgen en een iets veranderde kerntemperatuur hebben (Brierley, 1996); in koudere condities wordt het zogenaamde bruine vet verbrand (Van der Lans et al., 2013).

Deze voorbeelden maken duidelijk dat iedereen psychisch en fysiologisch uniek is (McIntyre, 1980; Van Hoof et al., 2010). De ervaring of de perceptie van comfort is individueel bepaald en situatie afhankelijk (Wyon, 1996; Boerstra et al., 2015; Schweiker et al., 2012). Dit is tot op zekere hoogte in tegenspraak met het universele PMV/PPD-model (De Dear et al., 1997).

De implicatie hiervan zou kunnen zijn dat het binnenklimaat en haar installaties zo vernuftig zouden moeten zijn dat zij de voorkeuren van de gebruikers met betrekking tot het binnenklimaat kennen en hun behoeften doorgronden om zo een op dat individu afgestemd binnenklimaat tot stand kunnen brengen (Boerstra et al., 2015) of dat de gebruiker zelf in staat wordt gesteld om het binnenklimaat naar de hand te zetten. De eerste oplossing is duur, complex en daarmee vooralsnog gevoelig voor falen (Kurvers et al., 2013; Leijten & Kurvers, 2006). De tweede oplossing wordt in centraal geconditioneerde gebouwen niet toegestaan. Persoonlijke controle is er niet omdat bijvoorbeeld het openen van ramen het binnenklimaat kan ontregelen.

§ 3.2.5.1 Sick Building Syndrome

De volledig geklimatiseerde gebouwen die vanwege de constante temperaturen en de gebrekkige controle als vivaria zijn omschreven (Seaton, 2012) en waarin een binnenklimaat heerst dat exact aan de normeringen voldoet, blijken en bleken niet zo gezond als zou mogen verwacht (Fisk & Rosenfeld, 1998). Een deel van de gebouwvoorraad maakte en maakt nog altijd haar gebruikers op de een of andere manier ziek.

De variatie aan gebouw gerelateerde klachten was en is groot. Zij varieert van klachten over lawaai, te hoge/lage temperaturen, psychische klachten als vermoeidheid, slecht kunnen concentreren en depressiviteit, allergische reacties en sluimerende, maar zeer ernstige ziektes als kanker als gevolg van toxische verschijnselen (Bluyssen 2009). Door de verscheidenheid aan klachten is de omschrijving van het Sick Building Syndrome (SBS) vaag en rekkelijk. Met SBS wordt een spectrum van werk gerelateerde maar niet specifieke ziektes bedoeld die zowel lichamelijk als geestelijk kunnen zijn maar waarvan de oorzaak onduidelijk is. Bij langer verblijf in het gebouw verergeren de klachten, maar ze verdwijnen als het gebouw wordt verlaten (Sauter, 1999). Later is de term Building Related Illnesses (BRI) geïntroduceerd voor ziektes die eveneens door het gebouw worden veroorzaakt, maar die niet verdwijnen als het gebouw wordt verlaten.

Het wezenlijke (10-20 miljard/jaar 'winst' aan toegenomen productiviteit door het reduceren van SBS gerelateerd ziekteverzuim – waarbij nog vele miljarden opgeteld kunnen worden als gevolg van productieverlies door aan SBS gerelateerde klachten (Fisk & Rosenfeld, 1998)) maar het tegelijkertijd ongrijpbare ervan heeft tot een grote hoeveelheid artikelen geleid waarin mogelijke oorzaken zijn gesuggereerd en waarmee in wezen is getracht om de definitie van SBS te ondergraven.

De mogelijke oorzaken zijn net zo gevarieerd als het aantal klachten.

Als belangrijkste veroorzaker van SBS werden in eerste instantie de installaties aangewezen. De oliecrises in de jaren 70 hadden geleid tot het verhogen van de isolatiegraden, het 'kierdichter' maken van de gebouwen en het verlagen van de ventilatievouden om het energiegebruik in gebouwen terug te brengen (Horvath, 1997). Het binnenklimaat werd hierdoor nog afhankelijker van de juiste werking van de steeds ingewikkelder wordende installaties (Leijten & Kurvers 2009). De installaties bleken minder goed dan noodzakelijk onderhouden te worden – filters werden te weinig schoongemaakt/vervangen – waardoor schimmels en bacteriën zich eenvoudig door de gebouwen konden verspreiden (Wargocki et al., 2002).

Niet alleen installatietechnische redenen lagen echter ten grondslag aan SBS of BRI.

In geconditioneerde, naar het PMV/PPD-model ontworpen gebouwen wordt het binnenklimaat aan de gebruikers opgelegd (Chappells & Shove, 2005, Vroon 1990). Het moeten schikken in een door anderen bepaald klimaat waarop geen controle kan worden uitgeoefend kan een negatieve, psychologische impact hebben (Vroon 1990; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Leaman & Bordass, 2007). Mensen hebben behoefte om de omgeving naar de hand te kunnen zetten. Is die persoonlijke controle uit het systeem ontworpen dan zal men trachten die controle te heroveren. Uiteindelijk zal zelfs getracht worden om de technieken te saboteren

(Stevens, 2001; Van Kesteren, 2006). Lukt ook dat niet en is er geen mogelijkheid om controle uit te oefenen en worden coping strategieën belemmerd dan kunnen mensen daar ziek van worden. Het gebrek aan controle in de volledig geconditioneerde gebouwen die ontworpen werden volgens het PMV/PPD-model wordt als één van de veroorzakers van SBS gezien (Vroon, 1990; Bluyssen, 2009; Wargocki et al., 2002; Bordass et al., 1994; Aronoff & Kaplan, 1995).

Ten slotte zijn door installaties gecreëerde binnenklimaten te statisch, te vlak. Door het te constante van de binnenklimaten wordt het thermo-regulerende systeem van het menselijke lichaam onvoldoende geprikkeld (Stoops, 2006). Ook Vroon (1990) stelt dat de mens net als alle andere dieren behoefte heeft aan prikkels. Uit zijn onderzoek blijkt dat in gebouwen met minder goed functionerende installaties en met een 'warriger' binnenklimaat het aantal klachten lager ligt dan in perfect geconditioneerde gebouwen.

§ 3.2.5.2 Energiegebruik

Volledig geconditioneerde gebouwen waarvan de kwaliteit van het binnenklimaat afhankelijk is van installaties gebruiken veel energie. De toename van mechanisch geklimatiseerde gebouwen loopt gelijk op met de toename in het gebruik van fossiele brandstoffen (Taleghani et al., 2013). In een tijd van schaarste en in het streven naar het terugbrengen van de CO_2-uitstoot is dat niet meer te verantwoorden (Nicol & Humphreys, 2002; De Dear, 2004; Fountain et al., 1996).

Het energiegebruik in gebouwen heeft te maken met de strakke comfortmarges binnen het PMV/PPD-model. In de internationale normen als de ASHRAE 55-1992 en ISO 7730-1984 zijn drie kwaliteiten binnenklimaat gedefinieerd. In klasse A-gebouwen zal volgens het Fanger-model 95% van de mensen tevreden over het binnenklimaat zijn. Klasse B-gebouwen moeten een tevredenheid van 90% van de gebruikers kennen en in een Klasse C-gebouw 85%.[20]

Met het verlagen van het percentage ontevredenen worden de marges waarbinnen de thermische omgeving mag fluctueren verkleind. Kleinere marges betekenen dat er meer

20 In Nederland wordt de Adaptieve Temperatuurgrenswaarden gehanteerd. In deze norm (ISSO 74: 2014) zijn 4 klassen gedefinieerd waaraan het binnenklimaat moet voldoen (Boerstra, Van Weele & Van Hoof, 2014a). Hierover meer in Paragraaf 3.3.1.

gevergd wordt van de installaties en het energiegebruik toe zal nemen (Arens et al., 2010). Zelfs in de laagste categorie zijn de marges waarbinnen het binnenklimaat mag fluctueren evenwel dusdanig klein dat zij zonder de inzet van installaties niet gehaald kunnen worden (Healy, 2008; Chappells & Shove, 2004).

Table 1: Three categories of thermal environment. Percentage of dissatisfied due to general comfort and local discomfort (ISO EN 7730, 2005, CR 1752, 1998.)

Cate-gory	Thermal state of the body as a whole		Operative temperature °C		Max. mean air velocity m/s	
	PPD %	PMV	Summer (0,5 clo) Cooling	Winter(1 clo) Heating	Summer(0,5 clo) Cooling	Winter(1 clo) Heating
A	< 6	-0.2 < PMV < + 0.2	23,5 – 25,5	21,0 – 23,0	0,18	0,15
B	< 10	-0.5 < PMV < + 0.5	23,0 – 26,0	20,0 – 24,0	0,22	0,18
C	< 15	0.7 < PMV < + 0.7	22,0 – 27,0	19,0 – 25,0	0,25	0,21

FIGUUR 3.2 Overzicht klimaatklasse, PMV, PPD en temperatuurmarges (ISO EN 7730)

De hoeveelheid energie die nodig is voor het conditioneren van het gebouw is niet alleen afhankelijk van het maximum aantal ontevredenen en het te conditioneren volume, maar ook van de materialisatie en de kwaliteit van het gebouw en haar gevel. In feite moet deze dermate goed zijn dat invloeden van buitenaf worden genivelleerd. De formules waarmee de PMV en PPD zijn bepaald, zijn na onderzoek in laboratoria en klimaatkamers tot stand gekomen. Hierin kunnen de kwalificaties van het klimaat precies worden bepaald en gedefinieerd. Om de resultaten van de laboratoria en klimaatkamers en het PMV/PPD-model op een betrouwbare manier naar de kantooromgeving over te kunnen halen, zal het binnenklimaat in de kantoren idealiter zo precies mogelijk beheerst moeten kunnen worden. Een volledige beheersing – zoals in een klimaatkamer – is onmogelijk omdat er altijd sprake is van een beïnvloeding van het binnenklimaat door de interactie tussen gebouw/het klimaat en de gebruiker (Hensen, 1990). Hoe kleiner deze beïnvloeding zal zijn – hoe beter het klimaat geneutraliseerd kan worden (Fieldson, 2004; Fernández-Galiano, 2000) – hoe eenvoudiger het is om een binnenklimaat met geringe fluctuaties te realiseren; hoe minder er gecompenseerd hoeft te worden. En hoe minder energie het kost om dat constante klimaat in stand te houden. Daarentegen: hoe slechter geïsoleerd het gebouw is, hoe meer energie nodig is om het gewenste binnenklimaat te creëren. In glazen gebouwen zal daarom relatief veel energie noodzakelijk zijn om de gewenste binnenklimaten te creëren. Glas isoleert slecht.

§ 3.2.5.3 Gewenning

De thermisch neutrale en volledig geconditioneerde gebouwen zorgen er niet alleen voor dat mensen thermisch te weinig worden geprikkeld (Stoops, 2006; Vroon, 1990), maar ze hebben ook tot gevolg gehad dat mensen steeds minder goed tegen koude en warmte kunnen (Van Marken Lichtenbelt & Schrauwen, 2011). Mensen wennen snel aan een aangeboden binnenklimaat (De Dear et al., 1998). Luidt de specificatie 22°C en worden installaties geïnstalleerd waarmee deze temperatuur kan worden gegarandeerd dan wordt die temperatuur op den duur ook als de meest prettige ervaren (Oseland & Humphreys, 1994).

Geleidelijk aan zijn mensen gaan wennen aan die praktisch constante temperaturen in de werkomgevingen. Het lichaam en de psyche stellen zich in op het verwachte klimaat. Geringe afwijkingen van de standaard worden hierdoor snel als oncomfortabel ervaren (De Dear et al., 1998; De Dear & Brager, 2002). De gewenning heeft ertoe geleid dat behalve in kantoren nu ook woningen en auto's zijn voorzien van airco (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Indraganti, 2010).

§ 3.3 Het Adaptieve Comfortmodel

Het PMV/PPD-model wordt in veel landen gehanteerd om volledig geconditioneerde gebouwen te ontwerpen en te beoordelen. Dezelfde meta-analyse die de kracht en betrouwbaarheid van het model aantoonde, liet echter zien dat de mate van tevredenheid in gebouwen zonder installaties en waarin de gebruikers zelf controle over het binnenklimaat konden uitoefenen niet overeenkwam met het PMV/PPD-model (De Dear & Brager, 20002; Van Hoof et al., 2010). In dit soort gebouwen bleken grotere temperatuurmarges acceptabel gevonden te worden (Nicol & Humphreys, 1973; Humphreys, 1976; Brager et al., 2004; Van Hoof et al., 2010). De context die door Fanger min of meer was uitgesloten, bleek leidend te zijn voor de temperaturen die binnen aangenaam werden gevonden (Humphreys et al., 2013). Mede op basis van dit soort bevindingen, formuleerden De Dear en Brager (1998) hun adaptieve thermische behaaglijkheid hypothese – later getransformeerd in de Adaptive Comfort Standard en opgenomen in standaarden zoals ASHRAE 55-2010 standard, de European EN 15251 standard en - in een aangepaste vorm – in de Nederlandse Adaptieve Temperatuurgrenswaarden (Taleghani et al., 2013).

Er is een aantal mogelijkheden waarom gebruikers in natuurlijk geventileerde gebouwen hogere binnentemperaturen comfortabel vinden dan door het PMV/PPD-model voorspeld.

Gebruikers van installatieloze en adaptieve gebouwen verwachten en accepteren dat het binnenklimaat als het ware mee fluctueert met de buitenomstandigheden. Hun verwachtingen over het binnenklimaat zijn anders dan de verwachtingen van gebruikers in volledig geconditioneerde gebouwen. Gebruikers stellen zich op die verwachtingen in (Fountain et al., 1996). In warmere gebieden, maar ook in de zomer, kan de als prettig ervaren binnentemperatuur enkele graden hoger liggen dan de theoretisch bepaalde, neutrale temperaturen (Nicol & Humphreys, 1973; 2002; Humphreys, 1976; Brager et al., 2004; Van Hoof et al., 2010). De gebruikers van volledig geconditioneerde gebouwen zijn daarentegen gewend aan constante binnentemperaturen en kleine afwijkingen hierop zullen als thermisch discomfort worden ervaren. Zij blijken tweemaal zo gevoelig voor klimaatschommelingen in kantoren te zijn dan de gebruikers van kantoren met natuurlijke ventilatie (De Dear et al., 1998; Drake et al., 2010).

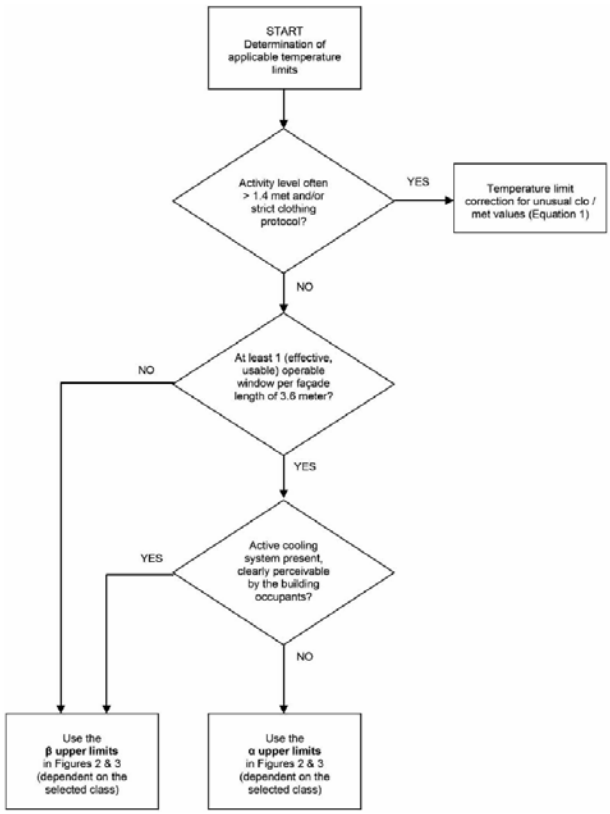
Verder wordt in natuurlijk geventileerde gebouwen de controle (deels) aan de gebruiker gelaten. Gebruikers zijn derhalve geen inerte ontvangers van een klimaat meer – zoals in de volledig geconditioneerde gebouwen - maar worden in de adaptieve methode als actieve, naar comfortzoekende individuen beschouwd (Bedford 1936; Nicol & Humphreys, 2002; Oseland et al. 1998; Vroon, 1990). Zoals eerder gesteld, geldt de wens om controle uit te kunnen oefenen ook in geconditioneerde gebouwen. In dit type gebouw ontbreekt het echter aan de controlemechanismen die de gebruikers in staat stellen om een gevoel van discomfort op te heffen.

De gebruiker van natuurlijk geventileerde gebouwen is zelf mede verantwoordelijk voor het binnenklimaat en dit zorgt ervoor dat hij/zij zelf eerder tevreden is over het eindresultaat (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).

Ten slotte wordt het niet constante binnenklimaat prettig gevonden omdat de temperatuurschommelingen de zintuigen prikkelen (De Dear, 2011; De Dear et al., 2013; Cole et al., 2008; Vroon, 1990).

§ 3.3.1 De Adaptieve Temperatuurgrenswaarden (ATG)

In Nederland is de op het PMV/PPD-model gebaseerde Gewogen Temperatuur overschrijdingsmethode in 2004 vervangen door de op het Adaptieve Comfort Standard gebaseerde Adaptieve Temperatuurgrenswaarden (ATG). De norm is in 2014 gereviseerd om haar beter op de Europese norm – EN 15251 Annex 2 - aan te laten sluiten (Boerstra et al., 2014a). In het nieuwe model wordt op basis van onderstaand stroomschema onderscheid gemaakt tussen α- en β-ruimtes (ISSO, 2014). In tegenstelling tot andere internationale normen wordt per ruimte beoordeeld hoe het binnenklimaat wordt geregeld. Een gebouw kan derhalve α- en β-ruimtes bevatten.



FIGUUR 3.3 Stroomschema waarmee bepaald kan worden of een ruimte α- of β-karakteristieken heeft (ISSO, 2014)

In β-ruimtes zijn geen of weinig te openen ramen – de invloed van de gebruiker op het binnenklimaat is gering. In α-ruimtes is de invloed van de gebruikers groter en is er geen actieve koeling aanwezig.

De ATG-methode omvat 4 tevredenheidsklassen. De 'A'-klasse kent een Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) van 5%. In ruimtes met klasse B zal gemiddeld 10% van de gebruikers ontevreden zijn (PPD: 10%). De temperatuurmarges van klasse A en klasse B zijn overigens hetzelfde; de hogere tevredenheid in de klasse A-ruimtes is het gevolg van meer en geavanceerdere middelen om het binnenklimaat naar de hand te kunnen zetten. Zo kunnen de gebruikers van klasse A-ruimtes rond het zomersetpoint de temperatuur met +/- 2°C instellen en kunnen de luchtsnelheden worden gevarieerd (0,2-1,5 m/s). Voor 'normale' kantoren zijn dergelijke controlemechanismen niet noodzakelijk en zijn de eisen die aan klasse B worden gesteld voldoende. In Paragraaf 5.1.1 zal de methode uitgebreider worden besproken. De ATG-methode zal dan worden gehanteerd om de functionaliteit van de activerende gevel te evalueren.

§ 3.3.2 Adaptieve technieken

In de ATG-methode is het adaptieve in zekere zin gereduceerd tot het openen van ramen. Er zijn echter verschillende mogelijkheden om discomfort te compenseren (Humphreys et al., 2013). Hierbij kunnen gedrags-, fysiologische en psychologische adaptieve technieken worden onderscheiden (Auliciems, 1981; De Dear, Brager & Cooper, 1997; Humphreys & Nicol, 1998).

Fysiologische aanpassingen gaan over acclimatisatie: aanpassingen van het lichaam aan nieuwe klimaatomstandigheden (Dear et al., 1997; Parsons, 2002). Zoals omschreven in Paragraaf 3.2.5 zijn deze aanpassingen belangrijk, maar zij vallen buiten de kaders van dit onderzoek.

Psychologische adaptatie gaat over de verwachtingen over het binnenklimaat en ligt vaak in het verlengde van potentiële gedragsaanpassingen (Bluyssen, 2009). Er zijn meerdere gedragsaanpassingen. Gebouwen kunnen zo ontworpen zijn dat de gebruikers meerdere klimaten worden aangeboden (Heshong, 1979). De gebruikers kunnen op zoek naar plekken in het gebouw die het best aansluiten op hun comfortwensen (Shove, 2003). In de meeste, adaptieve gebouwen kunnen de ramen

geopend worden. De kleding kan aan de omstandigheden worden aangepast.[21] Er kan op de warmste delen van de dag een siësta worden gehouden of in de warme delen van het jaar vakantie; er kan iets warms of juist iets kouds worden gedronken of gegeten; het zonnescherm kan naar beneden gelaten worden of juist opgehaald worden; er kan een deken omgeslagen worden; naar bed gegaan worden. Dit zijn alle energiezuinige en krachtige adaptieve manieren om tot een comfortabele omgeving te komen (Humphreys 1976; 1995; 1997; Shove, 2003; De Dear, 2004). Ten slotte kan ook de thermostaat bijgesteld worden. Officieel behoort dit niet tot het instrumentarium van een adaptief gebouw – een echt natuurlijk geklimatiseerd gebouw bevat geen actieve koeling en moet vooral op natuurlijke wijze worden geventileerd (De Dear & Brager, 2002; Van Hoof et al., 2010). Echter, het geïnformeerd bedienen ervan helpt het gevoel van comfort te verhogen (Huizinga et al., 2006).

§ 3.3.3 Voordelen Adaptieve Comfortmodel

De voordelen van adaptieve gebouwen zijn in belangrijke mate gelijk aan de nadelen van volledig geconditioneerde gebouwen. In adaptieve gebouwen worden installaties in de warme maanden minder intensief ingezet om tot een comfortabel binnenklimaat te komen. Het creëren van comfortabele binnenklimaten kan hierdoor minder energie kosten (Zmeureanu & Doramjian, 1992; Stoops, 2004; Newsham, 1997; Van den Ham & Nobel, 2009; Hawkes, 1982; Yang et al., 2014; Veselý & Zeiler, 2014; Hoyt et al., 2014; Brager et al., 2015). De onvermijdelijke fluctuaties in het binnenklimaat – dat als een afgeleide van het weer buiten kan worden beschouwd – worden binnen marges als aangenaam ervaren (De Dear, 2011; De Dear et al., 2013; Cole et al., 2008; Vroon, 1990), waarmee tegelijkertijd thermische verveling wordt voorkomen (Kwok, 2000; Stoops, 2001; Van Hoof et al., 2010). Door het ontbreken van complexe installaties en het optreden van schommelingen in adaptieve gebouwen is het Sick Building Syndrome minder vaak geconstateerd in adaptieve gebouwen (Seppänen & Fisk, 2002; Boerstra et al., 2014). Met het toenemen van de tevredenheid over het gebouw lijkt ook de productiviteit in de gebouwen toe te nemen (Wylon, 1993; Leaman & Bordass, 1999; De Dear et al., 2013; Boerstra et al., 2014).

21 Het losser maken van de stropdas of het oprollen van de mouwen is zowel psychologisch als energetisch effectief thermo-regulerend gedrag (Morgan & De Dear, 2003), waarmee energiebesparingen kunnen worden bereikt (Newsham, 1997). In sommige landen wordt beleidsmatig getracht om door aanpassing van de kleding het energiegebruik terug te dringen. In het warme jaar 2005 stelde de Japanse regering voor om af te stappen van de strikte kledingkeuze (Van Hoof, Mazej & Hensen, 2010). In Nederland en Vlaanderen is er de dikke truien dag – de dag waarop de verwarming in de meeste kantoren lager gezet wordt.

§ 3.3.4 Nadelen Adaptieve Comfortmodel

In vergelijking tot volledig geconditioneerde gebouwen lijken adaptieve gebouwen een verbeterde benadering om gebouwen een comfortabel binnenklimaat te geven. Het gevoel van comfort kan positief worden beïnvloed, maar hiertoe de juiste handelingen verrichten is echter minder vanzelfsprekend dan het lijkt.

Het aanpassen van de kleding en het openen van de ramen worden, zoals in Paragraaf 3.3.2 is gesteld, als belangrijkste mechanismen in een adaptief gebouw gezien om tot een grotere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' te komen. Beide lijken rechttoe-rechtaan adaptatie maatregelen. De vrijheid om de kleding aan te passen aan het heersende klimaat is evenwel niet onbeperkt. In de zomer zal er minder adaptatie van de kleding zijn dan misschien gewenst omdat er nu eenmaal een minimale hoeveelheid kleding als passend wordt beschouwd (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013). Andere overwegingen (mode, smaak) kunnen de keuzes eveneens (negatief) beïnvloeden (Rohles & McCullough, 1981).

Het openen – of het juist niet openen - van ramen is ingewikkelder. Over het waarom van het openen van ramen (gewoonte, binnenhalen verse lucht, contact maken met buiten) bestaat in de literatuur geen consensus (Brager et al., 2004; Ackerly et al., 2011), maar de handelingen lijken vanzelfsprekend en het effect van die controle op het gevoel van tevredenheid is over het algemeen positief. Brager et al. (2004) tonen aan dat mensen met verschillende gradaties aan controle over het openen van ramen ook verschillende gradaties in het ervaren van thermisch comfort kennen.

Het openen of het sluiten van ramen heeft ingrijpende, maar niet altijd even goed te overziende, en dus niet altijd de gewenste effecten op de kwaliteit van het binnenklimaat (De Dear et al., 2013). Het niet kunnen openen van de ramen als het te hard waait of als het buiten te koud of te warm is en het gebouw volledig afhankelijk is van natuurlijke ventilatie kan bijvoorbeeld tot een verslechtering van de luchtkwaliteit binnen leiden. De ventilatievouden worden dan vermoedelijk niet gehaald (Hasselaar, 2008). In veel schoolgebouwen die afhankelijk zijn van natuurlijke ventilatie, zijn te hoge concentraties CO_2 gemeten (Jacobs et al., 2007). Dit beïnvloedt op een negatieve manier de schoolprestaties (Wargocki et al., 2005).

Zoals eerder gesteld stemt het openen van de ramen in eerste instantie tot tevredenheid. Er is een behoefte (het wordt binnen te warm, te koud, bedompt gevonden) en door het openen van de ramen wordt die behoefte snel en eenvoudig bevredigd. Naar dergelijke, snelle maar vaak minder doordachte bevredigingen van een prikkel wordt gezocht (Mischel et al., 1969; Metcalfe & Mischel, 1999). Lang niet

altijd blijkt die actie die op dat moment tot tevredenheid stemt ook de meest optimale voor het binnenklimaat op de langere termijn te zijn (Leaman & Bordass, 2001; 2007). Op den duur zal de binnentredende warmte of koude of de dan als tocht ervaren frisse lucht als onplezierig worden ervaren. Deze aantasting van het comfortgevoel wordt vaak te laat opgemerkt (Haigh, 1981), waardoor ingrijpender maatregelen noodzakelijk zijn om het binnenklimaat weer prettig te krijgen dan wanneer eerder ingegrepen zou zijn. Hierboven is al gesteld dat het bereiken van een ideaal binnenklimaat een voortdurend proces is. Steeds opnieuw moet de gebruiker zijn persoonlijke wensen definiëren omdat die, net als de omstandigheden, veranderen (Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Paciuk, 1990; Adger & Barnett, 2009). Hiertoe lijken mensen echter niet altijd bereid en bovendien zijn hiervoor cognitieve analyses noodzakelijk waarvoor de noodzakelijke energie ontbreekt (Kahneman, 2011). Hierdoor wordt van crisis (bv benauwd) naar crisis (bv te koud) gemanoeuvreerd (Leaman & Bordass, 1999); er wordt niet gestreefd naar het optimale op de lange duur maar naar het op dat moment bevredigende (Simon, 1956).

Direct reageren op veranderende omstandigheden of wensen wordt bovendien bemoeilijkt doordat adaptieve gebouwen vaak zware gebouwen zijn om de klimaatinvloeden te kunnen dempen (De Vaan, Wiedenhoff & Hensen, 2010). Hun traagheid zorgt er voor dat het lang(er) duurt voordat de ingreep enig effect sorteert en de comfortsituatie is hersteld. Het relatief lange wachten op effect verlaagt het comfortgevoel drastisch (Leaman & Bordass, 1999). Handelingen worden gedreven door de wens op directe effecten (Mischel, Grusec & Masters, 1969; Metcalfe & Mischel, 1999). Duurt het te lang voordat discomfort is opgeheven dan ontstaat de neiging om minder energiezuinige, maar sneller resultaten opleverende maatregelen te nemen (Tiwari et al., 2010). De koeling of de verwarming wordt aangezet. Weliswaar verhogen ook deze adaptatietechnieken het gevoel van comfort (Huizinga et al., 2006), maar ze gaan veelal ten koste van de potentiële energiewinst van installatie-arme gebouwen (Drake et al., 2010; Lin, 2005).

Energiebesparing en adaptieve gebouwen, maar ook tevredenheid en adaptieve gebouwen zijn minder vanzelfsprekend aan elkaar gekoppeld dan Paragraaf 3.3.3 misschien deed vermoeden (Lin, 2005).

§ 3.4 Duurzame architectuur

De hantering van zowel het PMV/PPD-model als de Adaptieve Comfort standard kan tot gebouwen leiden die minder comfortabele binnenklimaten opleveren dan verwacht. Het compenseren van het als oncomfortabel ervaren binnenklimaat gaat vaak gepaard met een verhoogd energiegebruik (Tiwari et al., 2010).

Tot de jaren zeventig van de vorige eeuw werd dit 'compensatiegedrag' nog niet als problematisch ervaren.

De oliecrises (1973, 1979) maakten echter de afhankelijkheid van olieproducerende landen duidelijk en gaven de Westerse landen een gevoel van kwetsbaarheid. De milieuproblemen die het verbranden van fossiele brandstoffen veroorzaken, werden ondanks de publicatie Grenzen aan de Groei van de Club van Rome (Meadows, 1972) pas in de jaren 90 werkelijk onderkend na de eerste rapportages van het in 1988 opgerichte Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Gebouwen zijn grootgebruikers van fossiele brandstoffen. Om het energiegebruik in gebouwen terug te dringen worden door de overheden hogere warmteweerstanden voor de gebouwomhulling geëist. De steeds strengere eisen maken het noodzakelijk om beide gebouwtypen – het volledig geconditioneerde en het adaptieve – door te ontwikkelen en ze energetisch gezien efficiënter te maken.

§ 3.4.1 Duurzamer 'β- gebouwen'

In Hoofdstuk 1 zijn drie methoden (status quo, hervorming en transformatie) omschreven die volgens Hopwood et al. (2005) kunnen leiden tot een duurzamer maatschappij. Bij *status quo* wordt vooral vooruitgang geboekt door de bestaande technieken een hogere efficiëntie te geven. Dat lijkt de strategie bij de β-gebouwen te zijn. Dit zijn, binnen de ATG-methode, gebouwen (ruimtes) waarin de controle van de gebruikers op het binnenklimaat minimaal is en er een actieve koeling geïnstalleerd is.

FIGUUR 3.4 Het NIOO-gebouw (Claus en Kaan) - foto afkomstig van simbiosisgroup.com

FIGUUR 3.5 Sigmax-gebouw (Paul de Ruiter) - foto afkomstig van mimoa.eu

FIGUUR 3.6 3M (cepezed) - foto afkomstig van cepezed.nl

Hierboven zijn drie willekeurige voorbeelden van β-gebouwen opgenomen die desalniettemin representatief zijn voor het type. De gevels bestaan voor een belangrijk deel uit glas, waardoor veel daglicht naar binnen kan stromen en het uitzicht en het contact met buiten is gewaarborgd. Glas isoleert echter minder goed dan gesloten gevels (Manz & Menti, 2012). 3-lagen glas heeft op dit moment een maximale U-waarde van 0,5 W/m^{2}K; terwijl gesloten gevels volgens het Nederlandse bouwbesluit in 2017 een minimale Rc-waarde van 4,5 m^{2}K/W moeten hebben.

Dat deze glazige gebouwen toch energiezuinig en zelfs energieneutraal genoemd kunnen worden, danken zij vooral aan de energiezuinige installaties die elke ontwerpbeslissing van de architect compenseren (Kurvers et al., 2013). Het energieverlies in de winter en het doordringen van warmte naar binnen als gevolg van geleiding is in gebouwen met veel glas aanzienlijk. Werden in het verleden deze bronnen van afkoeling en opwarming van de gebouwen genivelleerd door installaties die draaiden op het verbranden van fossiele brandstoffen, tegenwoordig worden hiervoor voornamelijk warmte en koude gebruikt die respectievelijk in de zomer en in de winter opgeslagen zijn in acquifers (Bloemendal et al., 2014; Lieten, 2012). Installaties, zoals warmtepompen, worden hierbij ingezet om de temperatuur op de juiste hoogte te krijgen, terwijl de massa van het gebouw wordt benut om deze lagetemperatuursystemen mogelijk te maken en om te forse fluctuaties in het binnenklimaat te voorkomen (Balaras, 1996; Zeng et al., 2011; Yang & Li, 2008; Li et al., 2013; Zhu et al., 2009; De Vaan et al., 2010).

Energiezuinigheid met het behoud van architectonische vrijheid lijkt het voornaamste doel in dit type gebouwen. Dat wil niet zeggen dat de Sick Building Syndrome-lessen niet zijn geleerd. Er wordt ook in de β-gebouwen in de meeste gevallen weldegelijk controle aangeboden, meestal in de vorm van enkele te openen ramen. Echter, lagetemperatuursystemen reageren traag en het openen van ramen kan de exacte werking van het systeem frustreren. Het openen van ramen is hierdoor ongewenst. Bovendien kennen veel energiezuinige gebouwen een kantoortuinindeling. De sociale druk maakt het moeilijker om een persoonlijker binnenklimaat te creëren - hoe meer mensen in één ruimte werken hoe minder bijvoorbeeld de ramen geopend zullen

worden (Kurvers et al., 2005; Pejtersen et al., 2006). Hoewel de mechanismen dus worden aangereikt om controle over het binnenklimaat te kunnen uitoefenen en het binnenklimaat naar de hand te zetten, wordt door de ruimtelijke indeling van de gebouwen en door de invloed van anderen hier nauwelijks gebruik gemaakt (Guy & Shove, 2000). De aanwezigheid van te openen ramen kan evenwel een psychologisch gevoel van controle opleveren.

§ 3.4.2 Duurzamer α-gebouwen

De 'α-gebouwen' blijken bij het regelen van het binnenklimaat minder goed voorspelbaar dan β- gebouwen en daar de controlemechanismen – het openen/sluiten van de ramen – vrij grof in de bediening zijn ook minder strak controleerbaar (De Dear et al., 2013). Ontevredenheid en een verhoogd energiegebruik om het ongemak te compenseren kunnen hiervan het gevolg zijn (Drake et al., 2010, Lin, 2005).

Intelligentere glassystemen zoals bijvoorbeeld die aan het eind van de 20e/begin van de 21e eeuw ontworpen zijn door architecten als Renzo Piano, Norman Foster, Richard Rogers en Michael Grimshaw, hadden tot voornaamste taak om (deels) natuurlijk geventileerde gebouwen met grote glasvlakken zowel energiezuiniger als comfortabeler te krijgen (Melet, 1999; Compagno, 1995; Wigginton & Harris, 2002).

FIGUUR 3.7 Debis-Toren (Renzo Piano) - foto afkomstig van buildingbutler.com

FIGUUR 3.8 ING-Hoofdkantoor (MvSA) - afkomstig van archdaily.com

FIGUUR 3.9 Götz-Hoofdkantoor (Webler & Geissler) - foto afkomstig van diankov.com

Bij de natuurlijk geventileerde dubbele huidgevels die als 'innovation by addition' en dus ook als *status quo* kunnen worden beschouwd (Lichtenberg 2005) is een extra glazen schil voor de glasgevel die de thermische scheiding vormt, aangebracht. Figuur 3-7, -8 en -9 zijn voorbeelden van dit type gevel. De zo gecreëerde spouw fungeert als een intermediair tussen binnen en buiten. In de wintermaanden

warmt de buitenlucht in de spouw op natuurlijke wijze op – met als doel om het binnendringen van te koude lucht in de kantoren te voorkomen. Vooral bij hoge gebouwen waar hoge windsnelheden het openen van ramen onmogelijk maken en de windsnelheid in de buffer eerst tot acceptabel moet worden teruggebracht voordat de lucht de kantoorruimtes binnen kan komen of op geluid belaste locaties hebben dubbele huidgevels een toegevoegde waarde (Gratia & De Herde, 2004a; Saelens et al., 2003; Saelens et al., 2008). Bij laagbouw en op minder gevoelige plekken zijn dubbele huidgevels met betrekking tot gebruikerscomfort en energie-efficiëntie minder -winstgevend- (Saelens et al., 2003). Het gebruik van de dubbele huidgevel luistert namelijk nauw. Net als 'gewone' ramen is het gebruik van dubbele huidgevels minder vanzelfsprekend dan gedacht. Verkeerd gebruik kan nadelige gevolgen voor het binnenklimaat hebben (Gratia & De Herde, 2004). De dubbele huidgevels zijn bovendien duur (zowel in aanschaf als in onderhoud) en daarmee vooral geschikt voor prestigieuzere, utilitaire gebouwen. Een brede toepassing van dit soort gevels heeft dan ook (nog) niet plaatsgevonden (Shameri et al., 2011).

FIGUUR 3.10 Abu Dhabi's Central Market (Foster and Partners) - foto afkomstig van fosterandpartners.com

FIGUUR 3.11 Institute du Monde Arabe (Jean Nouvel) - foto afkomstig van galinsky.com

FIGUUR 3.12 Bremtex (VOW architecten) - foto afkomstig van omroepbrabant.nl

Een andere poging om α-gebouwen energie-efficiënter te krijgen zijn de zogenaamde Climate Adaptive Building Shells (CABS) (Loonen et al., 2013); zie Figuren 3-10, -11 en -12 . Bij dit type gevel lijkt meer sprake van *hervorming*; volgens de omschrijving van Hopwood et al. (2005) zijn voor hervormingen ingrijpender, technische veranderingen noodzakelijk om tot een duurzamer maatschappij te komen. Sensoren, computers en actuatoren zorgen ervoor dat CABS voortdurend en snel (kunnen) reageren op veranderende omstandigheden om zo het binnenklimaat optimaal en energiezuinig te krijgen (Loonen et al., 2013). De gevelsystemen nemen derhalve het adaptieve en daarmee ook de verantwoordelijkheid (Boerstra et al., 2014) van de gebruiker over die wel controle wordt beloofd, maar in de 100 in de publicatie opgenomen voorbeelden

eigenlijk niet of nauwelijks heeft (Loonen, 2010). Het zijn daarom wel adaptieve gebouwen, maar ze behoren in feite niet tot de α-categorie.[22]

§ 3.5 Energiegebruik en gedrag

In theorie kunnen met de in de vorige paragraaf genoemde technieken energiezuinige gebouwen worden gerealiseerd. In werkelijkheid echter blijkt het energiegebruik van energiezuinige gebouwen hoger dan het theoretisch berekende (Van den Wijngaart et al., 2014, Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013; Brown & Cole, 2009; Laurent et al., 2014; Leaman & Bordass, 1999; Scofield, 2009; Oosterhuis et al., 2013; Haas & Biermayr, 2000; Greening et al., 2000; Majcen et al., 2013).

Dit geldt voor zowel woningen als kantoren. Onderzoek onder Amerikaanse LEED-gecertificeerde kantoorgebouwen toont aan dat 30% van de gebouwen beter presteert dan verwacht; 25% minder goed dan berekend en dat een handvol gebouwen serieuze problemen heeft (Brown & Cole, 2009). De vergelijking tussen de werkelijke en de theoretische energiezuinigheid in Nederlandse woongebouwen laat eveneens zien dat energiezuinige woningen minder goed functioneren dan vooraf berekend (Van den Wijngaart et al., 2014). Zie Figuur 1-1.

Brown & Cole (2009) hebben na een literatuurstudie een overzicht van mogelijke oorzaken van het minder goed functioneren van energiezuinige gebouwen opgesteld:

- De bediening van gebouwen met geavanceerde technieken om een comfortabel binnenklimaat tot stand te brengen bij een laag energiegebruik vraagt om veel kennis - de controlemechanismen zijn contra-intuïtief;
- Gebouwen die vertrouwen op low tech (massa, te openen ramen, passieve zonne-energie et cetera) worden door de gebruikers en de gebouwmanagers slecht begrepen. De aangeboden controlemechanismen lijken simpel, maar verkeerd gebruik heeft grote impact op het binnenklimaat;

22 Hetzelfde geldt voor het zogenaamde Active House dat als tegenhanger van het Passiefhuis kan worden beschouwd. Dankzij de aangebrachte sensoren en automatische systemen kan het huis reageren op veranderende omstandigheden. Van de gebruiker wordt echter geen actie verlangd (Lichtenberg et al., 2012).

- Er wordt onvoldoende feedback gegeven aan de gebruikers zodat zij eigenlijk niet of te laat te weten komen of hun handelingen een positief effect op het binnenklimaat hebben gehad;
- Gebruikers verrichten de meest voor de hand liggende in plaats van de meest optimale handeling – bovendien wordt er pas actie ondernomen als er een 'crisis' is ontstaan;
- Controlemechanismen die irriteren worden gesaboteerd;
- Gebruikers voelen zich niet altijd verantwoordelijk.

§ 3.5.1 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Het verschil tussen het werkelijke en theoretische energiegebruik kan daarnaast worden verklaard met het reboundeffect. Het gedrag van de gebruikers veroorzaakt hierbij de verminderde energiewinst. Reeds aan het begin van de 20e eeuw werd het effect geconstateerd dat het efficiënter maken van apparaten niet tot een lager maar juist tot hoger energiegebruik kan leiden (Jevons, 1906). De efficiëntie zorgt in zekere zin voor een lagere energieprijs die een intensiever gebruik tot gevolg heeft; de energie lijkt goedkoper (Khazzoom, 1980; Sorrell, 2009; Sorrell et al., 2009; Oosterhuis et al., 2013; Chitnis et al., 2013; 2014; Druckman et al., 2011).[23] Voor woningen als entiteit ligt het reboundeffect ergens tussen de 10-30% (Sorrell, 2009; Sorrell et al., 2009; Gottron, 2001). De extra energie wordt gebruikt om meer comfort te verkrijgen (Van den Wijngaart et al., 2014; Midden, 2006). Dit kan zijn in de vorm van hogere/lagere temperaturen in het huis in respectievelijk de winter en de zomer – maar ook door andere ruimtes te verwarmen/koelen die vroeger niet werden behandeld (Hens et al., 2010; Guerra Santin, et al. 2009).

Het isoleren van gebouwen en het technisch efficiënter maken om het energiegebruik terug te dringen, is belangrijk en de directe en indirecte reboundeffecten souperen niet alle energiewinst op (Guerra Santin et al., 2009), maar het is wel zonde dat er niet volledig wordt geprofiteerd van de optimalisaties. Ook al omdat het overheidsbeleid er van uit gaat dat de theoretische energiewinsten wel worden behaald. Door het verschil

23 Een van de bekendste 'slachtoffers' van het reboundeffect zijn spaarlampen waarvan de energiewinst tegenvalt omdat ze intensiever worden gebruikt dan de traditionele gloeilampen en bovendien lampen worden opgehangen waar dat voorheen niet het geval was (Slob & Verbeek, 2006).

tussen het theoretisch bepaalde en het werkelijke energiegebruik bestaat de kans dat de energiedoelen niet zullen worden gehaald (Majcen et al., 2013).

Uit de reboundeffecten kan al worden geconcludeerd dat het in een milieuvriendelijk gebouw wonen of werken niet automatisch betekent dat mensen zich milieuvriendelijker gaan gedragen. Spillover-effecten waarbij het milieuvriendelijke gedrag in de ene situatie ook tot een ander, milieuvriendelijk gedrag in andere situaties leidt (Evans et al., 2013; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b; Cornelissen et al., 2008), lijken niet op te treden.

Spillover-effecten kunnen worden beschouwd als een gevolg van een sterke milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Om zich in verschillende situaties milieuvriendelijk te gedragen zullen mensen zich namelijk milieuvriendelijk moeten voelen (Van der Werff, Steg & Keizer, 2013; 2013a; 2013b; Gatersleben et al., 2010; Whitmarsh & O'Neill, 2010). Het blijkt mogelijk om mensen zich milieuvriendelijker te laten voelen dan ze misschien in wezen zijn. Dit 'bijsturen' kan door het milieuvriendelijke gedrag uit het verleden uit het geheugen naar boven te halen. Zo kan het gevoel ontstaan dat men relatief milieuvriendelijk is. De identiteit wordt 'milieugeoriënteerder' met als mogelijk gevolg dat men zich milieuvriendelijker gaat gedragen (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b). Voorwaarde hierbij is wel dat er een wezenlijke activiteit is verricht die als onderscheidend wordt ervaren (Cornelissen et al., 2008).

Dat gebouwen effect kunnen hebben op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit blijkt bijvoorbeeld uit een onderzoek naar de bewoners van een duurzaam appartementencomplex in Zweden van wie het milieubewustzijn lijkt te zijn versterkt (Zalejska-Jonsson, 2012). In plaats van de verwarming hoger te zetten wordt in dit gebouw vaak de kleding aangepast bij te lage temperaturen en het energiegebruik wordt nauwkeuriger dan in andere, vergelijkbare gebouwen in de gaten gehouden (ibid).

§ 3.5.1.1 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen

– Hypothesen

Het is de vraag of technieken die in de energiezuinige α- en β-gebouwen zijn toegepast zoals zonnecellen, zonneboilers, warmtepompen en warmte- en koudeopslag en goed geïsoleerde gevelomhullingen ook een versterking van de milieugeoriënteerde zelfidentiteit teweeg kunnen brengen. Dit zijn technieken die alle uit het zicht zijn verdwenen (Backlund et al., 2007); de gebruiker hoeft geen inspanning te verrichten

om toch in een energiezuinig gebouw te wonen of te werken. In de vorige paragraaf is al gesteld dat de reboundeffecten erop wijzen dat het wonen en werken in energiezuinige gebouwen de gebruikers niet per se milieuvriendelijker lijken te maken. In deze paragraaf zal het effect van het werken in energiezuinige gebouwen diepgaander worden onderzocht.

Hiertoe is een enquête uitgezet onder de gebruikers van 10 gebouwen (voor de enquête zie Bijlage 3-1). Hiervan is de helft 'erkend' energiezuinig, de andere zijn vaak wat oudere gebouwen en hebben hierdoor mindere energieprestaties.[24] In totaal zijn 414 mensen geënquêteerd. Hiervan werken er 233 in de vijf energiezuinige gebouwen (56,3%). Zowel in de energiezuinige als in de minder- energiezuinige gebouwen hadden mensen controlemechanismen (thermostaat, te openen ramen, zonwering) tot hun beschikking. Dit maakt het mogelijk om ook binnen beide gebouwtypen te onderzoeken of het hebben van controle invloed heeft op de 'Comfortbeleving', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Uit onderzoek is gebleken dat het hebben van controle een positieve invloed heeft op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012) en dus kunnen de volgende hypothesen en nulhypothesen worden opgesteld:

Hypothese H_1 =	Het hebben van controle leidt tot een positievere 'Comfortbeleving' en een Hogere Tevredenheid over het binnenklimaat.
Nulhypothese H_{01} =	Het hebben van controle heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en de Tevredenheid over het binnenklimaat.
Hypothese H_2 =	Het hebben van controle leidt tot een sterkere milieugeoriënteerde zelfidentiteit.
Nulhypothese H_{02} =	Het hebben van controle heeft geen invloed op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit.

24 Er wordt onderkend dat vijf duurzame gebouwen voor het onderzoek niet veel is. De ambitie was om gebruikers van meer kantoorgebouwen te enquêteren. Echter, de meeste gebouweigenaren van energiezuinige gebouwen weigerden mee te werken aan het onderzoek. Hiervoor werden verschillende redenen aangevoerd (te druk, midden in een reorganisatie, gebouw te nieuw, al een aantal keer meegedaan met enquêtes, et cetera).

Hypothese H_3 =	Het werken in een energiezuinig gebouw leidt tot een positievere 'Comfortbeleving' en een Hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.
Nulhypothese H_{03} =	Het werken in een energiezuinig gebouw heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en een Hogere Tevredenheid over het binnenklimaat.
Hypothese H_4 =	Het werken in een energiezuinig gebouw leidt tot een sterkere milieugeoriënteerde zelfidentiteit.
Nulhypothese H_{04} =	Het werken in een energiezuinig gebouw heeft geen invloed op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit.

Voor de beantwoording van de vragen over de 'Comfortbeleving' is in de naar de kantoorgebruikers gestuurde enquête de 7-punten thermische schaal volgens ASHREA gehanteerd die van 'Veel te koud', 'Te koud', 'Iets te koud', 'Precies goed (Neutraal)', 'Iets te warm', 'Te warm' naar 'Veel te warm' loopt. Daarnaast is naar de Tevredenheid over dat binnenklimaat gevraagd. Ook hiervoor is de 7 punts-schaal gebruikt die van 'Erg Ontevreden' naar 'Erg Tevreden' loopt.

De relaties tussen het hebben van controle en het werken in een energiezuinig gebouw enerzijds en de 'Comfortbeleving', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de milieugeoriënteerde zelfidentiteit anderzijds zijn berekend met het softwareprogramma SPSS 23.[25] De berekeningen in SPSS zijn gedaan op basis van de volgende uitgangspunten: 'Comfortbeleving', 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de milieugeoriënteerde zelfidentiteit mogen worden beschouwd als kwantitatieve variabelen. Er mag worden aangenomen dat de waarden over de schaal gelijkwaardig zijn verdeeld en dat de geënquêteerden ze ook als zodanig hebben beoordeeld. Zij zijn de afhankelijke variabelen - zij worden beïnvloed door het al dan niet hebben van controle of door het al dan niet werken in een energiezuinig gebouw. Dit zijn de onafhankelijke variabelen en ze zijn kwalitatief. Het stroomschema van Field (2013) maakt duidelijk dat om de relatie tussen de verschillende afhankelijke en

25 Om de statistische berekening uit te kunnen voeren moest de data afkomstig uit de 'Comfortbeleving' vraag wel enigszins bewerkt worden. 'Iets te warm' heeft in statische zin namelijk eenzelfde waarde als 'Iets te koud'. In beide gevallen ondervond de Testpersoon een discomfort van dezelfde kracht. Hetzelfde geldt voor 'Te Koud' of 'Veel te koud' versus 'Te Warm' of 'Veel te Warm'. In SPSS 23 heeft 'Neutraal' hierdoor de waarde 1 gekregen.

onafhankelijke variabelen aan te tonen de zogenoemde ongepaarde t-tests moeten worden uitgevoerd.

§ 3.5.1.2 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen

– Controle versus 'Comfortbeleving' en Tevredenheid over het binnenklimaat

Hypothese H_1 = Het hebben van controle leidt tot een positievere 'Comfortbeleving' en een Hogere Tevredenheid over het binnenklimaat.

Group Statistics

	Kan de gebruiker het binnenklimaat zelf regelen	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	ja	223	4,11	1,658	,111
	nee	191	3,82	1,606	,116

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Equal variances assumed	,561	,454	1,801	412	,072	,290	,161	-,027	,607
	Equal variances not assumed			1,805	405,806	,072	,290	,161	-,026	,606

FIGUUR 3.13 SPSS uitdraai – Relatie tussen het hebben van Controle en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

De gemiddelde 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is hoger bij de kantoorgebruikers die controle kunnen uitoefenen (M = 4.11, SE = .111 om M = 3.82, SE = .116). Om aan te tonen of er een relatie is tussen controle en de Tevredenheid moet eerst met de test van Levene (onderste tabel) aangetoond worden of de varianties van de groepen grofweg hetzelfde zijn. Daar Levene's test niet significant is (*p* = .454) moet de data met betrekking tot *Equal variances assumed* worden aangehouden (Field,

2013). Het effect van het hebben van controle op de Tevredenheid blijkt niet significant t (412) = 1.805, p > .05.[26]

Met behulp van de formule r = $\sqrt{\frac{t^2}{t^2+df}}$ kan nog wel het effect worden berekend: $\sqrt{\frac{1.805^2}{1.805^2+412}}$ = .09. Wat conform de conventie van Cohen (1988) als een zeer zwak effect mag worden beschouwd.[27]

De nulhypothese die stelt dat het hebben van controle geen invloed heeft op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' moet ondanks de iets hogere gemiddelden bij de kantoorgebruikers met controle worden behouden.

Group Statistics

	Kan de gebruiker het binnenklimaat zelf regelen	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
In de zomer is het in mijn kantoor	ja	223	2,14	1,218	,082
	nee	191	2,32	2,445	,177
In de winter is het in mijn kantoor	ja	223	1,88	,929	,062
	nee	191	2,43	3,227	,234

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
In de zomer is het in mijn kantoor	Equal variances assumed	,371	,543	-,946	412	,345	-,176	,186	-,541	,190
	Equal variances not assumed			-,903	268,989	,367	-,176	,195	-,559	,208
In de winter is het in mijn kantoor	Equal variances assumed	7,377	,007	-2,432	412	,015	-,550	,226	-,995	-,106
	Equal variances not assumed			-2,278	217,012	,024	-,550	,242	-1,027	-,074

FIGUUR 3.14 SPSS uitdraai – Relatie tussen het hebben van Controle en 'Comfortbeleving' Zomer en Winter.

De gemiddelde 'Comfortbeleving' in kantoren waarin controle over het binnenklimaat uitgeoefend mag worden, is beter dan in de kantoren waarin dat niet mogelijk is. Dat

26 Het al dan niet significant zijn van een effect geeft aan hoe groot de kans is dat een gevonden effect op toeval berust. En dat de nulhypothese dus ten onrechte wordt verworpen. Hoe kleiner de kans hierop (en dus hoe kleiner de p-waarde) hoe groter de kans dat het gemeten effect echt is. In deze studie wordt een maximale p = .05 gehanteerd. De maximale kans dat het gevonden effect op toeval berust is derhalve 5%. p > .05 wil overigens niet zeggen dat het effect niet bestaat, alleen dat in deze test het effect niet is gevonden.

27 Om de grootte van de effecten te kunnen duiden is gebruik gemaakt van de conventie van Cohen die stelt dat: r = .10 een klein effect; r = .30 een gemiddeld effect; r > .50 een groot effect is. Het geeft aan hoeveel procent van de variantie met de test verklaard kan worden.

geldt zowel in de zomer (M = 2.14, SE .082 om M = 2.32, SE.177) als in de winter (M = 1.88, SE = .062 om M = 2.43, SE = .234). Ter herinnering hoe dichter bij '1' hoe beter de 'Comfortbeleving'. Het verschil in de winter is significant t (412) = -2.432, p < .05. Het effect is evenwel zwak r = .12. Het verschil in de zomer tussen wel en geen controle is niet significant: t (412) = - .903; p > .05; r = .04.
Voor de wintermaanden is er een significant verschil tussen het hebben van controle op de 'Comfortbeleving' gevonden. Ook de gemiddelde scores op 'Comfortbeleving' blijken iets hoger bij de mensen die in een ruimte werken waar zij controle over het binnenklimaat mogen uitoefenen. Desondanks moet ook hier de nulhypothese worden behouden.

§ 3.5.1.3 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen

– Controle versus de milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Hypothese H_2 = Het hebben van controle leidt tot een sterkere milieugeoriënteerde zelfidentiteit.

De milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de geënquêteerden is bepaald aan de hand van drie in de enquête opgenomen vragen: 'Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben'; 'Ik ben het type mens dat zich milieuvriendelijk gedraagt'; 'Ik zie mezelf als milieuvriendelijk persoon'. Deze vragen zijn afkomstig uit en gevalideerd in eerder onderzoek (Fielding, McDonald & Louis, 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013; 2013a; 2013b). De vragen zijn beantwoord op basis van een 7 punts-schaal die loopt van 'Helemaal mee eens' tot en met 'Helemaal mee oneens'.

Met de Cronbach α-analyse, de betrouwbaarheidscoëfficiënt, kan worden vastgesteld of de drie items waaruit de milieugeoriënteerde zelfidentiteit is opgebouwd ondergebracht mogen worden in één schaal zonder dat dit ten koste gaat van de statistische juistheid. De analyse in SPSS 23 levert een Cronbach α = .909 op.
De betrouwbaarheid van de nieuwe schaal, de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit, is derhalve hoog en er is één schaal geïntroduceerd (M = 5.00, SD = 1.03).

Group Statistics

	Kan de gebruiker het binnenklimaat zelf regelen	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Het gemiddelde gedrag	ja	223	4,9611	,99874	,06688
	nee	191	5,0663	1,06525	,07708

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Het gemiddelde gedrag	Equal variances assumed	,630	,428	-1,036	412	,301	-,10518	,10154	-,30479	,09442
	Equal variances not assumed			-1,031	393,094	,303	-,10518	,10205	-,30581	,09545

FIGUUR 3.16 SPSS uitdraai - Relatie tussen het hebben van Controle en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit

De Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit is bij de kantoorgebruikers met controle iets lager dan bij de kantoorgebruikers zonder controle (M = 4.96, SE = .067 om M = 5.07, SE = .08). Het verschil is klein. De relatie tussen het hebben van controle en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit is niet significant: t (412) = -1.031, p > .05. Het effect is heel zwak: r = .05.

Nulhypothese H_{02} (het hebben van controle heeft geen invloed op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit) moet worden behouden. Het hebben van controle - het actief bezig zijn met het binnenklimaat - heeft geen effect op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Blijkbaar worden het openen/sluiten van ramen en het neer- en oplaten van zonwering in de onderzochte gebouwen niet als milieuvriendelijke acties beschouwd.

§ 3.5.1.4 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen

– Identiteit Werkplek versus de milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Hypothese H_3 = Het werken in een energiezuinig gebouw leidt tot een positievere 'Comfortbeleving' en een Hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Group Statistics

	Is het bedrijfsgebouw duurzaam	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	ja	233	4,34	1,720	,113
	nee	181	3,51	1,401	,104

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Equal variances assumed	13,787	,000	5,244	412	,000	,825	,157	,516	1,135
	Equal variances not assumed			5,379	411,058	,000	,825	,153	,524	1,127

FIGUUR 3.17 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig gebouw en de Tevredenheid over het binnenklimaat.

De gemiddelde 'Tevredenheid over het binnenklimaat' blijkt bij de kantoorgebruikers die in een energiezuinig kantoorgebouw werken beduidend hoger te liggen dan bij hen in minder energiezuinige kantoren (M = 4.34, SE = .113 om M = 3.51, SE .104). De relatie tussen het type gebouw en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is zeer significant: t (412) = 5.244, p < .001. Het effect is net iets onder gemiddeld (r =.25).

Group Statistics

	Is het bedrijfsgebouw duurzaam	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
In de zomer is het in mijn kantoor	ja	233	1,94	1,005	,066
	nee	181	2,59	2,573	,191
In de winter is het in mijn kantoor	ja	233	1,79	,908	,059
	nee	181	2,58	3,288	,244

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
In de zomer is het in mijn kantoor	Equal variances assumed	3,434	,065	-3,480	412	,001	-,641	,184	-1,004	-,279
	Equal variances not assumed			-3,171	222,748	,002	-,641	,202	-1,040	-,243
In de winter is het in mijn kantoor	Equal variances assumed	8,049	,005	-3,522	412	,000	-,795	,226	-1,238	-,351
	Equal variances not assumed			-3,159	201,409	,002	-,795	,252	-1,291	-,299

FIGUUR 3.18 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig kantoorgebouw en de 'Comfortbeleving' in de zomer en in de winter.

De 'Comfortbeleving' in de zomer en in de winter blijkt positiever bij kantoorgebruikers die in een energiezuinig kantoorgebouw werken dan bij hen die in wat minder energiezuinig kantoorgebouw werken (Zomer: M = 1.94, SE = .066 om M = 2.59, SE = .191; Winter: M = 1.79, SE = .06; M = 2.58, SE = .244). Er is een significante relatie tussen de 'Comfortbeleving' en het type gebouw gevonden. Hierbij is het effect in de winter (t (412) = - 3.522, p < .01; r = -.17) iets sterker dan in de zomer (t (412) = - 3.171, p < .01; r = -.15. In beide jaargetijden is het effect overigens zwak.

Zowel de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als de 'Comfortbeleving' heeft een positieve relatie met de energiezuinigheid van het gebouw. Met andere woorden

het werken in een energiezuinig gebouw zorgt voor een verhoogde Tevredenheid en een positievere 'Comfortbeleving'. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de energiezuinige gebouwen nieuwer zijn dan de minder energiezuinige gebouwen.

§ 3.5.1.5 Reboundeffect en Milieugeoriënteerde zelfidentiteit Hedendaagse energiezuinige gebouwen

– Identiteit Werkplek versus milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Hypothese H_4 = Het werken in een energiezuinig gebouw leidt tot een sterkere milieugeoriënteerde zelfidentiteit.

Group Statistics

	Is het bedrijfsgebouw duurzaam	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Het gemiddelde gedrag	ja	233	4,9771	1,04655	,06856
	nee	181	5,0516	1,00973	,07505

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Het gemiddelde gedrag	Equal variances assumed	,591	,442	-,729	412	,466	-,07446	,10211	-,27518	,12627
	Equal variances not assumed			-,732	393,281	,464	-,07446	,10165	-,27431	,12540

FIGUUR 3.19 SPSS uitdraai – Relatie tussen het werken in een energiezuinig kantoorgebouw en de Gemiddelde milieu-identiteit.

De kantoorgebruikers in minder energiezuinige gebouwen blijken een hogere milieugeoriënteerde zelfidentiteit te hebben dan degenen die in een energiezuinig gebouw werken (M = 5.052, SE = .075 om M = 4.977, SE = .069). Het verschil is erg klein. Er wordt geen significante relatie gevonden tussen het werken in een energiezuinig gebouw en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit: $t(412) = -.732$, $p > .05$; $r = .04$.
De nulhypothese H_{04} die luidt dat het werken in een energiezuinig gebouw geen invloed heeft op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit moet worden behouden. Er is geen invloed gevonden en er mag geconcludeerd worden dat de energiezuinigheid van het gebouw niet afstraalt op haar gebruikers.

§ 3.6 Moderne inactieve gebouwen en gedrag

Conclusie en Discussie

Hoofdstuk 3 heeft tot doel om tot een beantwoording van de volgende deelvragen te komen:

Deelvraag 3

Welke psychologische en technische mechanismen liggen aan het verschil tussen het theoretisch berekende energiegebruik en het werkelijke energiegebruik in gebouwen ten grondslag ?

Deelvraag 4

Welke invloed heeft de energiezuinigheid van het gebouw op het milieubewustzijn van de gebruiker ?

Deelvraag 3 kan niet alleen op basis van het in dit hoofdstuk gedane onderzoek worden beantwoord. Hiervoor moet ook worden teruggegrepen op Hoofdstuk 2 dat is afgesloten met een overzicht van handvatten die de gebruiker zouden kunnen verleiden tot milieuvriendelijker gedrag. Kan het minder goed presteren van de energiezuinige gebouwen verklaard kan worden aan de hand van die handvatten; of anders geformuleerd kan door de mechanismen achter het gedrag van de gebruikers te onderzoeken beter begrepen worden waarom de energiezuinige gebouwen meer energie gebruiken dan vooraf berekend? Aan het verkeerde gebruik van het gebouw en aan de reboundeffecten gaat 'iets' vooraf.

1 De 'winst' in energiezuinige gebouwen is niet duidelijk en niet persoonlijk

Per situatie wordt afgewogen welk gedrag tot het gewenste resultaat leidt. Het gewenste resultaat – winst – is individueel bepaald en is (mede) afhankelijk van de aangehangen waarden en de gestelde doelen.

Milieuvriendelijk gedrag is het sterkst gerelateerd aan altruïstische en biosfeervriendelijke waarden, maar in principe kunnen aan alle waarden uit de circumflex van Schwartz milieuvriendelijke facetten worden gehangen, zoals Figuur 2-1 heeft laten zien.

Het gedrag wordt dan weliswaar in eerste instantie niet uitgevoerd omdat men het milieu wil ontzien, maar uiteindelijk wordt het milieu er wel beter van.

Mensen met *Macht* als centrale waarde streven naar controle over mensen en bronnen, naar prestige en naar het verbeteren van de sociale status. Hun gedrag met betrekking tot het milieu kan over het algemeen als schadelijk worden beschouwd. De energie - en de hieraan gekoppelde financiële - winst van bijvoorbeeld een energie-efficiënt gebouw zal dit type mensen echter aanspreken. Zo kan ook hun gedrag uiteindelijk toch als milieuvriendelijk worden beschouwd.

In kantoren is deze winst evenwel geen persoonlijke winst; de individuele gebruikers worden in principe niet beter van hun energiezuinige gedrag of de energiezuinige omgeving. Zij zullen zich hierdoor niet altijd verantwoordelijk voelen voor het energiegebruik in kantoorgebouwen.

2 Energiezuinige gebouwen zijn contra-intuïtief

Controle over de omgeving kan een belangrijk argument zijn om zich milieuvriendelijk te gedragen. Volgens de filosoof James Griffin willen mensen handelen, bepalen en vooral begrijpen. Is dat het geval dan zal er een gevoel van welzijn kunnen worden bereikt – welzijn reikt weer verder dan zich comfortabel voelen. Dit onderstreept het belang van (goed werkende) controlemechanismen in gebouwen. Hoe beter wordt begrepen hoe het binnenklimaat tot stand komt hoe eerder men tevreden is over dat binnenklimaat en hoe groter ook de tevredenheid is.

Hedendaagse gebouwen worden vrij slecht begrepen. Op de verkeerde momenten worden de verkeerde maatregelen genomen. De aangereikte controlemechanismen zijn contra-intuïtief. Zelfs een oude gewoonte als het openen van ramen zal misschien als intuïtief worden beschouwd en levert weliswaar een snelle bevrediging van een behoefte op, maar voor het binnenklimaat is deze ingreep niet altijd even gunstig. Met op den duur een gevoel van discomfort tot gevolg. Discomfort wordt - conform de adaptiviteitstheorie die stelt dat mensen naar comfort zoekende wezens zijn - vaak gecompenseerd door het gebruik van overwegend op fossiele brandstoffen draaiende koel- en verwarmingsinstallaties. Deze technieken worden ingezet omdat zij sneller voor verlichting zorgen dan passieve technieken of dan de energie-efficiënte, hedendaagse lagetemperatuursystemen.

Om de kans op het ontregelen van het binnenklimaat door foutief menselijk gedrag te verkleinen en om zo onnodig energiegebruik te voorkomen is in energiezuinige

gebouwen de mate waarin de gebruiker kan ingrijpen gereduceerd. Vaak is er slechts sprake van een symbolische controle.

Gedrag en energiezuinigheid lijken derhalve verwikkeld in een typische Catch 22. Zonder controle voelen gebruikers zich beperkt in hun streven om een staat van comfort te bereiken - met controlemechanismen wordt het binnenklimaat verstoord met discomfort als gevolg.

Milieuvriendelijke gebouwen – zowel de α- als de β-varianten - zijn dan ook niet per definitie comfortabele gebouwen: zij kunnen beter scoren dan conventionele gebouwen, maar ook slechter. Dit blijkt ook uit de enquête onder de kantoorgebruikers van 5 energiezuinige en 5 minder energiezuinige gebouwen waarvan iets meer dan de helft van de geënquêteerden (n = 222) controle over het binnenklimaat kan uitoefenen. Het hebben van controle blijkt geen significante invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' te hebben. Wel werd gemiddeld zowel de 'Comfortbeleving' als de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beter beoordeeld door degenen met controle, maar de verschillen waren klein.

3 De context verandert te weinig in energiezuinige gebouwen

Gedragsveranderingen zijn lastig te realiseren. Pas als de context ingrijpend verandert, gaan mensen hun (gewoonte)gedrag heroverwegen en blijken bereid om zich ander, beter bij de nieuwe context behorend gedrag aan te meten. Er vindt dan zelfactualisatie plaats.

Een nieuwe context wordt bij het energiezuiniger maken van gebouwen echter niet gecreëerd. Er wordt getracht om via *status quo* een milieuvriendelijker maatschappij te realiseren en om gebouwen energie-efficiënter te maken. Bij status quo worden geen nieuwe technieken geïntroduceerd, maar wordt de efficiëntie van bestaande technieken verhoogd. Gebouwen worden beter geïsoleerd en er worden energie-efficiënte installaties geïnstalleerd waarvoor niet langer of in mindere mate brandstoffen noodzakelijk zijn. De gebruiker hoeft zijn gedrag in het gebouw niet te veranderen en zal dat hierdoor ook buiten het gebouw niet doen.

4 De feedback in energiezuinige gebouwen is ontoereikend

Het foutief uitpakken van gedrag kan leiden tot een verminderd gevoel van gepercipieerde controle of zelfeffectiviteit. Dit is het gevoel dat mensen hebben om een bepaalde activiteit op een succesvolle manier uit te kunnen voeren. Neemt dat gevoel

af of is er onzekerheid over een goede afloop dan zal de intentie om bepaald gedrag uit te voeren verkleinen.

Door positieve feedback te geven kan het gevoel van zelfeffectiviteit worden versterkt. Mensen leren snel van hun fouten, maar dan moet wel worden aangegeven wat er fout is gedaan. Bij veel milieuvriendelijke gebouwen ontbreekt echter die feedback. Het eigen gedrag kan hierdoor niet gemonitord worden, waardoor bij verkeerde handelingen of handelingen die niet het gewenste effect sorteren het zelfvertrouwen wordt ondermijnd of in ieder geval niet wordt versterkt; het gevoel van zelfeffectiviteit kan afkalven. Niet alleen zal de gebruiker minder snel het gedrag opnieuw uitvoeren, maar ook groeit hierdoor het gevaar dat teruggegrepen wordt op ongewenst – en in dit geval energie-consumerend - gewoontegedrag.

5 Energiezuinige gebouwen zijn te anoniem in hun milieuvriendelijkheid

Mensen met *Macht* of *Prestatie* als centrale waarde streven ernaar om hun sociale positie te versterken en te bevestigen. Ook dit facet van de in principe niet milieuvriendelijke waarden kan milieuvriendelijk uitpakken.

Altruïstisch of biosfeervriendelijk gedrag dat een inspanning kost en niet direct winst lijkt op te leveren, kan worden ingezet om te demonstreren dat het gedrag zowel in moreel als in financieel opzicht veroorloofd kan worden. Het laat de fitheid van de uitvoerder zien waarmee de aantrekkelijkheid wordt verhoogd.

Mensen zijn daarom eerder bereid zich altruïstisch op te stellen als dat gedrag op de een of andere manier zichtbaar gemaakt kan worden. Dit imago-verbeterende wordt als één van de redenen gezien dat bedrijven als ING-bank in Amsterdam of de Commerzbank in Frankfurt uitbundig milieuvriendelijke (en dure gebouwen) lieten ontwerpen en bouwen.

Dit gedrag kan door anderen worden gekopieerd omdat het enerzijds schijnbaar succesvol is en anderzijds omdat gedacht wordt dat dit het gewenste gedrag is.

De nieuwe generatie duurzame gebouwen bestaat evenwel steeds meer uit ogenschijnlijk ‘normale’ kantoorgebouwen of woningen. Door het inzetten van installaties als warmte- koudeopslag met warmtepompen en zonnecellen kan tot op zekere hoogte elke architectuuruiting - zelfs de meest glazige - energie-efficiënt worden gemaakt. Het normaliseren van dit soort milieu ontlastende technieken is goed, maar het is de vraag of de hedendaagse energiezuinige gebouwen die in hun

milieuvriendelijkheid anoniemer zijn dan de energiezuinige gebouwen uit het begin van deze eeuw nog een onderscheidende en navolgende werking hebben.

6 In energiezuinige gebouwen is sprake van een negatieve sociale druk

Sociale druk kan een rol spelen in het zich milieuvriendelijker laten gedragen van mensen. Mensen vinden het belangrijk wat anderen van hun gedrag vinden. In de Theorie van Gepland Gedrag wordt de sociale druk de subjectieve norm genoemd. De subjectieve norm houdt de sociale druk in die iemand zal ervaren om een bepaald gedrag wel of juist niet uit te voeren – angst om buitengesloten te worden blijkt een belangrijke drijfveer tot een specifiek gedrag.

Milieuvriendelijk gedrag kost tijd, moed en inspanning. De steun uit de omgeving is belangrijk om dat gedrag vol te houden. Hierbij zijn de descriptieve normen belangrijk. Door het gedrag van anderen te observeren wordt bepaald hoe anderen in de praktijk met de injunctieve normen omgaan. Dit geobserveerde gedrag kan worden overgenomen. Gedragen mensen zich milieuvriendelijk dan zal men eerder geneigd zich ook zo te gedragen. Zo zou sociale druk het egoïsme kunnen beteugelen.

In met name kantoorgebouwen zal niet zo zeer deze stimulerende, maar eerder de controlerende kant van sociale druk worden ervaren. Veel energiezuinige gebouwen hebben een kantoortuinindeling. De sociale druk maakt het moeilijker om een persoonlijker binnenklimaat te creëren.

7 Energiezuinigheid van gebouwen heeft geen invloed op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit

Het reboundeffect maakt duidelijk dat de financiële winst die in de vorm van een lagere energierekening als gevolg van een hogere energie-efficiency van onze gebouwen wordt geboekt, kan worden aangewend om het comfort in de woning te verhogen. De energiewinst die theoretisch mogelijk moet zijn geweest, pakt hierdoor lager uit.

Filosofen als Heidegger en Borgmann stellen dat door zelf actief betrokken te zijn bij het tot stand komen van het binnenklimaat comfort en daarmee het energiegebruik waardevoller kan worden. Het gedrag in energie inefficiënte, vaak oudere (woon-) gebouwen onderschrijft dit. Het energiegebruik in dit soort woningen valt lager uit dan voorspeld doordat de gebruikers het energiegebruik drukken door de verwarming lager te zetten, een trui aan te trekken of ruimtes onverwarmd te laten.

Nieuwe kantoren met kantoortuinen staan daarentegen het op een actievere manier creëren van een persoonlijk binnenklimaat niet of nauwelijks toe. Comfort en de energie die hiervoor nodig is, blijven hierdoor tamelijk abstract.

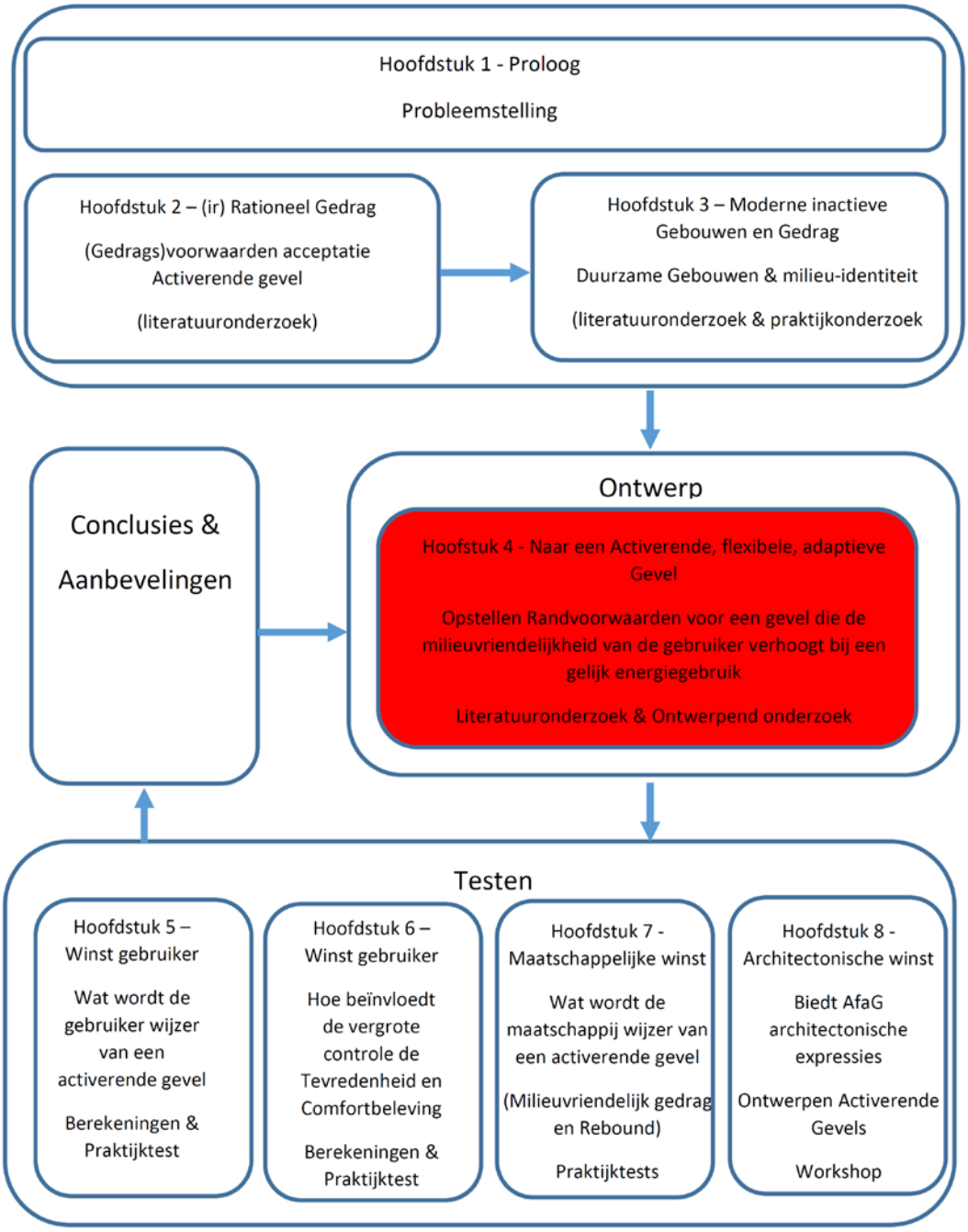
Dat energiezuinige gebouwen geen gedragsverandering bij de kantoorgebruikers teweegbrengen blijkt uit de enquête onder de gebruikers van vijf energiezuinige en vijf minder energiezuinige gebruiken. In de enquête is gevraagd naar de milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de kantoorgebruikers. Deze identiteit kan omschreven worden als de mate waarin iemand zichzelf als milieuvriendelijk beschouwd. Deze vragen zijn gesteld om te achterhalen of de milieuvriendelijkheid van de gebouwen invloed heeft op het milieubewustzijn van haar gebruikers. Dit blijkt niet het geval te zijn. De kantoorgebruikers van minder energiezuinige gebouwen hebben gemiddeld een iets hogere milieugeoriënteerde zelfidentiteit dan die in energiezuinige gebouwen (M = 5.052, SE = .075 om M = 4.977, SE = .069). Er kan worden geconcludeerd dat de gebruikers niet mee veranderen met hun werkomgeving en dus niet milieuvriendelijker worden omdat zij werken in een milieuvriendelijk gebouw.

8 Controle in gebouwen is te weinig onderscheidend om het milieubewustzijn te beïnvloeden

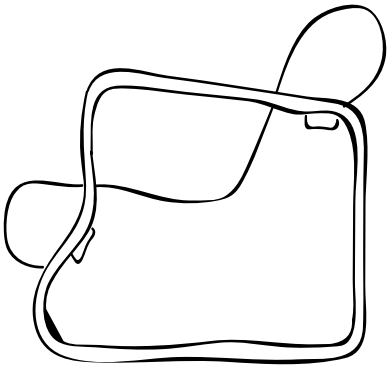
Bij het formuleren van de zelfidentiteit wordt het gedrag in het verleden als cue voor toekomstig gedrag gehanteerd. Met name wat duurder gedrag blijkt hierbij van invloed. Dit is gedrag dat onderscheidend is. Voert iedereen een bepaald gedrag uit dan zal dat gedrag minder invloed op de identiteit hebben.

Dit kan de reden zijn dat kantoorgebruikers die de ramen kunnen openen of de zonwering kunnen laten zaken zichzelf niet als milieuvriendelijker beschouwen dan de kantoorgebruikers die deze controlemechanismen niet tot hun beschikking hadden, terwijl zij toch op milieuvriendelijker manieren het binnenklimaat reguleerden.

DEEL 2 Het ontwerp


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(literatuuronderzoek & praktijkonderzoek
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
Berekeningen & Praktijktest
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Praktijktests
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
Workshop

4 Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG)



FIGUUR 4.1 Alvar Aalto - Paimio stoel

§ 4.1 Inleiding

In de strategieën om gebouwen energieneutraal te krijgen, wordt het menselijke gedrag genegeerd. Het doel moet worden bereikt door gebouwen technisch te optimaliseren (Gardner & Stern, 2008; Van den Wijngaart et al., 2014). In de vorige hoofdstukken is evenwel aangetoond dat gedrag mede bepalend is voor de werkelijke energie-efficiëntie van gebouwen (De Dear et al., 2013; Wener & Carmalt, 2006; Gill et al., 2010; Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013; Haytink & Valk, 2013). Verkeerd toepassen van de aangeboden technieken, maar ook de zogenaamde reboundeffecten zorgen ervoor dat gebouwen meer energie gebruiken dan vooraf is berekend. De gebouwde omgeving heeft derhalve niet alleen behoefte aan nieuwe technologieën, maar ook aan nieuw, milieubewuster gedrag (Midden, 2006; Midden et al., 2008; Mont & Plepys, 2008; Scott et al., 2012; Fletcher et al., 2001; Velden, 2003). Daar mensen 90% van de tijd binnen zitten (Frontczak & Wargocki, 2011), ligt het voor de hand om gebouwen zo te ontwerpen dat zij helpen om de gewenste gedragsverandering tot stand te brengen. De gevel lijkt een geschikt gebouwonderdeel te zijn om 'scripts' voor te ontwikkelen die aanzetten tot een milieubewuster gedrag van de gebruikers.

De gevel zet nu al aan tot actie. De gevel wordt gehanteerd om de relaties tussen binnen en buiten en de gebruiker te veranderen: ramen worden geopend/gesloten, zonwering wordt neergelaten/opgehaald, gordijnen worden gesloten/geopend, het gebouw wordt binnengegaan of verlaten. De gevel vormt de bouwfysische scheiding tussen binnen en buiten en met veel van de bovengenoemde handelingen worden de bouwfysische kwaliteiten van de gevel aangepast aan een behoefte. De kwaliteit van de gevel en de doordachtheid van de handelingen zijn hierbij (mede) bepalend voor de energiezuinigheid van het gebouw en de kwaliteit van het binnenklimaat (Olgyay, 2015; Hooper, 1986; Evans, 2007).

Die doordachtheid van de handelingen blijkt tegen te vallen.

Het openen van ramen kan bijvoorbeeld als gewoontegedrag worden beschouwd aangestuurd door een prikkel (te warm, te koud, benauwd) die op de minst arbeidsintensieve manier en praktisch direct bevredigd lijkt te moeten worden, (Mischel et al., 1969; Metcalfe & Mischel, 1999; Lindenberg & Steg 2007; Lindenberg & Steg, 2013). Hierbij wordt genoegen genomen met dat wat op dat moment als voldoende wordt beschouwd, in plaats van te streven naar het optimale op de wat langere termijn (Simon, 1956). Het effect van de handelingen op het binnenklimaat is hierdoor lang niet altijd positief (De Dear et al., 2013).

Hoofdstuk 3 heeft bovendien laten zien dat ook de geoptimaliseerde versies van gevels in energiezuinige gebouwen niet tot een hoger milieubewustzijn en tot milieuvriendelijker gedrag hebben geleid. Om dit te bereiken zal de gevel blijkbaar ingrijpender moeten veranderen dan in de tot nu toe bepaalde strategieën om de gebouwde omgeving energieneutraal te krijgen het geval was. Kunnen deze strategieën volgens Hopwood et al. (2005) als *status quo* worden beschouwd; de gevel die aanzet tot milieuvriendelijker gedrag zal ten opzichte van de bestaande gevelprincipes *hervormingen* moeten ondergaan. De gevel moet dusdanig radicaal worden gewijzigd (Van Lente, 2006; Norman & Verganti, 2014; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990) dat haar betekenis verandert (Verganti & Öberg, 2013).

In dit hoofdstuk zullen de mogelijke configuraties van die nieuwe gevel worden onderzocht. Hiertoe zullen op basis van de onderzoeksresultaten uit de vorige hoofdstukken – de opgedane kennis – ontwerpuitgangspunten worden geformuleerd die uiteindelijk zullen leiden tot een gevelontwerp en zo tot een antwoord op Deelvraag 5:

Hoe is een gevel opgebouwd die aanzet tot een hoger milieubewustzijn bij een gelijkblijvend comfortniveau en energiezuinigheid.

De conclusie van dit hoofdstuk bestaat uit een gevelontwerp. Dit ontwerp en de daaruit voortvloeiende hypothesen zullen in de Hoofdstukken 5, 6, 7 en 8 worden onderzocht.

§ 4.2 Activerende Gevels

Om de effectiviteit van gebouwen en van de gebruikershandelingen in gebouwen te verhogen moet het gedrag in gebouwen veranderen. Zoals eerder gesteld is het veranderen van dit gedrag lastig (Thøgersen & Ölander, 2002), maar een gedragsverandering blijkt op gang gebracht te kunnen worden door een nieuwe context. Dan is men namelijk geneigd om het gedrag dat met de oorspronkelijke context samenhing te herijken (Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009; Verplanken et al., 2008a).

Een glasgevel ontwerpen waarmee een dusdanig andere context wordt gecreëerd dat het gewoontegedrag er niet langer op zal worden geprojecteerd lijkt bijna niet mogelijk. Er zijn al te veel handelingen met betrekking tot glasgevels ingesleten – waarvan de achterliggende beweegredenen niet volledig helder zijn (Brager et al., 2004; Ackerly et al., 2011). De glazen delen zijn als het ware te besmet door het gedrag. De voor ander

gedrag noodzakelijke, nieuwe context wordt daarom geïntroduceerd door de betekenis van de nu nog gesloten geveldelen te veranderen.

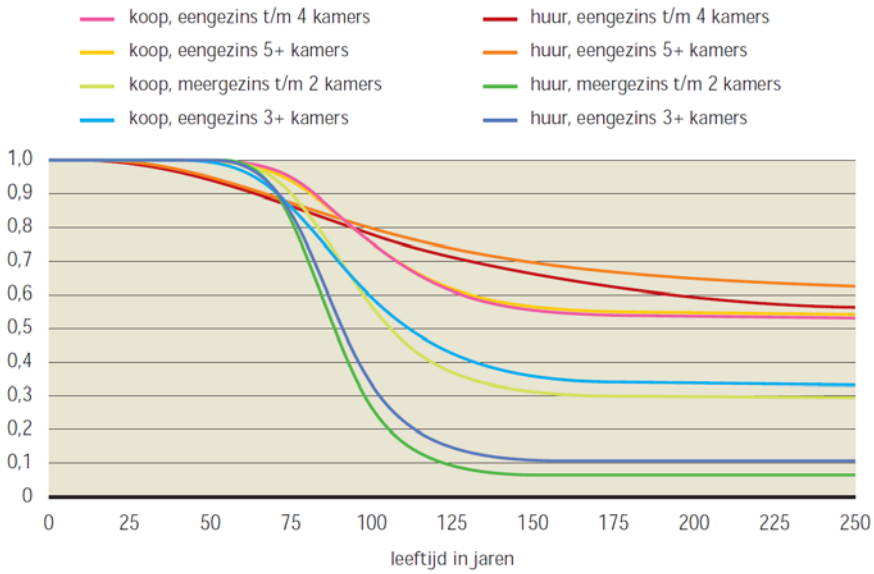
De staat van de gesloten delen kan in de huidige gebouwen niet worden aangepast; een gesloten gevel is een statisch element. Het is vooralsnog dan ook niet mogelijk om energie inefficiënt gewoontegedrag op de gesloten geveldelen te projecteren. Elk gedrag met betrekking tot de gesloten geveldelen is nieuw gedrag en kan (wellicht) gemakkelijker worden gestuurd.

Naast een nieuwe context kan een gedragsverandering tot stand worden gebracht door de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te versterken (Van der Werff et al., 2013; 2013a; 2013b; Gatersleben et al., 2010; Whitmarsh & O'Neill, 2010). Door mensen te overtuigen van het door hen in het verleden uitgevoerde, milieuvriendelijke gedrag kunnen zij het gevoel krijgen relatief milieuvriendelijk te zijn. Daar mensen consistent gedrag willen vertonen, lijkt het aannemelijk dat als iemand zich milieuvriendelijk voelt, hij/zij zich ook milieuvriendelijk zal gedragen (Bem, 1972; Smith et al., 2008; Lanzini & Thøgersen, 2014). Niet alleen in het gebouw, maar ook daar buiten. Voorwaarde hierbij is dat het gedrag onderscheidend is. Voert iedereen bepaald gedrag uit (bijvoorbeeld het scheiden van afval) dan heeft dat minder invloed op de zelfidentiteit (Cornelisse et al., 2008). De in het vorige hoofdstuk gepresenteerde enquête laat dan ook zien dat het openen van ramen of het neerlaten van de zonwering geen invloed lijkt te hebben op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Dit impliceert dat de gebruikers op een actievere en meer onderscheidende manier betrokken moeten zijn bij het op energiezuinige manieren tot stand brengen van een binnenklimaat. Daarnaast moeten zij zich ervan bewust zijn dat het gedrag milieuvriendelijk is (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b).

§ 4.2.1 Flexibele en adaptieve gevels

De nieuwe gevel moet een nieuwe context bieden en de gebruiker tot actie verleiden. Hiertoe zullen activerende elementen in de nu nog statische, gesloten gevels opgenomen moeten worden; oftewel de gevel moet uit activerende onderdelen komen te bestaan. Met dit 'open breken' van de gevel kan de gevel flexibeler worden gemaakt. Voor het activeren ontstaat zo een extra argument: met het flexibeler maken van de gevel kan de levensduur van de gevel worden opgerekt.

Kantoren hebben een gemiddelde technische levensduur van 75 jaar (Zuidema et al., 2012). Bij woningen is de levensduur afhankelijk van het woningtype, maar ligt ergens tussen de 75-100 jaar (Hoogers et al., 2004) – zie Figuur 4-2.



FIGUUR 4.2 Levensduur woningen versus overlevingskans (Hoogers, Gelinck & Trabsky, 2004)

Volgens Stewart Brand (1994) moeten gebouwen tijdens deze decennia door allerlei omstandigheden veranderingen (kunnen) ondergaan: gebouwen zijn gebaseerd op voorspellingen die nooit uitkomen (ibid). Het is bijvoorbeeld bij kantoorgebouwen lang niet zeker dat zij gedurende deze tijd één gebruiker of zelfs één functie zullen herbergen. Ook woningen worden vaak verlaten omdat zij niet langer aansluiten op de behoeften van de gebruikers (Durmisevic, 2006). Daarnaast zullen veel gebouwen geconfronteerd worden met de in Paragraaf 1.1 omschreven klimaatveranderingen. Zoals daar is gesteld is nu nog niet exact te voorspellen hoe de klimaatveranderingen uiteindelijk zullen gaan uitpakken en wat de klimatologische randvoorwaarden zijn waaraan de gebouwen in de toekomst moeten gaan voldoen (KNMI, 2014).

Om ze steeds opnieuw in een nieuwe werkelijkheid te kunnen voegen, moeten gebouwen derhalve aangepast kunnen worden. Voortbordurend op Duffy (1990) deelt Brand (1994) gebouwen op in lagen met ieder een eigen levensduur met een daarbij behorende materialisatie en detaillering. De gevel is als een afzonderlijke laag met een gemiddelde levensduur van 15-20 jaar gedefinieerd. Om dan weer aansluiting op architectonische trends te verkrijgen en de gebouwen weer aantrekkelijker te maken,

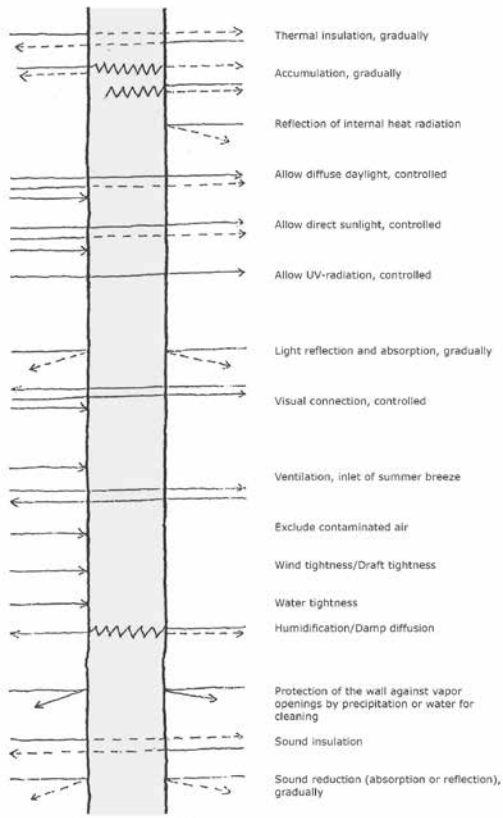
maar ook om ze te laten voldoen aan de nieuwe technische eisen en de daaraan gekoppelde comfortwensen worden de gevels dan meestal vervangen (Brand, 1994). Door de gevels nu zo te materialiseren en detailleren dat de kosten en de inspanningen om de nu nog onvoorziene, noodzakelijke veranderingen aan te brengen laag zijn, kan haar levensduur echter worden opgerekt (Walker et al., 2004; Skiles et al., 2005; Rajan et al., 2005; Fricke & Schulz, 2005; Silver & De Weck, 2006; Ross et al., 2008). Andersom geredeneerd: hoe eerder de grenzen van het aanpassingsvermogen zijn bereikt hoe hoger de kosten van een verandering zullen zijn (Ross et al., 2007). Bij te hoge kosten wordt het financieel aantrekkelijker om voor een vervanging van de gevel of zelfs van het gehele gebouw te kiezen in plaats van voor verbeteringen/aanpassingen. Dit is echter minder milieuvriendelijk.

Alleen flexibiliteit om te reageren op disruptieve gebeurtenissen zoals klimaatverandering of een functieverandering lijkt voor een gevel en met name voor het activeren van de gebruikers om zo hun milieubewustzijn te prikkelen niet voldoende. Om de gebruikers op een dusdanige manier te activeren dat zij zich daadwerkelijk bewust zijn van hun (milieuvriendelijke) handelingen moeten die, volgens Cornelisse et al. (2008), onderscheidend genoeg zijn en op een regelmatige basis worden uitgevoerd.

Dit maakt het noodzakelijk om een gevel te ontwikkelen waarvan de configuraties regelmatig veranderd kunnen/moeten worden om haar onder verschillende condities optimaal te laten functioneren (Olewnik, 2004; Ferguson et al., 2007). De gevel en de gebruiker kunnen dan bijvoorbeeld reageren op dag- nachtvariaties en verschillen in temperaturen tussen de seizoenen; maar ook op verschillend gebruik van een ruimte.

Feldtkeller (1989) heeft in dit kader de adaptieve gevel omschreven als een variërend filter waarvan de kwaliteiten aangepast zouden moeten kunnen worden – zie Figuur 4-3. Met het activerend maken van de gevel kunnen zij dus ook adaptieve als flexibele karakteristieken krijgen.[28]

28 Er zijn verschillende definities van adaptieve systemen gemaakt. In de omschrijving van Schmidt et al. (2009) vallen adjustable (verandering in taak), versatile (verandering in ruimte), refitable (verandering in performance), convertible (verandering in gebruik), scalable (verandering in afmeting) en moveable (verandering van plaats) onder adaptieve systemen. Zo beschouwd kunnen door de gevel adaptief te maken verschillende schalen van aanpasbaar vermogen worden bevredigd. Deze definitie is voor nu te breed. Bovendien zou er verwarring kunnen ontstaan met het adaptieve zoals het Adaptieve Comfort model of de Nederlandse Adaptieve Temperatuurgrenzen dat beschouwen. Hierbij gaat het om aanpassingen die de gebruiker in een ruimte kan uitvoeren om een gevoel van discomfort op te heffen. Het gaat om snelle, gemakkelijke aanpassingen. Om het onderscheid tussen daadwerkelijke aanpassingen aan de gevel in de tijd – om welke achterliggende reden dan ook – en regelmatige aanpassingen door de dag en de seizoenen heen duidelijk te maken zal respectievelijk over flexibiliteit en adaptief vermogen worden gesproken.



FIGUUR 4.3 Gevel als variërend filter (Feldtkeller, 1989)

§ 4.3 Activeren gebruikers

Fergusson et al. (2007) stelt dat een adaptief systeem op een dusdanige manier reageert dat onder veranderende omstandigheden de beoogde functionaliteit behouden blijft. Dit gebeurt door de fysische waarden van een systeem mee te laten veranderen met die omstandigheden. Wordt het systeem op een goede manier aangestuurd dan kan energie worden bespaard omdat de gevel zo meer als een actief intermediair tussen de buitenomstandigheden en de wensen binnen kan worden beschouwd. In tegenstelling tot de conventionele gevel is er niet langer sprake van een

‘one size fits all’ en hoeft er minder gecompenseerd te worden (Loonen et al., 2013). Het energiegebruik kan zo worden verlaagd.

Als wordt gezocht naar hedendaagse referenties van dergelijke gevelsystemen dan wordt het adaptieve vermogen vooral ingezet bij de glazen delen van de gevels (vaak in de vorm van te openen delen en/of intelligente zonweringssystemen) en waarvoor elektronica wordt ingezet (ibid) – zie Figuren 3-10, 3-11 en 3-12. Sensoren, computers, motoren en verschillende mechanieken zorgen ervoor dat op elk moment van de dag de energetisch gezien en wat de generieke kwaliteiten van het binnenklimaat betreft meest gunstige gevelconfiguraties worden ingesteld (ibid). Weliswaar zal de effectiviteit van de gevel en het gebouw zo worden verhoogd en de ‘hang naar gemakzucht’ (Zipf, 2016; Midden, 2006) worden bevredigd, maar de invloed van de gebruiker is vaak gering of volledig afwezig.

Een activerende gevel heeft zoals gesteld een ander uitgangspunt. Niet de flexibiliteit en het adaptieve vermogen vormen het zwaartepunt van het gevelontwerp en zelfs niet een verbeterd comfort bij een verlaagd energiegebruik – zij zijn eerder het gevolg van het feit dat de gevel de gebruiker moet activeren. Het activerende is leidend.

Maar zijn mensen wel bereid om extra handelingen te verrichten om aangename binnenklimaten te verkrijgen? Waarom zouden zij veranderen? Nu zijn gebouwen comfortabel zonder dat er werkelijk iets voor gedaan hoeft te worden (alleen de energierekening moet worden betaald) en gezien de eerder omschreven strategieën om ze energieneutraal te krijgen kan dat ook zo blijven (Thøgersen & Grønhøj, 2010).

Mensen lijken juist voortdurend op zoek te zijn naar apparaten die het leven gemakkelijker maken met als schijnbare doel om het energiegebruik door het lichaam te beperken (Zipf, 2016; Robbins, 2006; Midden, 2006). De weg met de minste weerstand lijkt de meest aantrekkelijke. Tijd wordt bovendien meer als een schaars goed beschouwd dan geld. Hoe meer er wordt verdiend hoe kostbaarder die tijd wordt. De financiële besparingen die milieuvriendelijker gedrag zouden kunnen opleveren, wegen daarom nauwelijks op tegen de extra tijd die dat gedrag over het algemeen kost (Linder, 1970). Slimme gadgets, zuinige installaties en applicaties op de smartphone die helpen om energie te besparen zijn daarom ideaal. De stoel hoeft nauwelijks verlaten te worden om toch tot besparingen te komen. Energiebesparing – in het verlengde daarvan: milieuvriendelijkheid - kost zo geen tijd en levert geld op (Robbins, 2006).

Dit lijkt het uitgangspunt dat de gebruikers zelf weer handelingen moeten gaan verrichten om tot een comfortabel binnenklimaat te komen kansloos te maken. Deze vooronderstellingen over de vermeende (Zipf, 2016; Robbins, 2006) of effectieve (Herbers, 1981) luiheid blijken echter niet geheel waar. Thuis hangend op de bank voelt men zich minder gelukkig

dan werkend op kantoor (Csikszentmihalyi & LeFevre, 1989). Er treedt verveling op, een gevoel van nutteloosheid, doelloosheid en misschien zelfs van schuld. Een gemakkelijk leven wordt niet automatisch geassocieerd met een goed leven (Scollon & King, 2004).

Volgens Csikszentmihalyi en LeFevre (1989) mogen mensen om handelingen worden gevraagd. Door het uitoefenen van controle en het succesvol volbrengen van handeling kan een staat van zich competent voelen worden bereikt (Bandura,1977; 1993). Daarnaast kan het gevoel van autonoom zijn worden versterkt (Deci & Ryan, 1985; Ryan & Deci, 2000; 2002; Bandura, 1993; Norton et al., 2011).[29] Het in de Paragraaf 1-1 aangehaalde onderzoek naar off-grid huizen onderschrijft dit. En ligt in zekere zin in het verlengde van de onderzoeksresultaten getoond in Figuur 1-1 die laten zien dat gebouwgebruikers bereid zijn om actie te ondernemen om comfort te verkrijgen. Zij toont aan dat oudere en minder goed geïsoleerde gebouwen in tegenstelling tot de energie-efficiënte gebouwen minder energie gebruiken dan theoretisch bepaald.

Vermoedelijk trachten de bewoners door aangepast gedrag (de thermostaat lager te zetten, eerder een trui aan te doen, bepaalde ruimtes onverwarmd te laten) het energiegebruik binnen de perken te houden (Van den Wijngaart et al., 2014; Zalejska-Jonsson, 2012; Sunikka-Blank & Galvin, 2012). Overigens hoeft dit gedrag niet ingegeven te zijn door de zorg om het milieu. Het gedrag kan ook voortvloeien uit dat wat energie-armoede wordt genoemd. Hierbij kunnen mensen zich een ander en misschien wel het gewenste energiegedrag niet meer veroorloven (Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013; Brunner et al., 2012; Anderson et al., 2012). Positiever is het echter om dit gedrag als een herovering van de controle over de leefomgeving te beschouwen.

Of het gedrag dat noodzakelijk is om actief het energiegebruik in gebouwen te optimaliseren daadwerkelijk wordt uitgevoerd, is zo leert de Theorie van Gepland Gedrag, mede afhankelijk van de gepercipieerde controle. Met andere woorden in hoeverre wordt verwacht dat het gedrag op een succesvolle manier uitgevoerd kan worden (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001). En dus of het gedrag een positief gevoel (winst) oplevert.

29 Autonomie (zelfwetgeving) is de tegenstelling tot iets dat door buiten wordt bepaald en is bij Emanuel Kant gelijk aan vrijheid. Hij vindt dat mensen zelf de verantwoordelijkheid moeten kunnen nemen. Autonomie geldt als het ultieme doel binnen de ethiek (Dorrestijn, 2004). Autonome acties worden door niets anders dan door de persoon zelf gestuurd en zijn ook persoonlijk bepaald (Deci & Ryan, 1987).

§ 4.3.1 Begrijpen en begrijpelijk

Door de gevel activerend vermogen te geven, verkrijgt de gebruiker controle, maar zo wordt ook de verantwoordelijkheid over het binnenklimaat en de uiteindelijke energiezuinigheid (weer) bij hem neergelegd.

Zoals eerder gesteld is het bestieren van het binnenklimaat niet eenvoudig. Veel elkaar op verschillende manieren beïnvloedende factoren spelen bij het bereiken van een comfortabel binnenklimaat een rol. Voor de gemiddelde gebruiker zullen deze processen lastig te doorgronden zijn. Met het opnemen van activerende elementen in de gevel bestaat het gevaar dat het controleren van het binnenklimaat nog complexer wordt. Of foutief gebruik kan worden voorkomen, is afhankelijk van de bruikbaarheid van het systeem.

In de officiële definitie is *de bruikbaarheid van een product afhankelijk van de mate waarin specifieke gebruikers er op een efficiënte, effectieve wijze en tot hun tevredenheid en onder specifieke gebruiksomstandigheden in slagen specifieke doelen te bereiken* (ISO, 1998).

Het efficiënte en effectieve gaat respectievelijk over de inspanning die moet worden verricht (Walker et al., 2004) en de -winst- die met de handeling wordt bereikt. De inspanning heeft hierbij betrekking op de tijd die de handeling kost, de hoeveelheid geld die geïnvesteerd moet worden en/of het gemak van het systeem en de hieraan gekoppelde cognitieve inspanning die de handeling vergt (Diekman & Preisendörfer, 2003; Hollnagel & Woods, 2004). Weegt het nut van de inspanning niet op tegen de winst dan zal voor de gemakkelijker te bevredigen en vaak milieuonvriendelijker, hedonistische doelen worden gekozen – dit wordt de lage kostentheorie genoemd (Diekman & Preisendörfer, 2003).

Zoals in Paragraaf 3.6.1 is aangegeven, kan de winst op verschillende manieren worden uitgedrukt. Aan hoe meer winstvormen het systeem appelleert hoe groter de kans dat gebruikers met verschillende aangehangen waarden het systeem zullen omarmen (Axsen & Kurani, 2013) – zie Figuur 2-4. Er is gesteld dat het bereiken van normatieve en winstdoelen (waar het besparen van het milieu onder valt) als bijkomende winst mag optreden bij het nastreven van hedonistische doelen (Lindenberg & Steg, 2013; Steg, Perlaviciute & Van der Werff, 2015). Milieuwinst is milieuwinst en het alleen nastreven van normatieve doelen is voor velen weinig verleidelijk als er geen directe persoonlijke winst aan gekoppeld is.

Om de gebruikers het gevoel te geven dat zij een milieuvriendelijke handeling hebben verricht - om zo de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te stimuleren (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b) – is de winst uitgedrukt in alleen het bevredigen van hedonistische doelen niet voldoende. Ook winst- en normatieve doelen lijken met het bedienen van het systeem niet alleen behaald te moeten kunnen worden, maar de gebruiker moet er ook van doordrongen zijn dat hij die doelen heeft behaald. Hij moet zich bewust zijn van zijn milieuvriendelijke gedrag.

Desondanks ligt het voor de hand dat hoe efficiënter het systeem zal zijn, hoe lager de kosten in welke vorm dan ook en hoe eerder een vorm van winst wordt ervaren. Dit maakt het evident dat het gebruik van de gevel eenvoudig en voor de hand liggend moet zijn (Deuble & de Dear, 2012).

Dit eenvoudige gebruik betekent niet automatisch dat de gevel uiteindelijk toch niet op een verkeerde - energie inefficiënte - manier gehanteerd zou kunnen gaan worden. Een raam is in wezen niet heel complex in haar gebruik - maar het openen en sluiten van een raam heeft lang niet altijd een positief effect op het binnenklimaat en het energiegebruik (De Dear et al., 2013; Lin, 2005). Of een verkeerd gebruik voorkomen kan worden - of het product bruikbaar en efficiënt is - is afhankelijk van de kracht van het ontwerp dat tot het juiste gedrag moet verleiden (Heijs, 2006; Tromp, 2013).

Er zijn strategieën om de gebruikers objecten op de gewenste wijze te laten hanteren die in de volgende sub-paragrafen zullen worden behandeld:

- Moraliseren van Techniek en Default-stellen;
- Aansluiten op de Intuïtie.

§ 4.3.1.1 Moraliseren van de techniek & Default

Gewoontes zijn gebaseerd op een samenspel van objecten (technieken, ruimtes, ingrediënten et cetera), imago (persoonlijke en sociale betekenissen die verkregen worden door die gewoontes uit te voeren) en vaardigheden (smaak, competenties et cetera) (Shove, 2007; Jelsma, 2006). Daar het lastig is om het (gewoonte) gedrag van mensen te veranderen (Thøgersen & Ölander, 2002) is er een tendens om de objecten - ook gebouwen – met behulp van technologieën slimmer te maken. Menselijke vaardigheden, maar ook menselijke verantwoordelijkheden worden dan als het ware door die objecten overgenomen (Latour, 1997; 2002; Achterhuis, 1995; Jaffari & Matthews, 2009). Hans Achterhuis (1995) heeft voor de techniek die (een deel van) de verantwoordelijkheden van de mens overneemt de term *Moraliserende Techniek* geïntroduceerd.

Gebouwen – en ook andere objecten – worden hierbij op een dusdanige manier ontworpen dat het gewenste gedrag er als het ware in is voorgeprogrammeerd.[30] Latour (1997; 2002) noemt dit scripten. Bekende en illustratieve voorbeelden van het voorgeprogrammeerd ontwerpen om gewenst gedrag af te dwingen zijn verkeersdrempels die de autobestuurders dwingen om langzamer te rijden, de waterbesparende douchekop en het alcoholslot (Latour, 1997; 2002; Dorrestijn, 2004; 2010).

In veel gevallen lijkt met *Moraliserende Techniek* weinig mis. Weinigen zullen protesteren tegen een alcoholslot in de auto van een alcoholist en tegen waterzuinige douchekoppen om waterverspilling als gevolg van het douchegedrag te voorkomen (Hand et al, 2005), of tegen statische, maar uitstekend geïsoleerde gevels voor de comfortverslaafden (Prins, 1992). De huidige gesloten geveldelen kunnen in wezen als een voorbeeld van *Moraliserende Techniek* worden beschouwd. Al zijn ze niet met deze intentie ontworpen. De gesloten gevel staat geen fouten in het gedrag toe. Niet voor niets wordt het verhogen van de isolatiegraad van de omhulling van een woning als een effectiever middel beschouwd om het energiegebruik terug te dringen dan het lager zetten van de thermostaat (Gardner & Stern, 2008). De energiebesparing wordt op deze manier onafhankelijk gemaakt van het lastig voorspelbare gedrag van de gebruikers.

Er kleven echter nadelen aan *Moraliserende Technieken*.

Zij zullen het gedrag zelf niet veranderen (Velden, 2003; Tromp, 2013). Dat is ook niet de bedoeling van *Moraliserende Technieken* – want zij moeten in zekere zin gedrag vervangen (Achterhuis, 2013). Het gevaar bestaat hierdoor dat mensen in situaties waar de technieken niet zijn toegepast het oude en als foutief bestempelde gedrag zullen vertonen. In de straten met verkeersdrempels wordt niet langzamer gereden vanwege de zorg over de veiligheid van spelende kinderen. De snelheid wordt gematigd omdat anders de schokbrekers of spoilers kunnen beschadigen (Tromp, 2013). In straten waarin geen verkeersdrempels zijn aangebracht, zou daarom weer harder kunnen worden gereden en in douches zonder speciale douchekoppen kan weer 'normaal' water worden verspild. Al douchen mensen die thuis waterbesparende douchekoppen hebben wel minder lang (Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013).

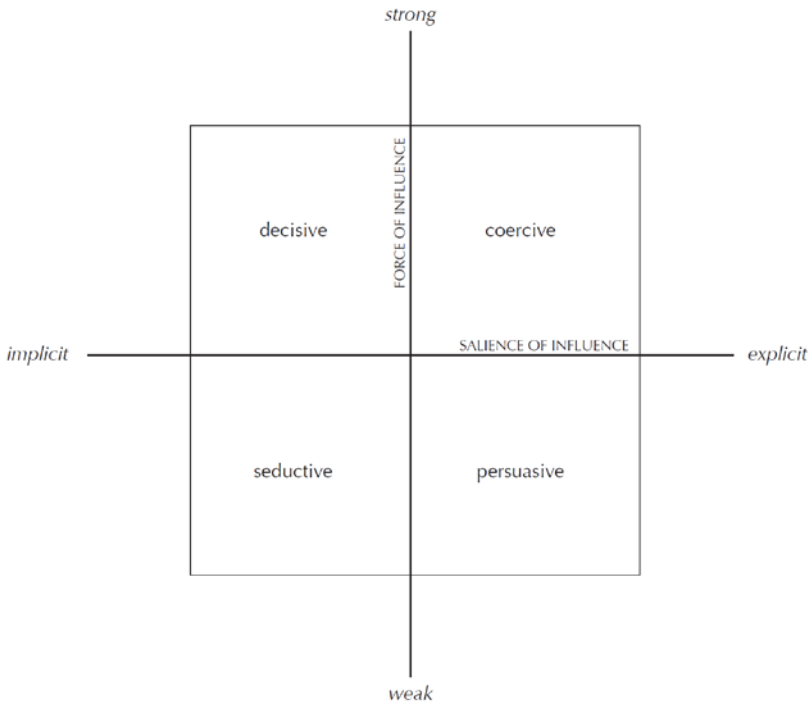
30 Ter illustratie: in een interview van Martin Simek met de psycholoog Piet Vroon werd afgevraagd op welke manier de maximum snelheid op de autowegen gehandhaafd zou kunnen worden. Borden die aangeven welke snelheid de maximale is, worden massaal genegeerd. De kans op een bekeuring is klein. Volgens Simek moeten de wegen minder comfortabel worden – Vroon stelde voor om niet langer auto's te ontwerpen die veel harder kunnen rijden dan de maximum, veilige snelheid (Simek & Vroon, 1996).

Daarnaast worden met *Moraliserende Technieken* de kansen op menselijke fouten weliswaar verkleind (Dorrestijn, 2004; 2010; Heijs, 2006), maar zij kunnen het gevoel geven dat zij de autonomie van de gebruikers aantasten (Brey, 2006; Wever et al., 2008; Norman, 2004). Het gevoel overheerst te worden door de techniek zou bijvoorbeeld in auto's die niet starten voordat de gordel is omgedaan of die voorzien zijn van een gaspedaal met een hogere weerstand bij hogere snelheden de kop kunnen opsteken (Brey, 2006). [31]

Hoe zeer gebruikers er ook van doordrongen zullen zijn dat de technieken hen ten goede komen en de ontwerpers het beste met hen voorhebben, toch is de wens om zelf over die handelingen na te denken en te kunnen beslissen groot. Mensen willen controle blijven houden (Deci & Ryan, 1987; 2000; Benesch et al., 2010; Parija & Shukla, 2013; Adgar et al., 2009). Niet alleen tijdens het douchen of wanneer ze door de stad rijden, maar ze willen ook het binnenklimaat van de gebouwen (deels) naar hun hand kunnen zetten (De Dear, 2004; Hasselaar 2008; Bluyssen, 2009; Vroon 1990). Is die persoonlijke controle buiten het systeem gelaten dan zal getracht worden de controle te heroveren. Of zoals Jelsma (1999) het stelt: Als een object bijt, dan is het te verwachten dat de gebruiker op den duur terugbijt. Uiteindelijk zal zelfs getracht worden om de controlerende technieken te saboteren (Stevens, 2001; Van Kesteren, 2006).

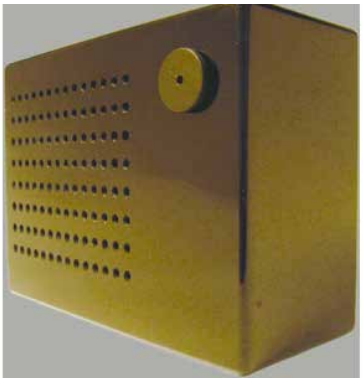
Hoe sterker het gevoel dat het gedrag uit vrije wil wordt uitgevoerd hoe groter de kans is dat ook in andere situaties het gewenste gedrag wordt herhaald. Het hieronder getoonde, door Tromp (2013) ontwikkelde schema laat het verschil zien tussen objecten die op een expliciete wijze mensen tot een bepaald gedrag dwingen (zoals verkeersdrempels) en objecten die mensen op impliciete manieren tot het gedrag verleiden.

31 Alvar Aalto's Paimio-stoel is nog een voorbeeld van Moraliserende Techniek. Zij dwingt haar gebruikers – het is de enige comfortabele positie - om naar achter te leunen om zo de longinhoud te vergroten. De stoel is ontworpen voor mensen met tuberculose.



FIGUUR 4.4 Schema dat vormen van gedragsbeïnvloeding laat zien en hoe die zullen worden ervaren (Tromp, 2013)

Bij de eerste zullen mensen zich extrinsiek gemotiveerd voelen; bij het verleiden intrinsieker. Er mag verondersteld worden dat verleiding een duurzamer gedragsverandering zal opleveren omdat het gevoel ontstaat dat het gedrag zelf geïnitieerd is (ibid). In plaats van Moraliserende Technieken zou gestreefd moeten worden naar Verleidende Technieken.



FIGUUR 4.5 Erratic Radio Interactive Institute Sweden

FIGUUR 4.6 Power Aware Cord Interactive Institute Sweden

Voorbeelden van verleidende, motiverende voorwerpen zijn het Static! Power Aware Cord dat opgloeit op het moment dat veel energie wordt gebruikt en de Erratic Radio die zich vreemd gedraagt als er in zijn omgeving te veel energie wordt gebruikt en gebruikers aanzet om de andere apparaten uit te zetten (Redström, 2006). Het zijn verleidende, de gebruiker overredende ontwerpen (Midden et al., 2007; Midden et al., 2008; Redström, 2006). Ze zetten de gebruikers aan tot nadenken en tot handelen. Ze trekken hedendaagse en alledaagse manieren van doen in twijfel en bieden alternatieven hiervoor aan. Ze worden als 'adversarial design' beschouwd - een term die DiSalvo (2012) heeft geïntroduceerd om design met agonistische kwaliteiten te omschrijven.

Het integreren van vaardigheden in vernuftiger objecten om zo het menselijk gemak te verhogen en de kans op menselijke fouten te voorkomen botst ten slotte ook met de filosofieën van bijvoorbeeld Heidegger (1977) en Borgmann (1984) die stellen dat om comfort waardevoller te krijgen er een activiteit van de ontvanger van dat comfort verlangd zou mogen en misschien wel moeten worden (Wilson, 2002; Anderson, 2003; Mahon & Caramazza, 2008; Pierce et al., 2003). De verantwoordelijkheid moet derhalve bij de gebruiker blijven liggen en niet bij slimme technologieën.

Om de activerende gevel op de juiste manier bediend te laten worden, mag het script dat ten grondslag ligt aan het ontwerp derhalve niet te dwingend zijn. De activerende gevel zal geen *Moraliserende Techniek* worden omdat de gebruiker zelf het gedrag moet initiëren en niet het gevoel mag krijgen hierin te zeer gestuurd te worden.

Een andere, meer verscholen manier om gedrag te sturen is om de gewenste optie een prominente plek in het ontwerp te geven of haar default te maken. De hersenen

trachten de hoeveelheid energie die besteed moet worden aan analyses te beperken. Keuzes worden vaak bepaald op basis van gemakkelijk verkrijgbare informatie. De cognitieve processen die leiden tot het juiste gebruik zijn bij default gereduceerd. Er wordt voor de meest voor de hand liggende (default) optie gekozen (Kahneman 2011). Default wordt vaak beschouwd als de sociale norm (Potter & Prast, 2009).

Zij staat een grotere mate van vrijheid van handelen toe dan de *Moraliserende Technieken*. Het is echter de vraag of comfort een default-optie kan meekrijgen. Dat wat default is, zou dan door de ontwerper, een gebouwbeheersysteem of de maatschappij worden bepaald. De gesloten gevel is eigenlijk al een vorm van default. Comfort zou daarentegen individueel bepaald moeten worden. Daarnaast kan worden afgevraagd of het sturen door middel van default-opties wel tot een verandering van het gedrag leidt.

§ 4.3.1.2 Intuïtie

Het object moet zo ontworpen worden dat het gewenste gedrag ook door de gebruiker als het meest natuurlijke gedrag zal worden ervaren (Heijs, 2006; Tromp, 2013; Norman, 2004). Dat hoeft niet per se door het ontwerp voor te programmeren met scripts. Het kan ook door de bediening te laten aansluiten op de intuïtie, rituelen en gewoonten. Zo wordt net als bij het default maken van de gewenste optie geprofiteerd van de 'cognitieve gemakzucht' van de gebruiker (Bordass et al., 1994; Heijs, 2006).

Intuïtie in de definitie van zuiver op het gevoel iets doen, bestaat evenwel niet (Kahneman, 2011). Intuïtie ontstaat bij de gratie of als gevolg van kennis en veel oefening. Door herhalingen worden patronen snel herkend waardoor direct voor de juiste handeling kan worden gekozen (Simon, 1992; Rasmussen, 1993; Bastick, 1982 zoals geciteerd in Blackler et al., 2010; Kahneman 2011).

Dit geldt ook voor de bediening van producten. Hoe meer ervaring men heeft met het gebruiken van een product hoe efficiënter het gebruik zal zijn en hoe beter het is afgestemd op de eigen behoeften. Bij het ontwikkelen van nieuwe producten kan worden geprofiteerd van dit inzicht. Hoewel dit misschien niet geldt voor de zogenaamde 'early adopters' – mensen die in een vroeg stadium nieuwe producten uitproberen (Rogers, 1995) en die de nieuwsgierigheid hebben om zelf het nuttige van het nieuwe te onderzoeken (Robinson et al., 2005) – zal voor veel mensen gelden dat zij gemakkelijker overreed kunnen worden om een nieuw product te gaan gebruiken als de bediening aansluit op een bekend voorwerp (Crilly et al., 2004; Blackler et al., 2003; 2010; Rogers, 2002; Arnold & Mettau, 2006). Hoe bekender het nieuwe product

oogt – hoe gemakkelijker de bedieningen zal lijken omdat het dan binnen de zelf-structuur van de gebruiker blijft (Triandis, 1989). Het nastreven van intuïtief gebruik van een nieuw product behoort tot de belangrijkere universele ontwerpregels (Blackler, Popovic & Mahar, 2003). Het vernieuwde Technology Acceptance Model (TAM 2) dat ontwikkeld is om de acceptatie van nieuwe ICT-producten te voorspelen en dat is geïntroduceerd in Paragraaf 2.5.2 stelt dat het vooronderstelde gebruiksgemak invloed heeft op de intentie om een nieuw product te gaan gebruiken (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989).

§ 4.4 Intuïtief gebruik Activerende Gevel

§ 4.4.1 Deconstrueren Gevel

De vraag is hoe een activerende gevel intuïtief gebruik zou kunnen stimuleren, terwijl de gebruiker zich tegelijkertijd bewust blijft van het feit dat hij een milieuvriendelijke handeling heeft verricht. Intuïtief gebruik lijkt op een soort achteloosheid en gedachteloosheid te duiden en dat moet worden voorkomen.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden moet eerst de opbouw van de gevel die de huidige gesloten gevel moet gaan vervangen, worden bepaald.

De nieuwe gevel moet activerend worden, maar zij moet tegelijkertijd minimaal aan dezelfde thermische eisen kunnen gaan voldoen als de traditionele, gesloten gevel.

In de traditionele, gesloten gevels kunnen de onderdelen die de noodzakelijke, verschillende bouwfysische functies voor hun rekening nemen goed van elkaar worden onderscheiden. De gevel kan in zekere zin worden beschouwd als een verzameling lagen die ieder specifieke, gemakkelijk te duiden functies hebben: buitenblad (identiteit/privacy/uitzicht); spouw (ventilatie/vocht afvoer); isolatie (warmte binnen/buiten houden); binnenblad (constructie/massa). De lagen beïnvloeden elkaar onderling. Het functioneren van het isolatiemateriaal is bijvoorbeeld afhankelijk van de warmtegeleidingscoëfficiënt en de dikte van het materiaal, maar de vochthuishouding in de gevelconstructie kan de isolerende werking van het isolatiemateriaal beïnvloeden. Hierbij zijn de kwaliteiten van het isolatiemateriaal, het buitenblad, van het binnenblad

en de ventilerende eigenschappen van de spouw bepalend. Zijn die onvoldoende dan kunnen negatieve consequenties als gevolg van een ongunstige vochthuishouding worden voorkomen door bijvoorbeeld waterkerende, damp-open folies of dampdichte folies toe te passen. Het aantal lagen van het gevelsysteem neemt dan toe, maar ook de helderheid.

Zoals eerder gesteld kan het adaptief en flexibel maken van een activerende gevel een verhoogde complexiteit tot gevolg hebben. Dit moet worden voorkomen omdat dit ten koste gaat van de functionaliteit (Ferguson et al., 2007). Hoe ingewikkelder het systeem - lees: hoe meer functies geïntegreerd en verweven zijn - hoe groter de kans is op een lagere robuustheid van dat systeem. Een lagere robuustheid geeft aan dat het systeem minder effectief functioneert dan voorzien (Kurvers at al, 2013; Leyten & Kurvers, 2006; Wener & Carmalt, 2006). Door de verschillende lagen een specifieke functie te geven, wordt dit gevaar bezworen.

Bovendien vergroot de opbouw van verschillende lagen met duidelijke functies de herkenbaarheid voor de gebruiker (Leaman & Bordass, 2007). Het systeem wordt concreet en wordt ontdaan van al haar abstracties en is helderder in haar gebruik (ibid). De gepercipieerde controle kan hierdoor toenemen en dus ook de bereidheid om de gevel te gaan bedienen (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001). De kans op het juiste adaptieve gebruik stijgt zo en hierdoor kan de gebruiker zich competenter gaan voelen. Dit gevoel zet aan tot een groter zelfvertrouwen en daarmee tot een frequentere herhaling van dat gedrag, maar ook tot vergelijkbaar gedrag in andere situaties (Bandura, 1993).

Ten slotte wordt, als de wensen/eisen veranderen, het vervangen van de ene laag met een specifieke functie door een andere laag met eenzelfde functie gemakkelijker. De flexibiliteit van het systeem wordt zo vergroot (Walker et al., 2004; Silver & De Weck, 2006; Ross et al., 2008). Niet alleen op de langere duur – maar ook kan zo beter ingespeeld worden op de wensen nu.

§ 4.4.2 Gevel als Kleding

Een gevel die opgebouwd is uit lagen en op een bewuste maar intuïtieve manier bediend moet worden, roept associaties op met kleding. Kleding zit direct op het menselijke lichaam, gaat een interactie met het lichaam aan (Psikuta et al., 2008) en vormt een intermediair tussen het lichaam en de omgeving (Fanger, 1970) – net zoals de gevel van een gebouw dat doet. De relatie tussen kleding en omstandigheden is al

millennia oud (Toups et al., 2011). Dag in, dag uit en soms zelfs een aantal keer per dag wordt de meest geschikte kleding gekozen. Deze ruime ervaring zorgt ervoor dat de intuïtie betrouwbaar is (Blackler et al., 2010), zoals in Paragraaf 4.3.1.2 is besproken. Die keuze van de meest geschikte kleding blijkt voor een deel afhankelijk van het gemak van de kleding (Morgan & De Dear, 2003; Schiavon & Lee, 2012), maar wordt ook bepaald door het verwachte weer en hoe die weersomstandigheden worden ervaren. Met name in natuurlijk geventileerde gebouwen is de relatie tussen het weer en de kleding sterk (De Carli et al., 2007; Schweiker et al., 2013). Airconditioning en daarmee constante binnentemperaturen hebben er voor gezorgd dat de kledingkeuze relatief vrijer is geworden; zij is onafhankelijker van het weer gemaakt (Morgan & De Dear, 2003; De Carli et al., 2007). In zowel gebouwen met als zonder airconditioning zijn echter grote variaties in clo te vinden die (deels) terug te voeren zijn op de individuele ervaring van comfort en die onder meer afhankelijk is van de gezondheid van de persoon, het geslacht en de leeftijd (Morgan & De Dear, 2003).[32]

Ook op een lager schaalniveau blijkt een gevoel voor kledingadaptatie. Niet alleen volwassenen (ibid) maar ook vrij jonge kinderen (9 en 11 jaar) passen hun kleding gedurende de dag op subtiele manieren aan de thermische omgeving aan. Mouwen worden opgestroopt; knoopjes losgemaakt. Mensen zijn goed in staat om de thermische omstandigheden te koppelen aan de fysische kwaliteiten van de kleding en zijn in staat om gedurende de dag aanpassingen te verrichten als de fysiologische staat van het lichaam hierom vraagt. Dit wordt thermoregulerend gedrag genoemd (Wyon & Holmberg, 1973).

In de vorige paragraaf is gesteld dat de activerende gevel zal worden opgebouwd uit verschillende lagen om de herkenbaarheid te vergroten en het juiste gebruik te stimuleren; deze lagen zullen in dit onderzoek worden gemaakt van doek om de associatie met kleding tot stand te brengen en zo tot een intuïtiever gebruik te komen.

De toepassing van doeken als gevels is niet nieuw. Yurts in Mongolië zijn opgebouwd uit lagen doek waarbij de dikte van de gevel wordt aangepast aan de buiten omstandigheden (Coch, 1998; Mrkonjic, 2006) en ook in het Westen werden en worden doeken (tapijten in kastelen; gordijnen; huiden in boerderijen) gebruikt om de winterse invloeden buiten te houden (Heshong, 1979).

32 Clo is de thermische weerstand van kleding; waarbij 1 clo = 0.155 1°C/W.

De gebruikers kunnen zelf bepalen wat voor soort doeken worden gebruikt. Hierbij refereert 'soort' aan doeken met verschillende bouwfysische kwaliteiten (wat wordt als comfortabel beschouwd), maar ook aan de gebruikte dessins. De gevel kan hierdoor als uiting van de identiteit fungeren (zoals ook kleding dat is); de gebruikers treden zo op als co-designers van de gevel waardoor de gevel/het gebouw maar ook het binnenklimaat een meerwaarde kan krijgen (Prahalad & Ramaswamy, 2004; Sanders & Stappers, 2008; O'hern & Rindfleisch, 2010; Fuad-Luke, 2010; Niinimäki & Hassi, 2011). De emotionele band tussen gevel en gebruikers zal zo worden versterkt (Crilly et al., 2004; Lilley et al., 2005).

Zoals in Paragraaf 3.3 is gesteld, mag worden verondersteld dat wanneer gebruikers zich als co-designers van een binnenklimaat beschouwen, zij eerder tevreden zullen zijn over het binnenklimaat dan gebruikers in centraal geconditioneerde gebouwen waarin de gebruikers geen invloed hebben (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012). Door comfort te koppelen aan controle en plezier of schoonheid (bijvoorbeeld die van de zelf gekozen doeken) kan ten slotte een staat van welzijn worden bereikt (Steemers & Manchanda, 2012)[33].

§ 4.4.3 De bediening

De bediening moet, net als de materialisatie, zo dicht mogelijk aansluiten op de intuïtie, rituelen en gewoonten om de cognitieve inspanning zo gering mogelijk te houden (Bordass et al., 1994; Heijs, 2006). Bij de materialisatie van een activerende gevel is die aansluiting tot stand gebracht door de associatie met kleding te leggen; bij de bediening van de gevellagen is dat minder eenvoudig. Het openen en sluiten van de gevel zal een ander soort handeling moeten zijn dan het aan- of uittrekken van verschillende lagen kleding.

De bediening moet eenvoudig te begrijpen zijn (Klemperer, 1987; Deuble & de Dear, 2012; Bordass, 2004). In het verbeterde Technology Acceptance Model is het waargenomen gebruikersgemak een van de voorwaarden om een toepassing te gaan gebruiken (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989). Dit heeft niet alleen te maken met het feit dat gebruikers aan het doorgronden ervan weinig of geen tijd willen

33 Het werk van Petra Blaisse (Inside Outside) zou hierbij als voorbeeld kunnen dienen.

besteden (Norman, 2004), maar een goed te doorgronden bediening geeft eerder het gevoel werkelijk controle over het systeem uit te kunnen oefenen. Doordat de handeling een direct en voorspelbaar effect sorteert, wordt het eerder vertrouwd (Norman, 2004). Ten slotte maakt dit soort goed te doorgronden systemen het eenvoudiger om ze naar de hand te zetten, te verpersoonlijken en verbeteringen aan te brengen (Cohen et al., 1999). Op deze manier wordt het dichter bij onze eigen identiteit gebracht (Hamilton, 2015; Shaw & Newholm, 2002; Mogilner & Aaker, 2009; Rucker & Galinsky, 2009). Er kan hierdoor gemakkelijker een band tussen apparaat en gebruiker ontstaan. Het wordt als een deel en een verlengde van onszelf beschouwd (Overbeeke & Wensveen, 2003).

Van producten die aantrekkelijker worden gevonden, wordt de schijnbare gebruiksvriendelijkheid hoger ingeschat (Ben-Bassat et al., 2006). Andersom geldt dit ook. Producten met een totaal nieuw uiterlijk hebben een lagere schijnbare gebruiksvriendelijkheid dan producten die dichter bij een archetype liggen. Een ongebruikelijk zwarte wasmachine met dezelfde kwalificaties als een witte wordt als lastiger te bedienen beoordeeld (Mugge & Schoormans, 2012); er wordt beoordeeld op representativiteit (Kahneman, 2011).

Een activerende gevel is een totaal ander soort gevel dan de traditionele, gesloten gevel. Het anders-zijn kan afstoten en kan leiden tot een lagere gepercipieerde controle. Om dit te voorkomen zal de bediening van de gelaagde, activerende gevel moeten lijken op die van een bekend product (Crilly et al., 2004; Blackler et al., 2003; 2010; Rogers, 2002; Arnold & Mettau, 2006). In de vorige Paragraaf is gesteld dat de activerende gevel uit verschillende lagen doek moet gaan bestaan. Dit maakt het voor de hand liggend om voor de bediening van de lagen doek de bediening van gordijnen te bestuderen. Het bedienen van gordijnen is geen nieuwe handeling. Gordijnen worden 's avonds gesloten om de privacy te waarborgen en soms ook om warmte binnen te houden (Van Raaij & Verhallen, 1983; Kim et al., 2013). Het bedienen van de gordijnen is verder een fysieke handeling. De geveldelen moeten worden vastgepakt en in de juiste stand worden gemanoeuvreerd. Het sensorische systeem van onze hersenen wordt hiermee geprikkeld en dit zorgt voor een verhoogd gevoel van controle en daarmee voor een betere band met het product (Norman, 2004).

Door de nieuwe gevel een vergelijkbare bediening te geven zal het openen en sluiten van de activerende gevel sneller gedomicilieerd worden. En zo onderdeel worden van de dagelijkse praktijken (Van Lente, 2006).

Rails en rolbuizen met geleiders zijn de dominante systemen waarmee het bewegen van de gordijnen wordt begeleid en gestuurd. Een belangrijk verschil tussen een gordijn en de activerende gevel is dat de laatste uit verschillende lagen doek bestaat die onafhankelijk van elkaar dichtgeschoven en over elkaar heen geschoven

moeten kunnen worden. Het voordeel van rolbuizen ten opzichte van rails is dat de verschillende lagen doek op een effectievere manier worden opgeborgen. De lagen doek worden opgerold, waarbij in de rol opgenomen torsieveren het terugrollen vergemakkelijken, en nemen zo minder ruimte in dan loshangende doeken. Worden de geleiders van dit systeem weggelaten dan kan bovendien gemakkelijker voor verschillende configuraties van de doeken worden gekozen. Bij rails is de volgorde van doeken min of meer bepaald – of er moet een ingewikkeld systeem van wissels worden toegepast.

Het gemakkelijker kunnen vastpakken van de verschillende doeken om zo het sensorische systeem te prikkelen, heeft ertoe geleid om verticaal geplaatste in plaats van horizontale rolbuizen toe te passen.

De doeken worden door middel van klittenband bevestigd op rolbuizen die voorzien zijn van torsieveren. De buizen zijn aan de boven- en onderzijde bevestigd op met behulp van kogellagers draaiende plateaus die respectievelijk op de vloer en aan de bovenzijde van het kozijn zijn bevestigd. De doeken worden op het kozijn geklemd – ook de kozijnen zijn voorzien van klittenband (zie details op volgende bladzijde).[34]

Hoe zeer de activerende gevel ook samengesteld is om intuïtief te worden bediend, het op een zodanige manier bedienen van de gevel dat het gewenste binnenklimaat wordt bereikt, zal in eerste instantie niet eenvoudig zijn. Dat hoeft echter niet direct te betekenen dat gebruikers gefrustreerd raken - een product hoeft niet direct een pasklaar antwoord te geven. Vooral ook omdat de wensen van de gebruiker variëren en er misschien wel geen pasklaar antwoord is. Een activerende gevel moet mee kunnen variëren. De mogelijkheden die een product biedt om te zoeken naar verschillende antwoorden en het vertrouwen van de gebruiker dat de mogelijkheden van het product voldoende zijn om het gewenste resultaat te bereiken, vergroot de band tussen product en gebruiker (Dunne & Raby, 2001; Chapman, 2010).

34 Met klittenband zal niet aan de door het Bouwbesluit geëiste luchtdichtheid van qv:10 van 200 $dm^3/s.m^2$ kunnen worden voldaan – laat staan aan de zwaardere eisen zoals in Passief huizen (qv:10 = 0,15 $dm^3/s.m^2$). Deze mindere luchtdoorlatendheid weegt echter op dit moment niet op tegen het gebruikersgemak. Klittenband wordt door iedereen begrepen. Het doel van het onderzoek is niet zo zeer een gevel te ontwikkelen die direct voldoet aan het Bouwbesluit, maar om te onderzoeken of een activerende gevel een effect heeft op het milieu-bewustzijn en of de verhoogde controle leidt tot een betere 'Comfortbeleving' en hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Om tot een betere luchtdichting te komen zal de activerende gevel verder doorontwikkeld moeten worden – deels gebeurt dit in Hoofdstuk 8.

§ 4.5 Ontwerp Activerende Gevel

Hoofdstuk 4 had tot doel om de volgende deelvraag te beantwoorden:

Hoe is een gevel opgebouwd die aanzet tot een hoger milieubewustzijn bij een gelijkblijvend comfortniveau en energiezuinigheid.

Om deze vraag te beantwoorden zullen eerst de ontwerpuitgangspunten worden geformuleerd die zowel uit dit Hoofdstuk als uit Hoofdstuk 2 worden gedistilleerd waarin randvoorwaarden zijn gedefinieerd waarmee gebruikers verleid zouden kunnen worden om een activerende gevel te gaan gebruiken.

§ 4.5.1 Ontwerpuitgangspunten

1. Gedragsverandering kan tot stand komen als de context ingrijpend verandert en als de milieugeoriënteerde zelfidentiteit kan worden versterkt. Dit laatste kan door mensen te overtuigen van het door hen in het verleden uitgevoerde, milieuvriendelijke gedrag. Hierdoor krijgen zij het gevoel relatief milieuvriendelijk te zijn. Dit gedrag moet onderscheidend zijn. Om de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te versterken moeten de gebruikers op een actievere en meer onderscheidende manier betrokken zijn bij het op energiezuinige manieren tot stand brengen van een binnenklimaat.

2. De gevel die de gebruikers moet activeren, vervangt gesloten gevel delen; glasgevels zijn te zeer besmet door foutief (gewoonte)gedrag. Naast de activerende geveldelen zullen 'normale' gevelopeningen in de gebouwen worden opgenomen die voor de toetreding van daglicht zorgen en het uitzicht waarborgen – ook als de activerende gevel gesloten is.

3. De nieuw te ontwikkelen gevel zal net als de traditionele, geïsoleerde, gesloten gevel worden opgebouwd uit verschillende lagen met te onderscheiden functies. De werking zal zo beter worden begrepen. Daarnaast kan de werking van de gevel gemakkelijker worden verbeterd, namelijk door de ene laag met een specifieke functie te vervangen door een laag met dezelfde functie maar een verbeterde werking.

4. De nieuw te ontwikkelen gevel moet dicht bij de intuïtie van de gebruikers komen te liggen om zo de kans op fouten in het bedienen te verkleinen en een snelle acceptatie te realiseren.

5 De gevel wordt opgebouwd uit lagen doek om zo de associatie met kleding te leggen. Mensen zijn goed in staat om het weer te koppelen aan de fysische kwaliteiten van de kleding en zijn in staat om gedurende de dag aanpassingen te verrichten als de fysiologische staat van het lichaam hierom vraagt.

6 Om veranderbaar genoemd te kunnen worden moet het systeem schaalloos in haar aanpassingen en modificatiemogelijkheden zijn.

7 Met de doeken gevel wordt de gewenste nieuwe context gecreëerd.

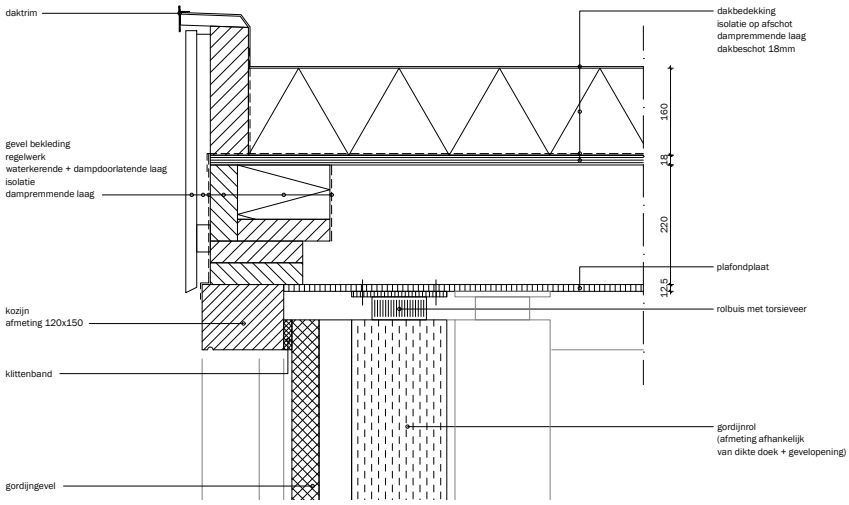
8 De gebruiker wordt door de gevel geactiveerd. Hij moet verleid worden om de gevel te gaan bedienen. Hiertoe moet hij zich bewust worden van de (verschillende vormen van) winst die hij met zijn nieuwe gedrag kan boeken. De gevel moet minimaal zo goed isoleren als een 'traditionele' gevel, maar het adaptieve moet extra winst opleveren.

9 De doeken worden gemonteerd als verticaal geplaatste rolgordijnen. Het openen en sluiten van gordijnen is geen nieuwe handeling, waardoor de kans op domiciliering wordt vergroot en het bedienen van de gevel onderdeel wordt van de dagelijkse praktijken.

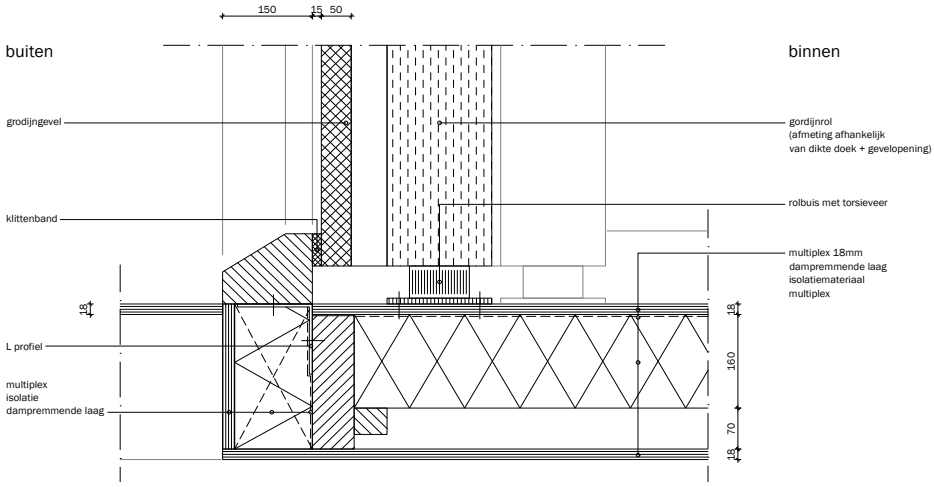
10 De gebruikers kunnen zelf de kwaliteiten van de doeken bepalen. Zo kunnen zij co-designer van zowel de gevel, het gebouw als het binnenklimaat worden. De combinatie van controle, comfort en zelf bepaalde schoonheid kan een staat van welzijn opleveren.

11 Met het activeren van de gevel ontstaan mogelijkheden om de gevel adaptief en flexibel te maken. Het adaptieve stelt de gebruikers in staat om ervaren discomfort op te heffen. Met de flexibiliteit kan de levensduur van de gevel worden verlengd. De gevel is dus activerend, adaptief en flexibel. Vanaf nu zal de gevel in deze dissertatie als AfaG (Activerende, flexibele, adaptieve Gevel) worden aangeduid.

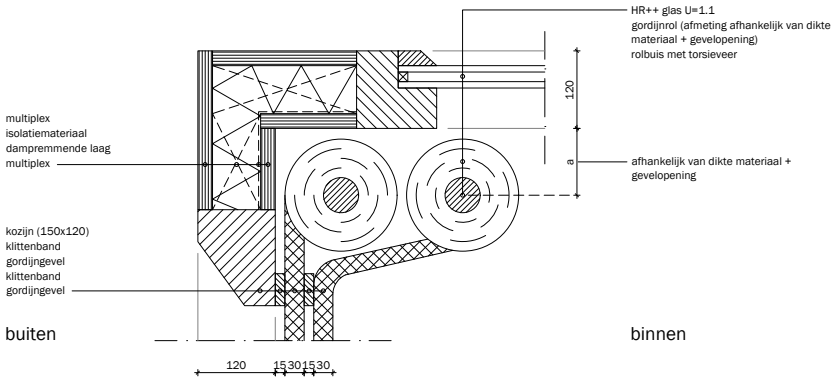
§ 4.5.2 Ontwerp Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG).



FIGUUR 4.7 Aansluiting Dak-Activerende Gevel



FIGUUR 4.8 Aansluiting Vloer - Activerende Gevel



FIGUUR 4.9 Horizontaal Detail - Hoekaansluiting Activerende Gevel - Glasgevel

§ 4.5.3 Hypothesen

Zoals in elk ontwerp zijn in het ontwerp van de Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) hypothesen opgenomen:

1. De doekengevel zal door de associatie met kleding intuïtief worden gehanteerd

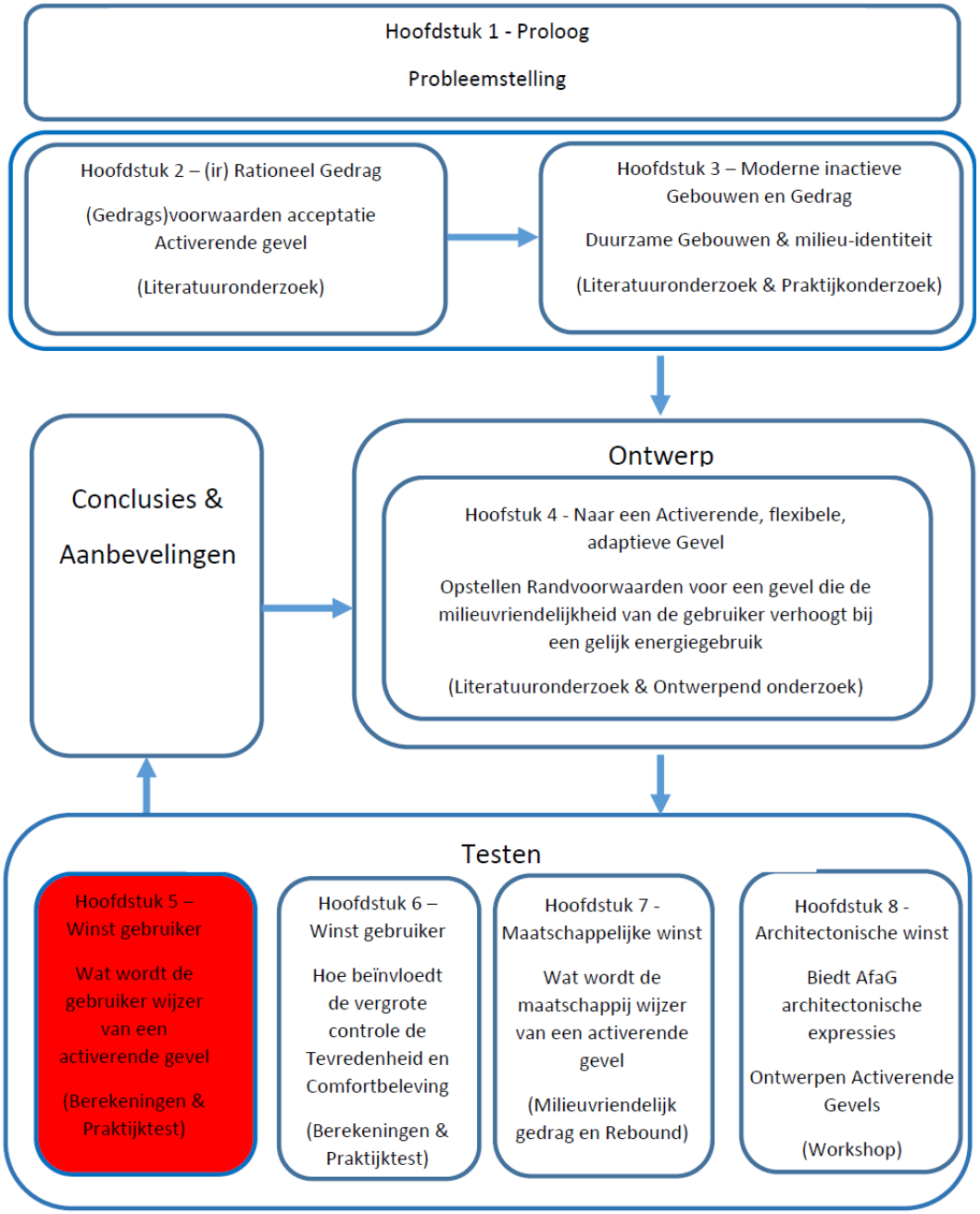
2. Het adaptieve van AfaG zorgt voor verschillende vormen van winst.

3. De verhoogde controle zorgt voor een hogere Comfortbeleving en grotere Tevredenheid over het binnenklimaat.

4. Het activerende van AfaG heeft een positief effect op het milieubewustzijn van de gebruiker.

Deze hypothesen zullen in de volgende hoofdstukken worden onderzocht aan de hand van een reeks deelvragen.

DEEL 3 Kunde


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(Literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(Literatuuronderzoek & Praktijkonderzoek)
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
(Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek)
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
(Workshop)

5 Potentiële winst Activerende Gevels (Thermische potenties)

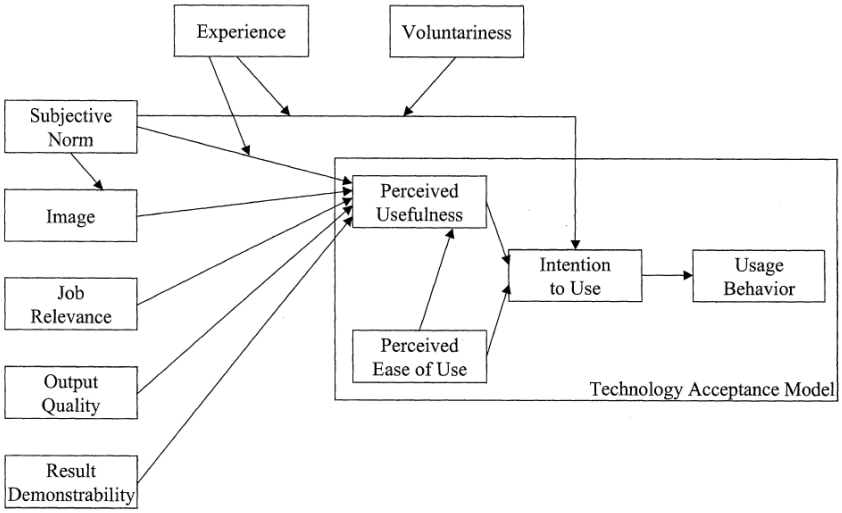
'Niet echt kan ons vertellen over echt'

Margaret Atwood – blz 108

§ 5.1 Inleiding

De Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) moet de gebruiker tot een activiteit aanzetten. Met het betrekken van de gebruiker bij het creëren van een binnenklimaat zal de waarde van comfort door hem beter doorgrond en zo ervaren worden (Borgman, 1984; Wilson, 2002; Anderson, 2003; Mahon & Caramazza, 2008; Pierce, Kostova & Dirks, 2003). Het zoeken naar comfort in adaptieve gebouwen is echter een voortdurend proces. Steeds opnieuw zal de gebruiker zijn persoonlijke wensen moeten herdefiniëren omdat die, alsook de omstandigheden, voortdurend zullen veranderen (Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Paciuk, 1990; Adger & Barnett, 2009). En vervolgens zal hij zelf actie moeten ondernemen. Of de gebruikers hiertoe bereid zijn, is afhankelijk van wat de gebruiker voor zijn inspanning terugkrijgt. En wat als vormen van compensatie voor de activiteit kunnen dienen, of zullen worden ervaren. Hoe breder het palet van winstvormen hoe meer verschillende mensen met verschillende waarden aangesproken zullen worden om het gedrag uit te voeren (Axsen & Kurani, 2013).

Als naar het in het Paragraaf 2.5.2 geïntroduceerde vernieuwde Technology Acceptance Model (TAM 2) wordt gekeken dan blijkt dat het waargenomen nut (de winst) samen het waargenomen gebruiksgemak de houding tot het gebruik beïnvloedt (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989).



FIGUUR 5.1 Schematische weergave Verbeterde Technological Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989)

In dit hoofdstuk zullen de potentiële thermische kwaliteiten van de gevel (de warmteweerstanden) worden bepaald waarbij wordt onderzocht of het adaptieve van de activerende gevel tot een verlaagd energiegebruik zou kunnen leiden. Met een verlaagd energiegebruik kan geappelleerd worden aan verschillende vormen van winst. Het is milieuvriendelijk, maar zorgt ook voor financiële winst. Daarnaast zal worden gezocht naar een materialisatie die het gebruikersgemak optimaliseert.

Dit moet leiden tot het antwoord op deelvraag 6:

Hoe moet de activerende gevel worden gematerialiseerd om het gewenste comfort te kunnen bereiken waarbij gestreefd wordt naar een verlaagd energiegebruik?

§ 5.2 Tevredenheid

Wordt discomfort ervaren, waarbij thermisch discomfort als een subjectieve ontevredenheid over het heersende binnenklimaat kan worden omschreven (Schlader et al., 2013), dan zal worden getracht om het gevoel van comfort te herstellen (Bedford 1936; Nicol & Humphreys, 2002; Oseland et al. 1998; Vroon, 1990). Dit door subjectieve, per individu verschillende thermische perceptie aangestuurd gedrag (Parkinson & De Dear, 2015) kan verschillende vormen aannemen (Schlader, 2014). Van subtiel (mouwen opstropen (Wyon & Holmberg, 1973) tot meer zichtbaar (ramen openen; zonwering laten zakken; op zoek naar koelere/warmere plekken in een gebouw (Auliciems, 1981; De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; Steemers, 2003). Als gebruikers in de gelegenheid worden gesteld om dit gedrag uit te voeren dan blijken zij eerder tevreden over het binnenklimaat te zijn dan wanneer zij geen controle kunnen uitoefenen (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).

Dit op basis van veldonderzoek ontwikkelde inzicht heeft – zoals reeds uitgebreider omschreven in hoofdstuk 3 - geleid tot de adaptieve thermische behaaglijkheid hypothese (De Dear & Brager, 2002) die later getransformeerd is in de Adaptive Comfort Standard. Aangepast vormt zij de basis voor de in Nederland gehanteerde ISSO 74: 2004 Thermische behaaglijkheid in gebouwen die in 2014 is gereviseerd (Boerstra et al., 2014a). Deze publicatie, ISSO 74: 2014, zal worden gehanteerd om te toetsen of het gebruik van AfaG tot het gewenste comfort bij een lager energiegebruik kan leiden.

§ 5.2.1 Tevredenheid – Indeling naar ruimtetype en temperatuurklasse

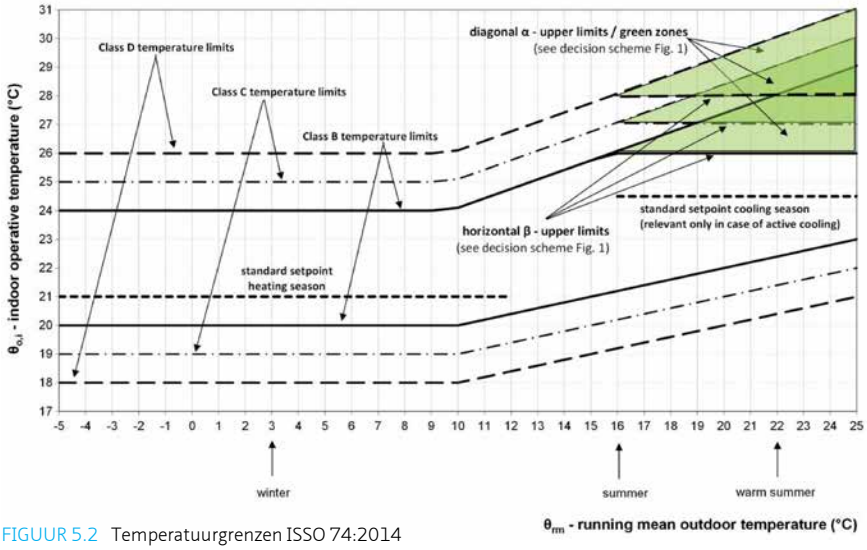
De ISSO 74: 2014, die in Paragraaf 3.3.1 reeds beknopt is omschreven, maakt onderscheid naar type ruimte. α– Ruimtes kunnen op een natuurlijke manier geventileerd worden; de gebruikers kunnen met name in de zomersituatie invloed op het binnenklimaat uitoefenen door een volgens de ISSO als effectief en bedienbaar omschreven raam te openen/sluiten. Er is in deze ruimtes geen actieve koeling aanwezig. β-ruimtes worden volledig geconditioneerd en staan geen of nauwelijks invloed van de gebruiker op het binnenklimaat toe.

AfaG voldoet naar de letter niet aan de criteria gesteld aan een α-ruimte. Eén van de in hoofdstuk 4 omschreven uitgangspunten die uiteindelijk hebben geleid tot het ontwerp van AfaG, was dat de gevel niet geassocieerd mag worden met een te openen raam. Om gedragsverandering tot stand te kunnen brengen moet de context ingrijpend worden veranderd (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009). Met een bekend en door de gebruiker te hanteren gebouwdeel als een raam lijkt dat niet mogelijk.

Desondanks staat AfaG wel natuurlijke ventilatie toe en kan zij aangepast worden aan de omstandigheden en de individuele voorkeuren. In die zin kan zij beschouwd worden als een controlemechanisme dat adaptief gedrag toestaat.

Of AfaG door de gebruiker als effectief en als bruikbaar zal worden beoordeeld, zoals het ISSO 74: 2014-stroomschema voorschrijft (zie Paragraaf 3.3.1, Figuur 3-3), en of de gevel bij het creëren van een aangenamer binnenklimaat effectief functioneert, zal in Paragraaf 6.8.4 worden onderzocht. Zolang het tegendeel nog niet is aangetoond, zal er van uit worden gegaan dat AfaG effectief en bruikbaar is en wordt vooralsnog aangenomen dat de toepassing van AfaG tot een vorm van α-ruimte leidt.

Vervolgens stelt ISSO 74: 2014 dat moet worden bepaald met welk percentage ontevreden gebruikers er genoegen genomen zal gaan worden. Er zijn 4 klassen omschreven met een toenemend percentage ontevredenen. De A-Klasse kent een Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) van maximaal 5%; Klasse B een PPD van 10%; Klasse C van 15% en D van 25%. Figuur 5-2 laat zien welke temperatuurgrenzen aangehouden moeten worden om aan deze eisen te volden. De aangezette horizontale lijnen geven de setpoints aan van de eventuele actieve verwarming (gestippeld) en koeling.



FIGUUR 5.2 Temperatuurgrenzen ISSO 74:2014

§ 5.3 Bouwfysische randvoorwaarden energiezuinigheid – de adaptieve gevel

Het gewenste comfort van een Klasse B gebouw – met andere woorden de operatieve temperaturen die gezien de gewogen, gemiddelde buitentemperatuur door minimaal 90% van de gebruikers als prettig zullen worden ervaren - moet worden gecreëerd met gebruikmaking van zo min mogelijk fossiele brandstoffen.[35] In 2021 wordt de EPC voor nieuwbouwwoningen verlaagd naar 0. In 2050 moet – conform de plannen van de overheid - de volledige gebouwde omgeving energieneutraal zijn. Hiermee wordt een geschiedenis van het gebruik van fossiele brandstoffen en als een gevolg daarvan de uitstoot van CO_2 in de atmosfeer beëindigd.

35 De gewogen gemiddelde buitentemperatuur wordt berekend aan de hand van de volgende formule: $\Theta rm = 0.253 . \{\Theta ed\text{-}1 + 0.8 . \Theta ed\text{-}2 + 0.8^2 . \Theta ed\text{-}3 + 0.8^3 . \Theta ed\text{-}4 + 0.8^4 . \Theta ed\text{-}5 + 0.8^5 . \Theta ed\text{-}6 + 0.8^6 . \Theta ed\text{-}7\}$; waarbij $\Theta ed\text{-}1$ voor de gemiddelde buitentemperatuur gisteren staat; $\Theta ed\text{-}2$ de gemiddelde buitentemperatuur eergisteren, et cetea.

Het verbeteren van de isolerende kwaliteit van de gebouwschil is een deel van de eerste stap in de drie-stappen strategie (Duijvestein, 1997), Trias Energetica (Lysen, 1996) of de hierop gebaseerde nieuwe Stappenstrategie (Tillie et al., 2009; Van den Dobbelsteen, 2008) om gebouwen energieneutraal te krijgen. De massieve gemetselde gevels aan het eind van de 19e en het begin van de 20e eeuw, de ongeïsoleerde spouwmuren vanaf de jaren 1920 of de Modernistische glazen gevels hebben van oorsprong zeer lage warmteweerstanden. Veel energie is noodzakelijk om in deze gebouwen een comfortabel binnenklimaat te creëren. Pas na de oliecrises aan het begin van de jaren 70 zijn wettelijke eisen aan de warmteweerstanden van gevels gesteld die sindsdien langzaam maar zeker zijn verhoogd. Op dit moment eist het Nederlandse Bouwbesluit dat de Rc-waarde van gevels minimaal 4,5 m^2K/W bedraagt. De komende jaren zal de Rc-waarde verder worden aangescherpt. De tot nu toe gerealiseerde energieneutrale woningen hebben Rc's die van variëren van 3,5 tot 11,8 m^2K/W (Van Dalen & Valk, 2015; RVO, 2014; Deng et al., 2011; Molin et al., 2011). Om een effectieve energiezuinigheid te bereiken worden Rc-waardes die tussen de 5 en 10 m^2K/W liggen, aanbevolen (RVO, 2014; Wang et al., 2009).

§ 5.3.1 Energiewinst Adaptieve gevels

Een belangrijke vraag is of het adaptieve karakter van AfaG in vergelijking tot traditionele, statische, gesloten gevels met hoge warmteweerstanden, een positieve invloed op het energiegebruik heeft. Deze vorm van winst spreekt velen aan en kan een motivatie zijn om AfaG te gaan bedienen. Het softwareprogramma VABI-elements is gebruikt om deze eventuele winst te bepalen (zie Bijlage 5-1 voor de instellingen). Met dit programma kunnen de over- en onderschrijdingsuren worden bepaald, maar kan ook worden berekend hoeveel energie nodig is om de operatieve binnentemperatuur voor 90 % van de gebruikers comfortabel te krijgen.

In het softwareprogramma is een onderwijsunit van 16 m^2 gemodelleerd die gelijk is aan de Testunit die op het terrein van de Hogeschool van Amsterdam, locatie de Leeuwenburg, is gerealiseerd. De gevel bestaat voor 50 % uit triple glas (Ug = 0,8 $W/m^2.K$; g = 0,5; Light transmission = 0,64; light reflection = 0,19) dat gevat is in ongeïsoleerde, houten kozijnen. De ramen kunnen niet worden geopend. De ventilatie (zowel de aanvoer als afvoer van verse lucht) geschiedt het hele jaar door mechanisch (0,0065 m3/s.persoon); de infiltratie is afhankelijk van de windsnelheid gemaakt (windsnelheid 0 m/s infiltratie is 0,1; 3 m/s = 0,2; 6 m/s = 0,3).

Het wordt onderkend dat AfaG ook ingezet kan worden om de koellast door middel van een intensievere ventilatie in de warme maanden te drukken. Dit is niet onderzocht omdat de focus op de winst geboekt door het aanbrengen of verwijderen van lagen met verschillende warmteweerstanden is gelegd. Verder is uit onderzoek gebleken dat het openen van ramen niet altijd de gewenste effecten op het binnenklimaat heeft (De Dear et al., 2013). Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat het openen van de gevel om te ventileren minder intuïtief is dan waar naar in deze studie wordt gestreefd. Eén van de uitgangspunten van AfaG is om haar opbouw en bediening zo intuïtief als mogelijk te maken om fouten in de bediening te voorkomen.

Voor het glas is in het computermodel zonwering aangebracht (type Verosol 976). Is de zonnewarmte > 250 W/m^2 dan gaat de zonwering automatisch naar beneden. Buiten de gebruiksuren blijft de zonwering opgerold.

De overige gevels bestaan uit activerende lagen met Rc's van 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 6; 8; 10 en 12 m^{2}K/W om zo de invloed van verschillende warmteweerstanden op het energiegebruik te achterhalen.[36] Het dak en de vloer hebben beide een Rc = 10 m^{2}K/W.

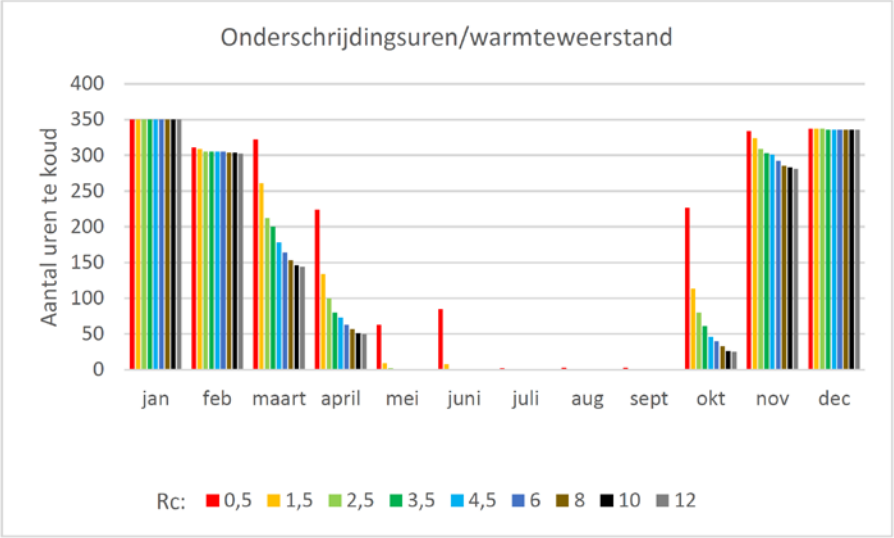
Deze activerende geveldelen die in zekere zin niet gematerialiseerd zijn, zijn volledig opaak. In de standaardpositie hebben zij in de simulaties een absorptiecoëfficiënt van 0,6 (zowel binnen als buiten) en een emissiecoëfficiënt van 0,9 (zowel binnen als buiten). Er kan worden betoogd dat door de gevels opaak te maken niet optimaal wordt geprofiteerd van de mogelijkheden om in de koudere maanden zonnestraling naar binnen te halen, om zo de energie benodigd voor de verwarming te drukken. Daar de overige gevels van glas zijn en de hoeveelheid binnenstromende zonnewarmte hierdoor toch al relatief groot zal zijn, is voor opake materialen gekozen. Een argument hiervoor was dat op deze manier het onderscheid in bouwfysische functies tussen de gesloten en transparante delen zo groot mogelijk wordt gehouden. Zoals betoogd in hoofdstuk 4 moet de nieuwe activerende gevel zich onderscheiden van transparante delen om zo nieuw gedrag uit te lokken. De glazen delen van de gevel zijn er om uitzicht te bieden en om daglicht en zonnewarmte naar binnen te halen; de gesloten en activerende delen zijn er om de warmteweerstand naar behoeve in te stellen. Het leek belangrijk

36 In de simulaties wordt alleen gevarieerd met de warmteweerstanden. Thermisch comfort en het energiegebruik dat noodzakelijk is om dit comfort te bereiken is niet alleen afhankelijk van de warmteweerstanden. Ook de luchtdoorlatendheid (kierdichtingen) speelt hierbij een rol. Het behalen van de gewenste kierdichtingen uitgedrukt in qv:10 (luchtdoorlatendheid bij 10 Pascal) draait om een nauwkeurige bouwtechnische uitwerking en uitvoering. In de simulaties is de qv:10 op 200 dm^3/s gehouden – dit is conform het Bouwbesluit. De instellingen in het programma zijn terug te vinden in Bijlage 5-1. Er wordt hierbij van uitgegaan dat in de uitwerking van AfaG deze eis gehaald kan worden. Hoe moeilijk het ook is om dergelijke naden duurzaam luchtdicht te krijgen.

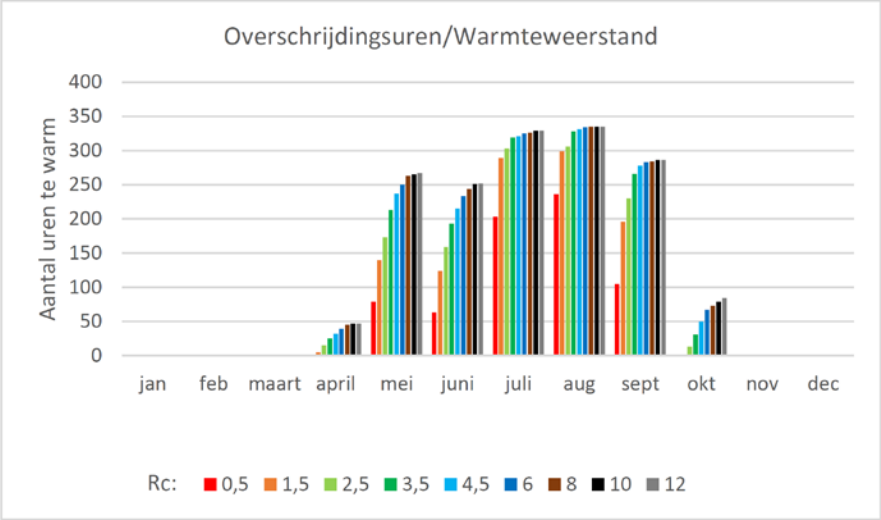
om in deze studie dit strikte onderscheid naar functie aan te houden – in een later stadium kunnen ook andere bouwfysische kwaliteiten aan de activerende gevel worden gegeven (naast het 'oogsten' van zonnewarmte, kan dan ook worden onderzocht wat de energiewinst in de warmere maanden is als ook de ventilatie met een activerende gevel wordt gestuurd).

In de standaardsituatie weegt de gevel 200 kg/m^2 en is 300 mm dik.

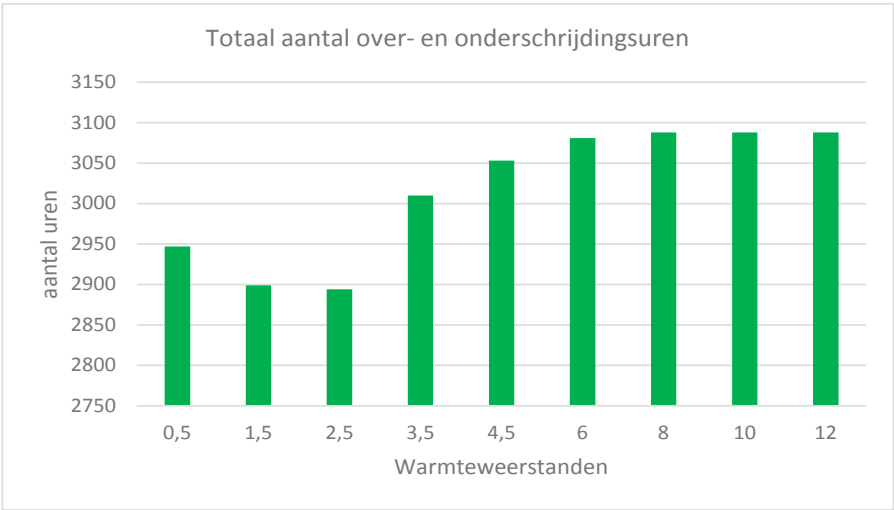
De onderwijsunit wordt gebruikt van maandag tot en met vrijdag van 07.00 tot 20.00 uur. Er wordt uitgegaan van een voortdurend en continu gebruik van de units door 2 mensen (zomer- en winterkleding conform RGD/ISSO 32, respectievelijk 0,7 en 0,9 clo). Zij hebben een activiteitenniveau van 1,2 met en hebben beiden de beschikking over een laptop (120 W) die eveneens de gehele tijd ingeschakeld staat. De verlichting (10 W/m^2) is voorzien van een bewegingsdetector en daglichtcontrole. De verlichting gaat aan bij een lux < 200 en schakelt uit bij lux > 400. De verwarming en koeling van de units geschiedt elektrisch. De situatie in de gesimuleerde unit wordt derhalve constant gehouden. De variatie in warmte- en koudevraag volgt uit de veranderende weersomstandigheden. Hiertoe is de klimaatfile NEN 5060 ref TO2-streng gebruikt. Uiteraard kan ook ander (intensiever) gebruik van de ruimte leiden tot het aanpassen van de gevelsamenstelling. Deze situaties zijn echter niet onderzocht.



FIGUUR 5.3 Onderschrijdingsuren (te koud) in relatie tot de warmteweerstand

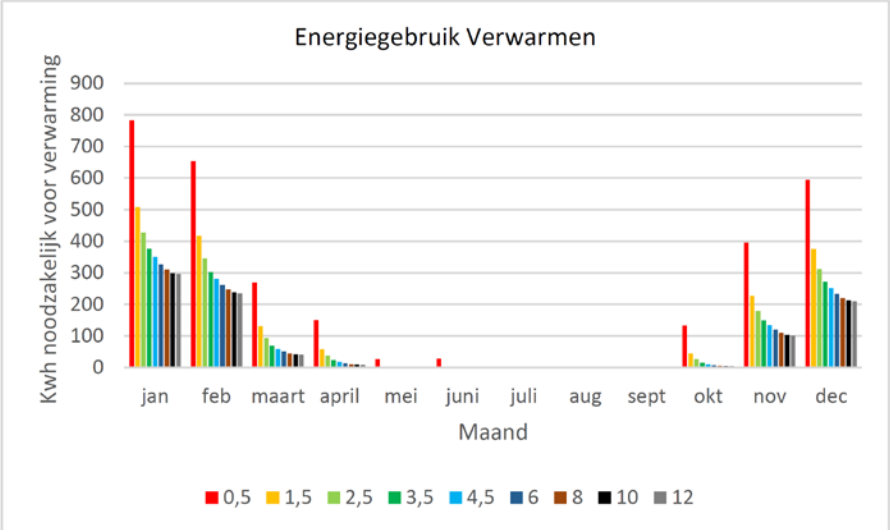


FIGUUR 5.4 Overschrijdingsuren (te warm) in relatie tot de warmteweerstand.

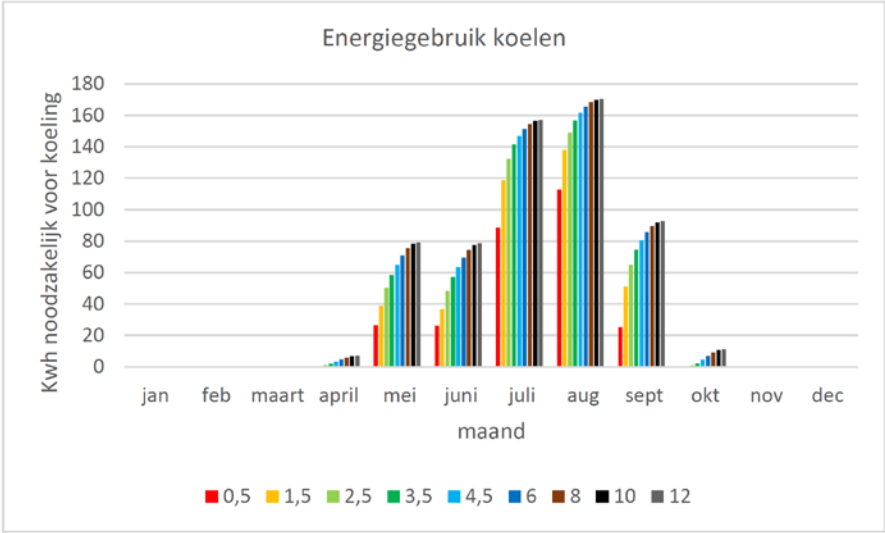


FIGUUR 5.5 Totaal Aantal Over- en onderschrijdingsuren in relatie tot de warmteweerstand.

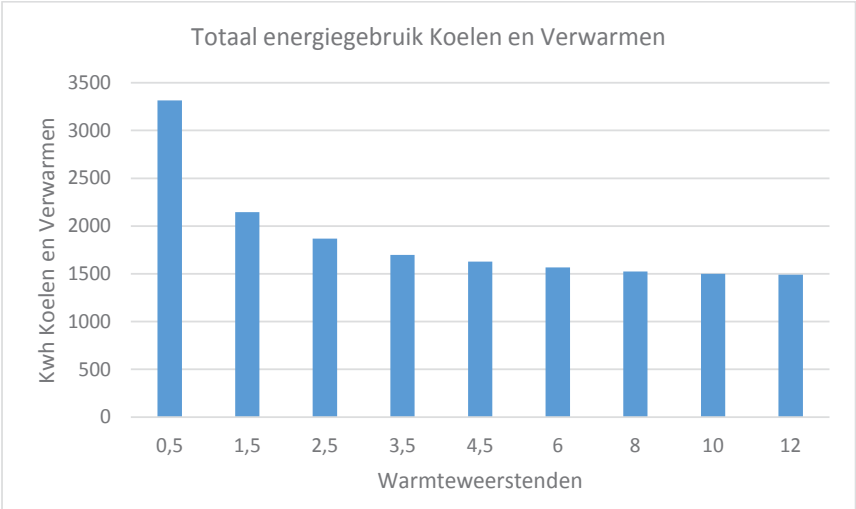
Zoals mocht worden verwacht, neemt het aantal onderschrijdingsuren met het verhogen van de isolatiegraden af. Met andere woorden het aantal uren dat het binnen als zijnde te koud wordt ervaren, wordt met het verhogen van de isolatiegraad kleiner. Het effect dat het steeds verder verbeteren van de isolatiegraad heeft op het aantal onderschrijdingsuren neemt echter af (Figuur 5-3). Tegenover deze 'winst' staat het aantal overschrijdingsuren (uren dat het binnen te warm wordt gevonden) dat met het verhogen van de warmteweerstand toeneemt. Ook dit effect dempt met het verder verhogen van de isolatiegraden uit (Figuur 5-4). Het toenemen van het aantal overschrijdingsuren met het verbeteren van de isolatiegraad verkleint derhalve de winst in onderschrijdingsuren. Het aantal uren dat er in de gesimuleerde Testunit een klimaat heerst dat buiten de marges van een B-klasse valt, blijft grofweg hetzelfde. Figuur 5-5 laat zien dat een gevel met een Rc = 2,5 m^2K/W het minste aantal over- en onderschrijdingsuren heeft en lijkt daarmee te suggereren dat dit de meest gunstige warmteweerstand is. Deze grafiek laat echter niet zien hoeveel energie noodzakelijk is om de overschrijdings- en onderschrijdingsuren te compenseren.



FIGUUR 5.6 Energie noodzakelijk om de Testunit in de winter een B-klasse klimaat te geven bij verschillende warmteweerstanden



FIGUUR 5.7 Energie noodzakelijk om de Testunit in de zomer een B-klasse klimaat te geven bij verschillende warmteweerstanden.



FIGUUR 5.8 Totale energiebehoefte voor koeling en verwarming bij verschillende warmteweerstanden.

Figuur 5-6 laat zien dat met het verhogen van de isolatiewaarde van de gesloten geveldelen de hoeveelheid noodzakelijke energie om het warmteverlies dusdanig te compenseren dat het binnen door 90% van de gebruikers comfortabel wordt gevonden,

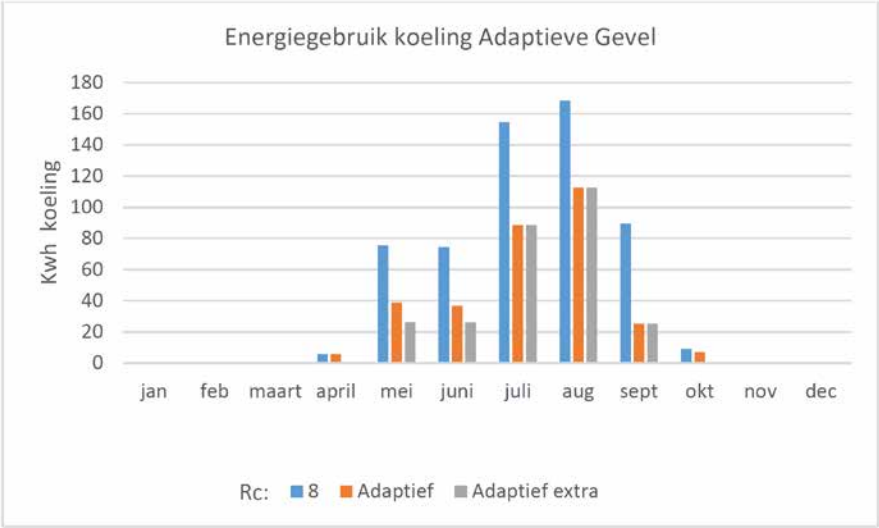
daalt. Het effect is niet rechtlijnig. Net als bij het aantal onderschrijdingsuren dempt de invloed van een steeds betere isolatie op het energiegebruik uit. Bij de energie die noodzakelijk is om de overschrijdingsuren te compenseren blijkt grofweg het omgekeerde te gebeuren (Figuur 5-7). Hoe lager de isolatiegraad hoe geringer het aantal overschrijdingsuren en hoe kleiner de hoeveelheid energie die nodig is om het te veel aan warmte te compenseren. Met het verbeteren van de isolatiegraad en het daarmee reduceren van het warmteverlies uit het gebouw in de winter stijgt de hoeveelheid energie die in de zomer voor de koeling nodig is. [37]

Weliswaar is de hoeveelheid energie die noodzakelijk is om te koelen geringer dan die om te verwarmen, maar de effectiviteit van het systeem gaat desalniettemin enigszins verloren (Figuur 5-8). Daar komt nog bij dat de voorspelde klimaatverandering de kans op oververhitting in zeer goed geïsoleerde gebouwen vergroot (McLeod et al., 2013; Isaac & Van Vuuren, 2009; Wang et al., 2010).

Er kan naar een optimum worden gezocht – zoals dat nu in de verschillende regelgevingen gebeurt. Een gevel volgens het 'one size fits all'-principe, waarbij het verlies aan energie voor de koeling voor lief wordt genomen (Kaynakli, 2012).

Een adaptief gevelsysteem maakt het mogelijk om naar een per omstandigheid optimale gevelconfiguratie te zoeken. Om hiervan de winst te bepalen wordt een gevel opgebouwd uit lagen met een Rc van respectievelijk 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 m^2K/W. De gebruiker krijgt dankzij deze opbouw de mogelijkheid om te variëren tussen 0,5 en 8 m^2K/W; de doeken kunnen over elkaar heen worden geschoven.

37 De energie die zowel in de zomer (koeling) als in de winter (verwarming) nodig is om in de unit dusdanige temperaturen te krijgen dat 90% van de gebruikers tevreden is over het binnenklimaat is praktisch onafhankelijk van de efficiëntie van de installaties. In de gemoduleerde unit wordt namelijk gebruik gemaakt van elektrische verwarming en koeling. Met deze installaties wordt de lucht direct door middel van convectie verwarmd en gekoeld. Neveneffecten zoals die optreden bij stralingspanelen waarbij eerst bijvoorbeeld de wanden worden verwarmd en waardoor een deel van de energie 'verloren' gaat, treden niet op.



FIGUUR 5.9 Energie noodzakelijk om de Testunit in de zomer een B-klasse klimaat te geven – Hierbij wordt de prestatie van een statische gevel met een Rc = 8 m^2K/W vergeleken met een adaptieve gevel. Bij de variant 'Adaptief' zijn 4 handelingen noodzakelijk; bij 'Adaptief Extra' moet de gebruiker op jaarbasis 76 handelingen verrichten.

Door gebruik te maken van de adaptieve mogelijkheden van het gevelsysteem kan de vraag naar koude worden gereduceerd (Figuur 5-9). Wordt rekening gehouden met het feit dat verwarming van de unit zo veel mogelijk moet worden voorkomen en met een beperkt aantal handeling om de configuratie van AfaG te veranderen dan blijkt het volgende scenario de meeste energiewinst op te leveren: in de wintermaanden tot en met april zijn alle doeken dichtgeschoven (Rc = 8 m^2K/W); in mei en juni is een gevel met een Rc = 1,5 m^2K/W en in juli en augustus een gevel met een Rc = 0,5 m^2K/W energetisch het meest gunstig. In oktober is voor een comfortabel binnenklimaat tegen een laag energiegebruik een Rc = 6 m^2K/W voldoende.[38] In dit scenario gebruikt de gesimuleerde ruimte met een adaptieve gevel 315,14 Kwh voor koeling. Met een statische gevel met een Rc van 8 m^2K/W is voor de koeling 577,45 Kwh nodig.

Wordt naar de totale energiebehoefte gekeken (zowel voor warmte als voor koude) dan is in de unit met een adaptieve gevel 1267,04 Kwh nodig voor een binnenklimaat dat voldoet aan de B-kwalificaties en in eenzelfde unit met een statische gevel met een

38 Bij beide simulaties is het glaspercentage in de gevel gelijk gehouden (50%). In de aanbevelingen zal worden gesimuleerd welke invloed het verkleinen van de hoeveelheid glas op het energiegebruik heeft.

Rc = 8 m^2K/W 1524,34 Kwh. Dit is een winst van bijna 17% (16,88). Voor deze winst zijn vier handelingen noodzakelijk.

Het systeem kan verder geoptimaliseerd worden, maar dan moet de gebruiker bereid zijn om meer handelingen te verrichten. Door de gevel respectievelijk 6 (april), 32 (mei), 30 (juni), 5 (augustus) en 3 (oktober) keer te veranderen kan de koelenergie teruggebracht worden tot 279,18 Kwh. De energie nodig om te verwarmen blijft gelijk. Het totale energiegebruik komt dan op 1226,08 Kwh en dat is een winst van 20% ten opzichte van een statische gevel met een Rc = 8 m^2K/W. [39]

Overigens zijn de aangenomen waardes voor de afzonderlijke lagen waaruit de adaptieve gevel is opgebouwd in zekere zin arbitrair. Ook de totale Rc = 8 m^2K/W is dat. Al laat Figuur 5-5 zien dat het effect van meer isolatie op de energiebehoefte voor warmte boven de 8 m^2K/W afvlakt, toch kan worden gekozen voor nog hogere warmteweerstanden. Echt relevant is dat niet. Een van de uitgangspunten van het flexibele en adaptieve van AfaG is om een persoonlijker instelling van de gevel en een persoonlijker aansluiting van de gevel op de warmte- en koudebehoefte mogelijk te maken. Elke gebruiker kan individueel bepalen welke warmteweerstanden het best bij zijn behoeften op specifieke momenten passen. Wel is het belangrijk om te bepalen of met doeken de gewenste warmteweerstanden gerealiseerd kunnen worden.

§ 5.4 Isolatiegraden gematerialiseerd als textiel

In Hoofdstuk 4 is betoogd dat AfaG op intuïtieve wijze bediend zou kunnen gaan worden als door de gebruiker de associatie met kleding wordt gelegd. Mensen blijken namelijk goed in staat om 'op gevoel' en op basis van de weersverwachtingen en de verwachting over de heersende binnentemperaturen een kledingkeuze te maken (Wyon & Holmberg, 1973; Morgan & De Dear, 2003; De Carli et al., 2007; Frontczak & Wargocki, 2011; Schiavon & Lee, 2012; Kwon & Choi, 2012). Gedurende de dag passen zij deze keuze eventueel aan door het aan- of uittrekken van lagen kleding (Wyon & Holmberg, 1973) om zo het gevoel van comfort te herstellen (Bedford 1936, Nicol & Humphreys, 2002; Oseland et al. 1998; Vroon, 1990).

39 Op jaarbasis lijken 76 handelingen niet veel om het energiegebruik met 20% te verlagen ten opzichte van een statische gevel met een Rc = 8 m^2K/W. Echter, de handelingen moeten relatief gezien wel kort achter elkaar worden uitgevoerd.

Het uitgangspunt van kleding is vergelijkbaar met dat van een gevel. Kleding vormt de eerste laag van bescherming tussen lichaam en omgeving (Fanger, 1970; Williams, 2009); terwijl de gevel als intermediair tussen het interieur (het gebouwlichaam) en de omgeving kan worden beschouwd. Een gevel moet net als kleding zorgen voor een energiezuinige warmtebalans. Hierbij danken zowel de kleding als de isolerende lagen van de gevel hun isolerende kwaliteiten aan het creëren en in stand houden van lagen min of meer stilstaande lucht. Stilstaande lucht isoleert prima (λ = 0.023 W/mK).

Een gevel is echter niet gelijk een kledingstuk.

Een belangrijk verschil tussen kleding en een gevel is dat bij de eerste de isolerende lagen direct om de warmtebron (het menselijke lichaam) zijn gedrapeerd (Psikuta et al., 2008). Het menselijke lichaam produceert zeker tijdens het verrichten van arbeid warmte. Wanneer de lichaamstemperatuur te veel stijgt dan zal het lichaam gaan zweten om de balans te herstellen. Met het verdampen van dit zweet zal de lichaamstemperatuur dalen. Kleding moet dit mechanisme toestaan (Özdil et al., 2007; Stanković et al., 2008), tegelijkertijd zal het door het lichaam geproduceerde vocht snel moeten worden afgevoerd (Matusiak, 2006; Yoo & Kim, 2008). Water isoleert matig (λ = 0.6 W/mK). Ten slotte moeten regen, wind en sneeuw worden tegengehouden. Deze soms tegenstrijdige eisen worden bevredigd door de kleding op te bouwen uit verschillende lagen (Matusiak, 2006).

Ook de gevel is gematerialiseerd om de warmte in de winter binnen en in de zomer buiten te houden. De hoeveelheid lucht die in een gebouw op een comfortabele temperatuur gehouden moet worden is daarentegen groter. Ook al omdat de eisen die aan het binnenklimaat worden gesteld in de loop van de afgelopen decennia steeds strenger zijn geworden. Het gevoel van comfort is veranderd; er wordt in gebouwen een constant en alom heersend binnenklimaat verwacht (De Dear & Brager, 1998; Oseland & Humphreys, 1994; Cena & De Dear, 2001; De Dear & Brager, 2002; Van Marken Lichtenbelt & Schrauwen, 2011).

Verder verschilt de 'werking' van de gevel van die van kleding. Daar waar kleding zoals eerder is aangegeven, wordt aangepast aan de omstandigheden - waarbij uiteraard niet alleen de thermische omstandigheden bepalend zijn, maar bijvoorbeeld ook mode (Morgan & De Dear, 2003; De Carli et al., 2007; Schiavon & Lee, 2012) – is het isolatiepakket in de gevels statisch en gedimensioneerd op de meest extreme omstandigheden. Zij kan niet worden aangepast aan de omstandigheden – om de simpele reden dat het isolatiemateriaal niet toegankelijk is.

§ 5.4.1 Bepaling warmtegeleidingscoëfficiënt textiel

Worden de thermische eigenschappen van kleding of generieker van textiel vergeleken met die van de traditionele isolatiematerialen als steenwol en glaswol dan blijken de thermische kwaliteiten van textiel lastiger definitief vast te stellen. De thermische eigenschappen van een doek zijn van verschillende variabelen op verschillende schaalniveaus afhankelijk (Li, 2001; Bhattacharjee & Kothari, 2009; Stanković et al., 2008; Majumdar et al., 2010; Schacher et al., 2000; Hes, 2001).

Morfologisch gezien blijken proteïne vezels (vezels op basis van dierlijke eiwitten, bijvoorbeeld wol en angora) beter te isoleren dan vezels op basis van plantaardige celwanden (cellulose). Het geschubde en enigszins geplooide oppervlak van de wollen vezel heeft een positieve invloed op de isolerende werking (Behera & Mishra, 2007). Door de plooiing van de wollen vezels blijft lucht gemakkelijker om de vezels 'hangen'. Wollen vezels hebben daarom een warmtegeleidingscoëfficiënt (= **λ**) van 0.054 W/mK en katoen van 0.07 W/mK.

Vezels op basis van proteïne en plantaardige celwanden isoleren weer beter dan polymeren (Hearle & Morton, 2008).

Verder speelt de diameter van de vezels een rol (Özdil et al., 2007). Hoe fijner de vezels zijn waaruit een garen is gefabriceerd hoe lager de warmtegeleidingscoëfficiënt (Williams & Bargh, 2008; Schacher et al., 2000; Gibson & Lee, 2006; Majumdar et al., 2010). Bovendien blijken vezels met kleine diameters warmtetransport door straling te verkleinen (Wan et al., 2009; Gao et al., 2007; Gibson & Lee, 2006). Dit maakt het dat eenden- en pinguïndons met diameters van 5,5 µm uitstekend isoleren (Wan et al. 2009; Gao et al., 2007). Hiertegenover staat dat met het fijner worden van de draad de warmteweerstand van het doek afneemt. Door de fijnere vezels en de dunnere draden zal ook de dikte van het doek afnemen (Özdil et al., 2007).

Dit maakt duidelijk dat de warmtegeleidingscoëfficiënt van de vezels niet gelijk is aan de **λ** van een doek. De correlatie in geknoopte doeken tussen de **λ** van de vezel en de warmteweerstand van de doek is zelfs laag (Čubrić et al., 2012). Naast de eigenschappen van de vezel en de vezelfijnheid wordt de warmteweerstand van het doek bepaald door de twist en daarmee het volume van de garens en de structuur van het doek, die onder meer afhankelijk is van het feit of er gebreid of geweven is; hoeveel draden/cm zijn toegepast en van het type steek dat is toegepast. Al deze factoren bepalen de hoeveelheid lucht die door de doek kan worden vastgehouden en deze hoeveelheid lucht heeft een dominante invloed op de warmtegeleidingscoëfficiënt (ibid). Hoe meer lucht vastgehouden kan worden hoe beter het doek zal isoleren. De

λ van lucht (0.023 W/mk) is acht keer lager dan die van de meeste vezels. De vezels dienen dan ook vooral om lucht vast te houden en luchtbewegingen (convectie) tegen te gaan.

Ten slotte spelen de overgangsweerstanden bij kleding een belangrijke rol omdat in de grens tussen doek en lucht er een laag stilstaande luchtlaag wordt gevormd (Williams, 2008).

§ 5.5 Bepaling diktes doeken AfaG

Door de hierboven genoemde variabelen is het gebruik van commercieel gefabriceerde doeken als isolerende geveldelen lastig omdat meestal niet alle materiaalparameters die de uiteindelijke warmteweerstand bepalen bekend zijn (Čubrić et al., 2012; Bhattacharjee & Kothari, 2008). Dit maakt het ook niet praktisch om één model voor AfaG opgebouwd uit verschillende doeken voor te stellen. Er zijn veel modellen mogelijk – er is er niet één voor te stellen als het meest ideale. Zoals eerder gesteld kan AfaG uit verschillende configuraties worden opgebouwd.

Voor de berekeningen zullen derhalve verdedigbare aannames voor de warmtegeleidingscoëfficiënten worden aangehouden.

Schapenwol en gerecycled katoen zijn inmiddels als reguliere isolatiematerialen verkrijgbaar. Beide kunnen als non-wovens worden beschouwd. Afhankelijk van de dichtheid wordt voor schapenwol een λ van 0.034-0.040 W/mK aangehouden (Zach et al., 2012). Gerecycled katoen heeft een λ van 0.035 W/mK (Asdrubali et al., 2015). Ook vlas (0.043 W/mK), jute (0.046 W/mK) en hennep (0.04 W/mK) zijn als isolatiematerialen leverbaar (Kymäläinen & Sjöberg, 2008; Korjenic et al., 2011). Gezien deze waardes lijkt het veilig om een generieke en 'materiaalloze' warmtegeleidingscoëfficiënt van 0.04 W/mK aan te nemen waarmee de diktes van de verschillende doeken kunnen worden bepaald.

Zoals in Paragraaf 5.2.1 is gesteld is het doel om AfaG een maximale weerstand van 8 m^2K/W te kunnen geven. Het effect van nog hogere isolatiewaarden op het energiegebruik wordt steeds kleiner. Deze warmteweerstand kan worden bereikt als vier doeken met respectievelijke warmteweerstanden van 0,5, 1,5, 2,5 en 3,5 m^2K/W zijn dichtgeschoven.

Een doek met een gewenste Rc = 0.5 m^2K/W krijgt dan de volgende dikte:

$$Rc = \frac{d}{\lambda} \Rightarrow 0{,}5 = \frac{d}{0{,}04} \Rightarrow d = 0{,}02 \text{ m.}$$

Het doek met een λ = 0,04 W/mK moet 2 cm dik zijn om aan de gewenste Rc = 0,5 m^2K/W te voldoen. Voor de andere gewenste Rc's levert dat de volgende diktes op:

Rc = 1,5 m^2K/W => 6 cm;

Rc = 2,5 m^2K/W => 10 cm;

Rc = 3,5 m^2K/W => 14 cm.

Deze doeken zijn behoorlijk dik. En eigenlijk te dik om op een goede manier toe te passen. Wordt uitgegaan van een AfaG met een breedte van 900 mm, zoals in de Testpaviljoen, en een rolbuis met een diameter van 4 cm waaromheen het doek wordt gewikkeld dan heeft het systeem in de situatie dat het doek met een Rc van 3,5 m2K/W is opengeschoven een diameter van bijna een 1 meter. AfaG neemt dan (te) veel nuttige ruimte in. Voor deze manier van opslaan van de doeken is gekozen om het doek werkelijk los te maken van de gebouwschil. In opgerolde toestand zal het doek hierdoor geen invloed op de thermische kwaliteiten van de gevel hebben (overigens wel op de bouwfysische kwaliteiten van de ruimte). Er kunnen andere activerende gevelelementen worden ontworpen zoals isolerende panelen. Dit wordt in Hoofdstuk 8 (Architectonische, Activerende, flexibele en adaptieve Gevels) gedemonstreerd. Worden deze panelen elders in het gevelvlak gestald wanneer zij niet in gebruik zijn, dan zullen zij daar voor een verhoogde warmteweerstand zorgen. Het effect van het lokaal verlagen van de warmteweerstand door het wegschuiven van het activerende deel zal hierdoor verkleind worden.

Tenslotte is het lastig om dergelijke dikke doeken te bedienen. Dit kan dan tot frustraties leiden – deze frustraties gaan ten koste van de tevredenheid en de bereidheid om een systeem te bedienen (Lin,2005, Bandura, 1993; Kasser & Sheldon, 2002; Vermeir & Verbeke, 2006; Thøgersen & Grønhøj, 2010; Cohen et al., 1986); de kosten van het systeem worden te hoog (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Turaga et al., 2011). Met andere woorden de inspanning weegt niet op tegen de winst.

Een mechanische aandrijving van het systeem kan hierbij de gebruiker verlichten. Ook kan de gebruiker ervoor kiezen om de gevel in de meest gunstige configuratie te handhaven – en haar niet regelmatig en afhankelijk van de binnen- en

buitenomstandigheden te wijzigen. Beide oplossingen hebben hetzelfde, averechtse effect. De gebruiker moet juist verleid worden om AfaG vaak te veranderen om zo het gevoel te krijgen enerzijds het binnenklimaat te creëren en anderzijds milieuvriendelijk bezig te zijn. Dit regelmatig uitgevoerde gedrag kan dan tot een andere identiteit, namelijk een milieuvriendelijker variant, leiden (Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b; Cornelissen et al., 2008). AfaG moet gebruiksvriendelijker worden en worden uitgerust met gemakkelijker te hanteren doeken. Dit kan op twee manieren:

1. Meerdere doeken toepassen;
2. Diktes van de doeken terugbrengen.

§ 5.5.1 Bepaling diktes doeken AfaG – toepassen meerdere doeken

Er kan worden gekozen om doeken met een maximale dikte van bijvoorbeeld 5 cm toe te passen. Dit komt overeen met een Rc van 1,25 m^2K/W. Om een Rc van 8 m^2K/W te kunnen behalen, moeten dan 7 doeken worden dichtgeschoven. Het adaptieve vermogen van het gevelsysteem zal zo worden vergroot – er is een grotere variëteit aan warmteweerstanden in te stellen - maar het is de vraag of dit voor een gebruiker acceptabel is en of niet net als bij de te dikke en onhandelbare doeken de kosten van de bediening van de gevel te hoog worden. Er moeten (te) veel handelingen worden verricht om tot een acceptabele warmteweerstand te komen.

§ 5.5.2 Streven naar handelbare diktes AfaG

Het verlagen van de dikte van het gevelpakket om op deze manier AfaG beter hanteerbaarder te krijgen kan op verschillende manieren:

1. De spouwen die dankzij de opbouw uit verschillende lagen bijna automatisch zullen ontstaan, kunnen worden meegenomen in de berekening;
2. Er kunnen doeken worden toegepast met lagere emissiecoëfficiënten;
3. Er kan massa in het gebouw/in de gevel geïntroduceerd worden;
4. Er kunnen doeken worden toegepast met een lagere warmtegeleidingscoëfficiënt.

§ 5.5.2.1 Streven naar handelbare diktes AfaG – de spouw

De bijdrage van de spouw aan de thermische kwaliteiten van de gevel hangt af van de breedte van de spouw.[40] Is de spouw breder dan 3 cm dan mag de geleiding in de spouw worden verwaarloosd (Verhoeven, 1990). Lucht is een goede isolator (λ = 0.023 W/mK). Convectie en straling die samen met geleiding de warmtestroom bepalen, worden door de luchtlaag niet gehinderd. Zij zullen de waarde van r_{spouw} bepalen. Volgens Verhoeven (1990) mag voor de convectie in een spouw breder dan 3 cm een overdrachtscoëfficiënt van αc = 1,0 Wm^2/K worden aangehouden.[41] Wordt er vanuit gegaan dat de spouw begrensd wordt door twee materialen met een voor bouwmaterialen normale emissiecoëfficiënt (ε) = 0,9 dan levert dit een αs van 4,48 m^2K/W op (ibid).

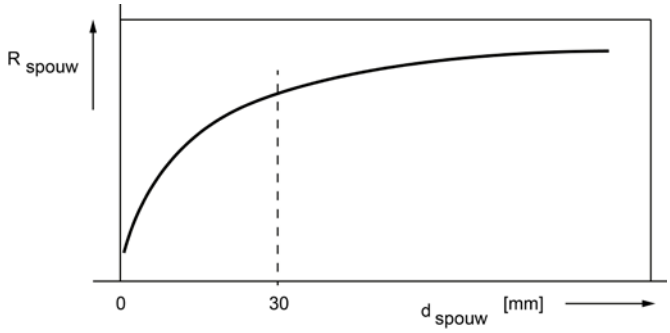
De r_{spouw} wordt dan:

$$r_{spouw} = = \frac{1}{1+4,48} = 0,17\ m^2.K/W$$

Wordt de spouw smaller dan gaat dit ten koste van de convectie – convectie kan minder gemakkelijk optreden – maar dan zal de geleiding dominant worden. De relatie tussen de breedte van de spouw en de warmteweerstand van de spouw wordt in figuur 5.10 duidelijk gemaakt:

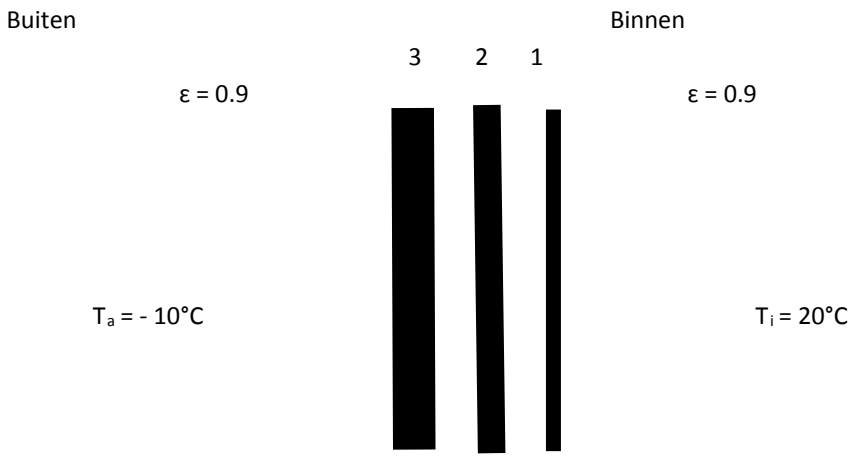
40 Naast de breedte van de spouw heeft de mate waarin de spouw al dan niet wordt geventileerd eveneens een invloed op de thermische werking. In deze berekeningen wordt aangenomen dat de spouw niet wordt geventileerd en de luchtdichting conform eisen is.

41 Er wordt erkend dat dit een sterke vereenvoudiging is. De werkelijke bijdrage van convectie aan de thermische kwaliteiten van de spouw moet worden bepaald met behulp van het Nusselt-getal. Dit is niet de enige vereenvoudiging die met betrekking tot de bouwfysische kwaliteiten van de activerende gevel is geaccepteerd. De uitgevoerde bouwfysische berekeningen gaan namelijk uit van een statische toestand. Er wordt erkend dat deze toestand niet werkelijk kan bestaan. De invloed van bezonning op de processen die de thermische kwaliteiten van de gevel bepalen zijn bijvoorbeeld niet meegenomen. Ook is er vanuit gegaan dat de spouwen luchtdicht zijn. Zeker bij activerende gevels met bewegende doeken is dat bijna niet te realiseren. De berekeningen zijn derhalve een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid. Daar echter de berekeningen alleen tot doel hebben om te onderzoeken of de doeken een hanteerbare dikte kunnen krijgen, wordt deze vereenvoudiging als acceptabel beschouwd.



FIGUUR 5.10 Relatie Spouwbreedte – Warmteweerstand van de spouw (Verhoeven, 1990).

Wanneer de gevel door de omstandigheden een totale Rc van 4,5 m^2K/W moet gaan krijgen dan zal de gevel uit drie lagen worden opgebouwd. De eerste lagen van respectievelijk een Rc van 0,5 en 1,5 m^2K/W zijn conform eerdere berekeningen respectievelijk 2 en 6 cm dik.



Tussen de doeken wordt een spouwbreedte van 3 cm aangenomen. r_{spouw} is derhalve 0.17 m^2K/W.

$Rc = r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1}$ =>

$4{,}5 = r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1} \Rightarrow$

$4{,}5 = r_{doek3} + 0{,}17 + 1{,}5 + 0{,}17 + 0{,}5 \Rightarrow$

$r_{doek3} = 2{,}14 = \frac{d}{0.04} \Rightarrow 8{,}56$ cm.

De eerdere berekening liet zien dat voor een Rc = 2,5 m^2K/W nog een dikte van 10 cm nodig was. Er is door de spouw mee te nemen in de berekeningen wel wat winst geboekt, maar te weinig. Het doek is met een dikte van bijna 8,6 cm nog altijd onhandelbaar dik.

§ 5.5.2.2 Streven naar handelbare diktes AfaG - lage emissiecoëfficiënten

Warmtetransport geschiedt niet alleen door middel van geleiding, maar ook convectie en straling spelen een rol. De thermische kwaliteiten van de gevel kunnen derhalve niet alleen worden verbeterd door de isolatie te verhogen, maar ook door de emissiecoëfficiënt te verlagen, waarmee kan worden voorkomen dat het gebouw zelf warmte opneemt. Het warmtetransport door straling kan door de toepassing van bijvoorbeeld doeken met een lage emissiecoëfficiënt worden verminderd. Hoewel een lage emissiecoëfficiënt de effectiviteit van thermische massa (zie Paragraaf 5.5.2.3) theoretisch kan aantasten, kan het toevoegen van een laag met een lage emissiecoëfficiënt een gunstig effect op het energiegebruik hebben (Shi & Zhang, 2011; Jelle et al., 2015; Joudi et al., 2011; Principi & Fioretti, 2012; De Zwart et al., 2010).

De invloed van doeken met een lagere emissiecoëfficiënt zal eerst in de spouw worden onderzocht. Zoals eerder gemeld vindt er in de spouwen warmtetransport door middel van convectie en straling plaats. Dankzij de lage λlucht mag geleiding bij spouwbreedtes die groter zijn dan 3 cm worden verwaarloosd. Bepaalde zonwerende doeken hebben dankzij een dun laagje aluminium dat aan de oppervlakte is aangebracht een ε = 0,05. Hiermee verandert de αs van de spouw. Het doek neemt dankzij de lage ε geen warmte meer op en emitteert ook geen warmte meer.

αs kan worden bepaald met de volgende formule :

$\alpha s = 4 * e_{12} * \sigma * (\frac{T1+T2}{2})3$

Hierin is :

e_{12} = stralingsuitwisseling tussen de verschillende lagen;

$e_{12} = (\frac{1}{\varepsilon 1} + \frac{1}{\varepsilon 2} - 1)^{-1} => (\frac{1}{0{,}05} + \frac{1}{0.05} - 1)^{-1} = 0.026$

σ = constante van Stefan-Bolzmann = $5{,}67 \times 10^{-8}$

T1 = Temperatuur binnenzijde spouw is gesteld op 293 K

T2 = Temperatuur buitenzijde spouw is gesteld op 283 K

Wordt een temperatuurverschil van 10°C in de spouw aangenomen dan betekent dit:

$\alpha s = 4 * 0.026 * 5{,}67 \times 10\text{-}8 * (\frac{293+283}{2})^3$

$\alpha s = 0{,}135$;

$r_{spouw} = = \frac{1}{1+0{,}135} = 0{,}88\ m^2K/W$

Met deze nieuwe waarde van rspouw kan opnieuw de dikte van een gevelpakket met een totale Rc van 4,5 m^2K/W worden bepaald:

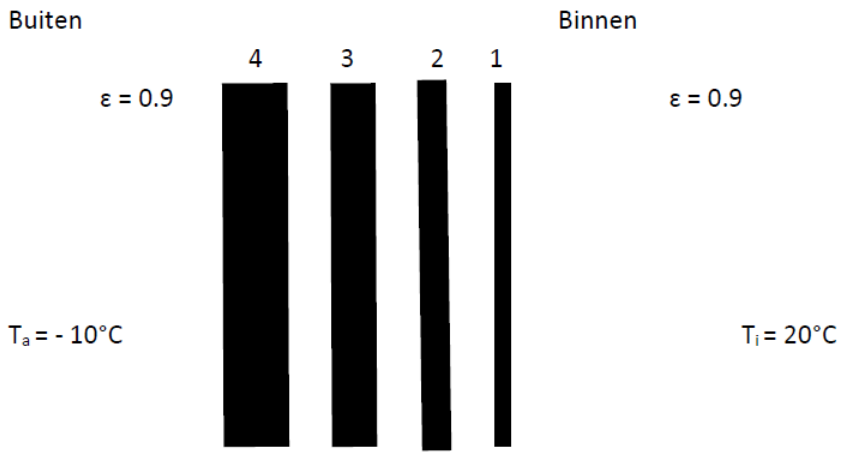
$4{,}5 = r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1} =>$

$4{,}5 = r_{doek3} + 0{,}88 + 1{,}5 + 0{,}88 + 0{,}5$

$r_{doek3} = 0{,}74 = \frac{d}{0.04} = > 0{,}0296 = 3$ cm. Dit is een acceptabel waarde;

die overeenkomt met een $r_{doek3} = \frac{d}{\lambda} = \frac{0{,}03}{0.04} = 0{,}75\ m^2K/W$

Nu kan worden bepaald wat de dikte van het gevelpakket wordt bij een nagestreefde maximale waarde van Rc = 8 m^2K/W. Dit levert het volgende schema op:



$8 = r_{doek4} + r_{spouw} + r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1}$

$8 = r_{doek4} + 0{,}88 + 0.75 + 0{,}88 + 1{,}5 + 0{,}88 + 0{,}5 \Rightarrow$

$r_{doek4} = 2{,}61 = \frac{d}{0.04} = 10$ cm.

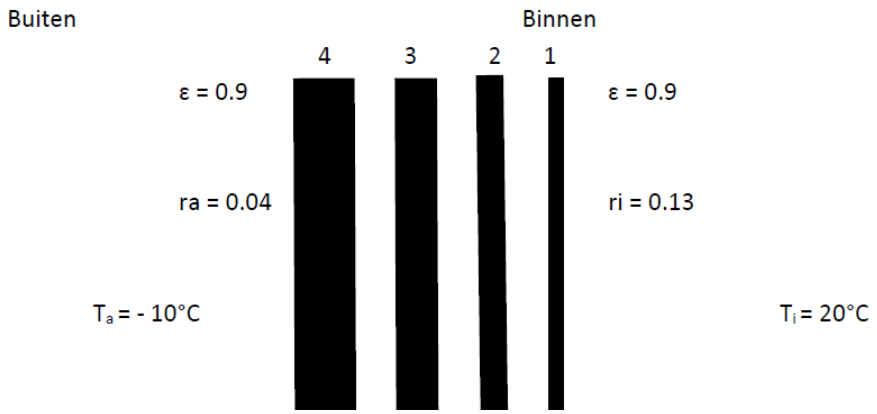
Deze dikte kan worden teruggebracht door de 3e laag dikker te maken. Nu is zij dunner dan de 2e laag en dat komt de logica van het systeem niet ten goede. Als de metafoor van de kleding wordt gehanteerd dan zal gevoelsmatig een dikke trui beter isoleren dan een iets dunnere. Als voor de 2e laag een dikte van 4 cm en voor de 3e een laag van 6 cm wordt gehanteerd dan levert dat een r_{doek2} van 1 m^2K/W en een r_{doek3} van 1,5 m^2K/W op.

$8 = r_{doek4} + 0{,}88 + 1{,}5 + 0{,}88 + 1{,}0 + 0{,}88 + 0{,}5 \Rightarrow$

$r_{doek4} = 2{,}36 = \frac{d}{0.04} = 9{,}44$ cm.

Dit is nog altijd dik. Ten slotte kan de ambitie iets worden bijgesteld. Dit kan door niet naar een Rc = 8 m^2K/W te streven maar naar een Rtotaal = 8 m^2K/W. Bij een Rtotaal worden de overgangsweerstanden binnen en buiten meegenomen. Deze overgangsweerstanden bepalen de overgang van gevelmateriaal op lucht en is afhankelijk van de windsnelheid en daarmee van de convectie en van de emissiecoëfficiënt van het materiaal. De geleiding mag worden verwaarloosd. Dit dankzij de lage λ van 0.023. De NEN 1068 stelt dat de overgangsweerstand binnen

(ri)= 0,13 m^2K/W en de overgangsweerstand buiten (ra) = 0,04 m^2K/W. Worden deze waarden in de berekening meegenomen dan:

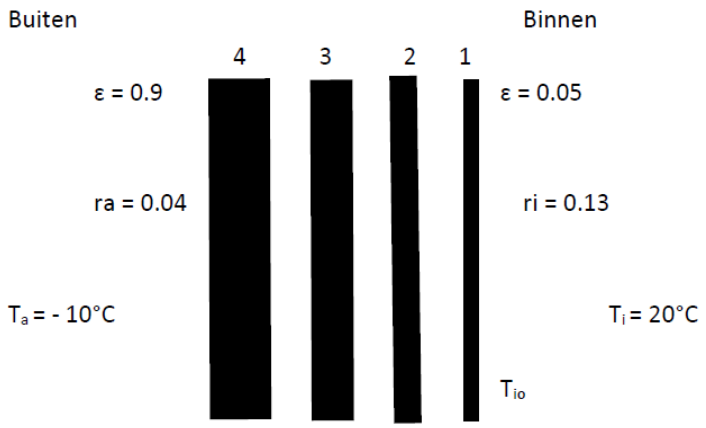


$8 = ra + r_{doek4} + r_{spouw} + r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1} + ri;$

$8 = 0{,}04 + r_{doek4} + 0{,}88 + 1{,}5 + 0{,}88 + 1{,}0 + 0{,}88 + 0{,}5 + 0{,}13 \Rightarrow$

$r_{doek4} = 2{,}19 = \frac{d}{0.04} = 0.0876 \Rightarrow d = 9$ cm.

Zoals gezegd is de overgangsweerstand afhankelijk van αs en αc. Net zoals in de spouw is gebeurd, kan de αs en daarmee de Rtotaal worden verhoogd door aan de binnenzijde een doek met een lage emissiecoëfficiënt (ε = 0,05) te gebruiken. Ook aan de buitenzijde van de gevel zou dit uiteraard kunnen, maar daar is de convectie door de heersende windsnelheden dominant.



De nieuwe op basis van de lage ε ri wordt dan:

$\alpha s = 4 * e_{12} * \sigma * (\frac{T1+T2}{2})^3$

$e_{12} = (\frac{1}{\varepsilon 1} + \frac{1}{\varepsilon 2} - 1)^{-1} => (\frac{1}{0,9} + \frac{1}{0.05} - 1)^{-1} = 0.0497$

Wordt als gevolg van de overgangsweerstand een temperatuurverschil tussen Ti en Tio (= oppervlakte temperatuur van het doek) van 1°C aangenomen dan betekent dit:

$\alpha s = 4 * 0.0497 * 5,67 \text{ X } 10^{-8} * (\frac{293+292}{2})^3$

$\alpha s = 0,28;$

$\alpha c = 2,5;$

$ri = \frac{1}{\alpha s + \alpha c} => \frac{1}{0,28 + 2,5} = 0,36 \text{ m}^2\text{K/W}$

$8 = ra + r_{doek4} + r_{spouw} + r_{doek3} + r_{spouw} + r_{doek2} + r_{spouw} + r_{doek1} + ri;$

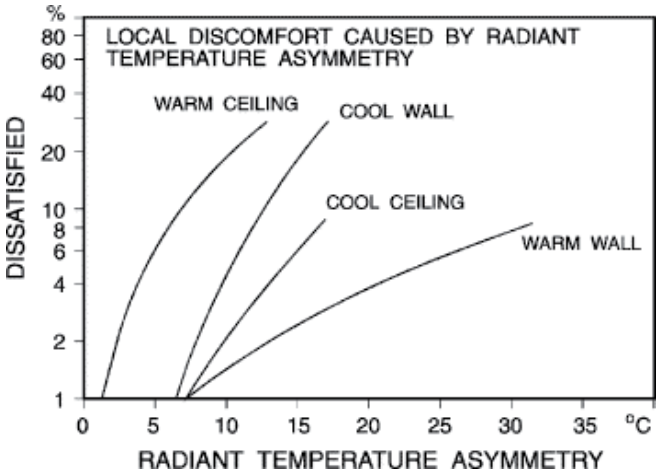
$8 = 0,04 + r_{doek4} + 0,88 + 1,5 + 0,88 + 1,0 + 0,88 + 0,5 + 0,36 =>$

$r_{doek4} = 2,02 = \frac{d}{0.04} => d = 8 \text{ cm}.$

Weliswaar is dit doek vermoedelijk nog altijd te dik om gemakkelijk te hanteren (de ambitie was om naar een maximale dikte van de doeken van 5 cm te streven), maar

door deze maat past het doek wel in de reeks waaruit AfaG is opgebouwd. De doeken hebben nu diktes van 2, 4, 6 en 8 cm. Door het voelbare verschil in diktes zal de gebruiker gemakkelijk het verschil in isolerende kwaliteiten onderkennen.

Er schuilt wel een gevaar aan het op deze wijze toepassen van doeken met een lage emissiecoëfficiënt. Er kan stralingsasymmetrie optreden. Dit kan leiden tot lokale onbehaaglijkheid en tot klachten. Mensen blijken het meest gevoelig te zijn voor stralingsasymmetrie veroorzaakt door warme plafonds of koude wanden/ramen (Olesen & Parsons, 2002). Voor koude wanden wordt meestal aangenomen dat de stralingsasymmetrie niet groter mag zijn dan 10°C (Parsons, 2003) – zie Figuur 5-11. Dan blijft het aantal ontevredenen acceptabel.



FIGUUR 5.11 Relatie stralingsasymmetrie (in verschil in temperatuur) – aantal ontevredenen

Hiertoe zal de oppervlaktetemperatuur op het doek met een lage emissiecoëfficiënt vergeleken moeten worden met de oppervlaktetemperatuur van een geveldeel met een normale emissiecoëfficiënt. Het verschil mag niet groter zijn dan 10°C.

Voor beide gevelsystemen wordt in deze vergelijking een Rtotaal van 8 m^2K/W aangehouden en een Δ T = (Ti – Ta) = 20 – (- 10) = 30°C.

Tio kan dan worden berekend met behulp van de volgende formule:

$$\frac{Ti\text{-}Tio}{Ti\text{-}Ta} = \frac{ri}{\text{Rtotaal}}$$

ri van een 'normale' gevel met een emissiecoëfficiënt van 0,9 = 0,13 m^2K/W; de ridoek met een lage emissiecoëfficiënt is hierboven berekend: 0,36 m^2K/W.

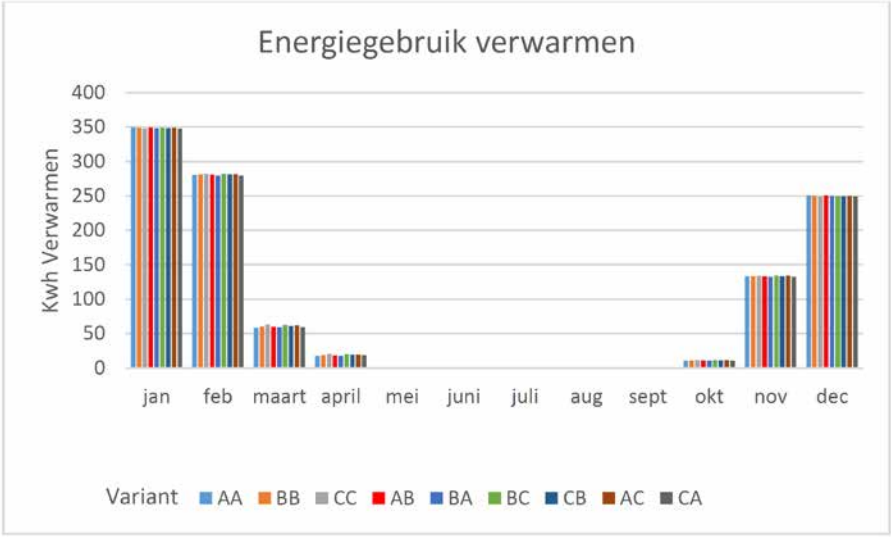
Dit levert een Tiodoek van $\frac{20-Tiodoek}{30} = \frac{0,36}{8}$ = 18,65°C op en een

Tionormaal van: $\frac{20-Tiodoek}{30} = \frac{0,13}{8}$ = 19,5 °C op.

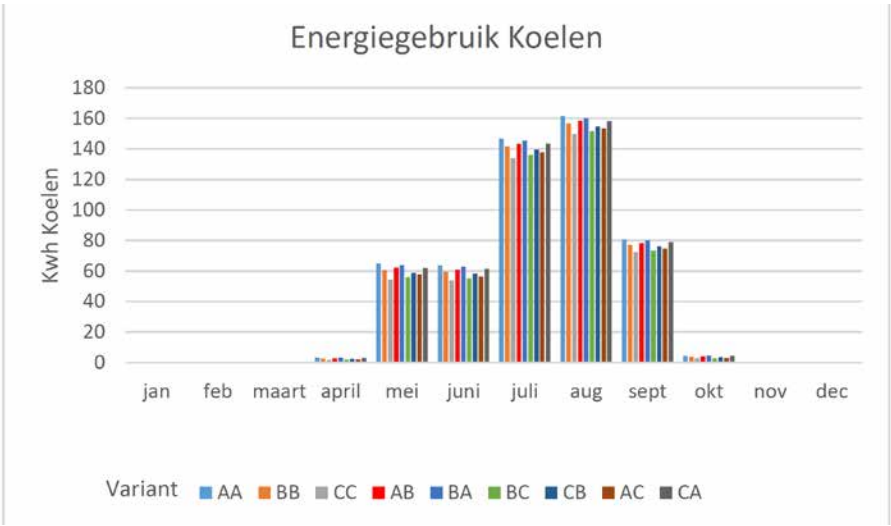
Het verschil is slechts 0,85°C – van stralingsasymmetrie zal derhalve geen sprake zijn.

Verder lijkt een statische situatie met doeken met een lage emissiecoëfficiënt niet altijd even gunstig. Uit de literatuur blijkt dat het in de zomer gunstiger is om aan de buitenzijde materialen met een lage absorptiecoëfficiënt te hebben (Al-Homoud, 2005). In de winter lijkt dat evenwel minder gunstig. Zonnewarmte wordt dan gereflecteerd in plaats van geabsorbeerd en hierdoor onvoldoende benut. In de wintermaanden kan een laag met een lage emissiecoëfficiënt beter aan de binnenzijde worden geplaatst. Net als met de isolatiewaarden lijkt het daarom interessant om ook de emissiewaarden van de gevel adaptief te maken. Zo kan ook een interactie met de thermische massa van de gevel tot stand gebracht worden.

Om het effect van doeken met verschillende emissiecoëfficiënten op het energiegebruik te meten zijn opnieuw in VABI-elements simulaties uitgevoerd. Er zijn hierbij drie emissiecoëfficiënt ingevoerd: 0,05, 0,5 en 0,9 (waarde van de meeste traditionele bouwmaterialen) die zowel aan de binnen als aan de buitenzijde aangebracht kunnen zijn.



FIGUUR 5.12 Energiegebruik per emissiecoëfficiënt per maand met verschillende configuraties. Variant AA heeft een ε = 0,9 buiten en binnen; Variant BB heeft een ε = 0, 5 buiten en binnen; Variant CC heeft een ε = 0,05 buiten en binnen; Variant AB heeft een ε = 0,9 buiten en een ε = 0,5 binnen; Variant BA heeft een ε = 0,5 buiten en een ε = 0,9 binnen; Variant BC heeft een ε = 0,5 buiten en een ε = 0,05 binnen; Variant CB heeft een ε = 0,05 buiten en een ε = 0,9 binnen; Variant AC heeft een ε = 0,9 buiten en een ε = 0,05 binnen; Variant CA heeft een ε = 0,05 buiten en een ε = 0,9 binnen.



FIGUUR 5.13 Energiegebruik per emissiecoëfficiënt per maand per maand met verschillende configuraties – verschillende configuraties zie Figuur 5-12.

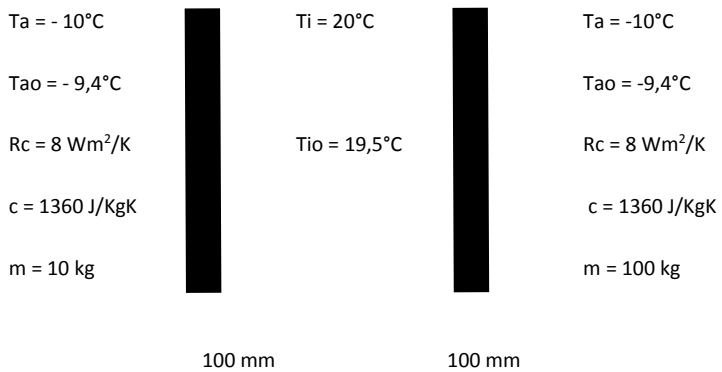
Een lage emissiecoëfficiënt (ε = 0,05) aan zowel de binnen- als buitenzijde (Variant CC) heeft een gunstig effect op de energie benodigd voor koeling (bij een Rc = 4,5 m^2K/W; energiebesparing op koeling = 56,29 Kwh) (zie Figuur 5-13). Voor de verwarming is het gunstiger om aan de binnenzijde een hoge emissiecoëfficiënt te hebben en aan de buitenzijde een lage (zie Figuur 5-12 - Variant CA). Ten opzichte van normale bouwmaterialen met zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde hoge emissiecoëfficiënten kan dit een energiebesparing op verwarming van 4,33 Kwh opleveren. Wordt deze variant vergeleken met de beste optie voor de zomerse situatie dan blijkt door een eventuele aanpassing een winst van 10,57 Kwh geboekt te kunnen worden.

De winst is niet heel hoog en het lijkt derhalve verstandiger om zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde lage emissiecoëfficiënten toe te passen. Dit vooral omdat kan worden afgevraagd of de werking van een doek met een lage emissiecoëfficiënt door de gebruiker wordt doorgrond. Anders dan de voelbare diktes van de doeken lijkt het onderkennen van verschillende emissiecoëfficiënten veel minder intuïtief. Of de doeken met lage emissiecoëfficiënten worden begrepen, zal in het volgende hoofdstuk worden onderzocht.

§ 5.5.2.3 Streven naar handelbare diktes AfaG – invloed massa

De massa van de toegepaste (gevel)materialen kan een rol spelen bij de thermische kwaliteiten van een gevel. Hierbij is het accumulerend vermogen belangrijk. Dit is het vermogen van een materiaal om warmte op te nemen en op een later moment – als de omgevingstemperatuur daalt - weer af te staan. Als de massa in direct contact met de ruimte staat, kan zij ervoor zorgen dat minder heftige temperatuurschommelingen optreden. Zo kan overdag wanneer het binnen warm is de koudevraag worden verkleind (Balaras, 1996; Zeng et al., 2011; Yang & Li, 2008; Li, Yang & Lam, 2013; Zhu et al., 2009).

Met een statische berekening kan de invloed van massa op de warmtehuishouding worden bepaald. Hierbij wordt van de volgende situatie uitgegaan (Verhoeven, 1990):



q_{stat} = stationaire warmtestroom door de constructie = $\frac{\Delta T}{\text{Rtotaal}} = \frac{30}{8}$ = 3,75 W/m².

W = de geaccumuleerde warmte in stationaire toestand = m x c x T_{gem} =>

$T_{gem} = \frac{19{,}5 + -9{,}4}{2}$ = 5,6°C

c = soortelijke warmte doek = 1360 J/KgK

Voor de lichte constructie (m = 10 kg):

W = 10 x 1360 x 5,6 = 76.160 J/m²

Voor de zware constructie (m = 100 kg):

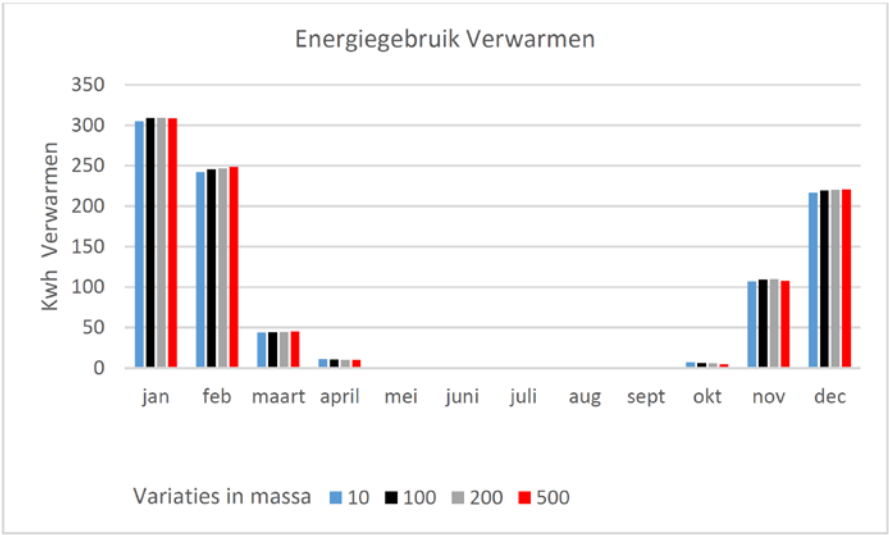
W = 100 x 1360 x 5,6 = 761.600 J/m²

De opwarmtijd $\tau = \frac{W}{q}$ bedraagt dan respectievelijk: $\frac{76.160}{3{,}75 \text{ x } 3600}$ = 5,6 h en $\frac{761600}{3{,}75 \text{ x } 3600}$ = 56 h.

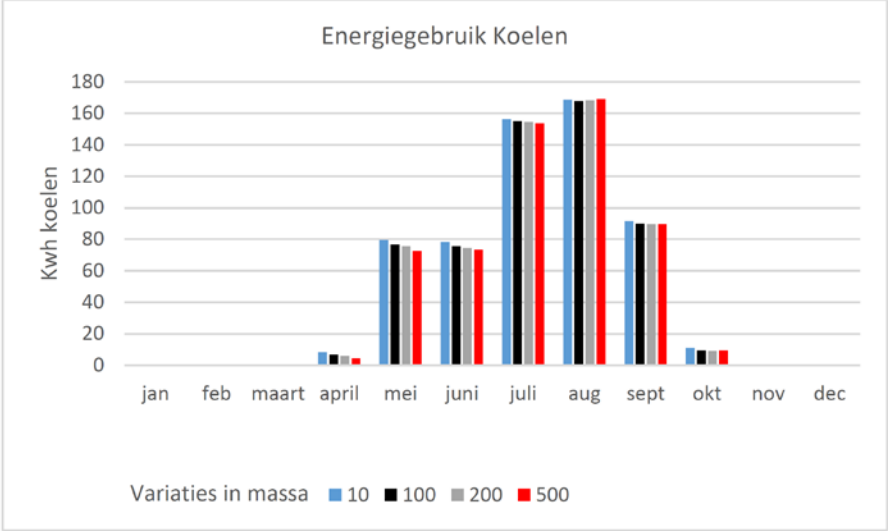
Massa heeft een vertraging tot gevolg. De zonnewarmte zal in een zwaar gebouw minder direct voor overlast zorgen. Tegelijkertijd kan zo 's avonds de behoefte aan verwarming worden verminderd.

Andere studies laten echter zien dat zeker in wat koelere landen de invloed van thermische massa niet overschat moet worden (Dodoo et al., 2012; Hoes et al., 2011). Weliswaar blijken in de tussenseizoenen lichte gebouwen meer energie te gebruiken, maar zodra er een warmte- of koudevraag is en er energie wordt gebruikt zijn lichte gebouwen in het voordeel. Er hoeft niet eerst massa gekoeld of verwarmd te worden. De massa-mythe ligt derhalve genuanceerder (De Vaan et al., 2009). Een adaptieve massa (massa die ingezet kan worden op het moment dat zij een positief effect heeft op de warmtehuishouding in een gebouw) lijkt gunstig (Hoes et al., 2011).

Om te onderzoeken wat de invloed van massa op het energiegebruik is, worden de gesloten gevels van de in VABI-elements gesimuleerde onderwijsunit uitgerust met vier verschillende massa's: 10 kg/m^2; 100 kg/m^2, 200 kg/m^2 en 500 kg/m^2.



FIGUUR 5.14 Energiegebruik Verwarmen bij een Rc = 8 m^{2}K/W en verschillende massa's.



FIGUUR 5.15 Energiegebruik Koelen bij een Rc = 0,5 m²K/W en verschillende massa's.

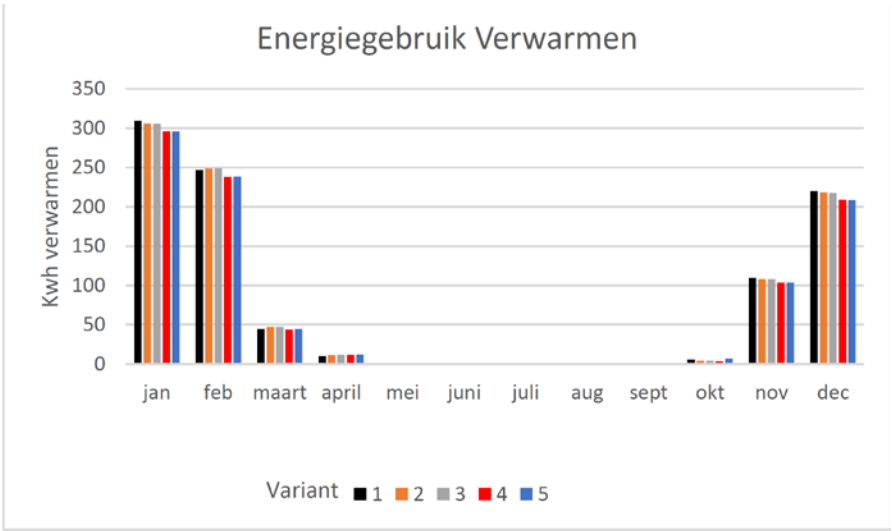
Het adaptief maken van massa kan winst opleveren (Figuur 5-14 en 5-15). De unit uitgerust met lichte gevels (10 kg/m²) blijkt minder energie (16,52 Kwh) voor de verwarming nodig te hebben dan met gevels met 200 kg/m² aan massa, waarmee de overige simulaties zijn uitgevoerd. De energie noodzakelijk om te koelen blijkt juist minder te zijn wanneer de units zware gevels (500 kg/m²) hebben. Bij een warmteweerstand van Rc = 0,5 m²K/W is voor een B-klimaat 34,55 Kwh minder nodig dan bij een gevel van 200 kg/m². Het lijkt derhalve verstandig om de massa adaptief te maken en die in de wintermaanden uit de gevel te verwijderen.

Hierbij moet worden aangetekend dat het intuïtief sturen van massa lastiger lijkt te zijn dan het op intuïtie veranderen van de warmteweerstand. Dit laatste is direct gekoppeld aan de dikte van het element: hoe dikker het element hoe beter het zal isoleren. Uit de simulaties met adaptieve massa's blijkt dat massa bijna een contra-intuïtieve invloed op het energiegebruik heeft. Hoe zwaarder hoe meer energie noodzakelijk is voor de verwarming en hoe lichter hoe meer energie nodig is voor de koeling.

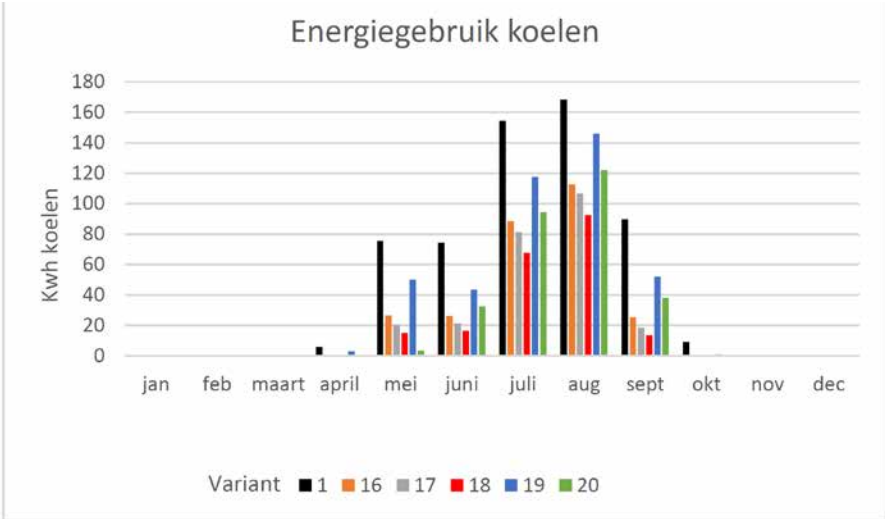
Belangrijker is echter dat massa zich niet laat 'uitschakelen'. In de simulaties wordt ervan uit gegaan dat het gunstig kan zijn om op een zeker moment van de ene massa over te schakelen op de andere massa. Thermische massa kenmerkt zich echter door een zekere traagheid (De Vaan et al., 2009). Hoe zwaarder de massa hoe trager zij reageert. In de interpretatie van de VABI-simulaties is deze traagheid niet meegenomen. Dit kan zowel een positief als een negatief effect op het binnenklimaat hebben. In de zomermaanden kan het na-ijlen van de massa de koeltevraag negatief

beïnvloeden; in de koelere maanden kan de overdag opgenomen warmte door de massa een positief effect hebben op de warmtevraag 's avonds.

Ten slotte kunnen de invloeden van de verschillende warmteweerstanden, verschillende massa's en verschillende emissiecoëfficiënten bij elkaar worden gevoegd (zie Figuren 5-16 en 5-17). Door in februari te -schakelen- van variant 5 naar variant 4 (de buitenzijde van de gevel krijgt dan een hoge emissiecoëfficiënt) kan 4% winst worden geboekt. Het is de vraag of de handeling de winst rechtvaardigt. In de zomermaanden is door voor variant 18 te kiezen (lage massa en lage emissiecoëfficiënten buiten en binnen) in vergelijking tot een 200 kg/m^2, zware statische gevel van Rc = 8 m^{2}K/W met hoge emissiecoëfficiënten 36% minder energie voor de koeling nodig. Over het hele jaar kan het variëren in warmteweerstand, massa en emissiecoëfficiënt het energiegebruik met 25% verminderen.



FIGUUR 5.16 Energiegebruik Verwarmen bij een Rc = 8 m^{2}K/W. Variant 1: massa 200 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,9; Variant 2: massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 3: massa 500 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9; Variant 4: massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 5: massa 10 kg/m^2; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9.



FIGUUR 5.17 Energiegebruik Koelen Variant 1 Rc = 8 m²K/W; massa 200 kg/m²; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,9; Variant 16: Rc = 0,5 m²K/W; massa 500 kg/m²; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 18: : Rc = 0,5 m²K/W; massa 500 kg/m²; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9; Variant 19: Rc = 0,5 m²K/W; massa 10 kg/m²; emissiecoëfficiënt buiten 0,9 en binnen 0,05; Variant 20: : Rc = 0,5 m²K/W; massa 10 kg/m²; emissiecoëfficiënt buiten 0,05 en binnen 0,9.

§ 5.5.2.4 Streven naar handelbare diktes AfaG – beter isolerende doeken

Het in Paragraaf 5.4.2.2 berekende doek met een dikte van acht centimeter om een maximale Rc = 8 m²K/W te kunnen behalen, past in de opbouw van AfaG. Zoals gesteld is de dikte echter nog altijd fors. De mogelijkheden om binnen het systeem - waarin de verschillende doeken een goed te onderscheiden dikte hebben - de dikte van de doeken verder te reduceren lijken uitgeput. Een oplossing zou kunnen zijn om te kiezen voor doeken met een lagere warmtegeleidingscoëfficiënt.

Het isolatiemateriaal Aerogel zou hierbij interessant kunnen zijn. Het heeft poriën van 10-50 µm en voorkomt geleiding en convectie (Gibson & Lee, 2006). Hierdoor heeft het materiaal een warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) van ongeveer 0.0135 W/mK en is op dit moment het best isolerende materiaal voor gebouwen (Baetens, Jelle & Gustavsen, 2011; Jelle, 2011).

Worden doeken op deze manier samengesteld dan kunnen zij dunner worden uitgevoerd. Zelfs de warmte isolerende werking van de spouwen hoeft dan niet meegenomen te worden om tot acceptabele diktes te komen. Voor een Rc = 0,5; 1,5; 2,5 en 3,5 m²K/W zijn dan diktes van respectievelijk 0,7, 2, 3,4 en 5 cm nodig. De oplossing voelt een beetje als 'valsspelen' – uitgangspunt was om 'gewone' doeken

te gebruiken die iedereen goed zou doorgronden. De isolerende werking van deze dunnere doeken zou onderschat kunnen worden; ze voelen te dun aan.

§ 5.6 Conclusie

Hoofdstuk 5 had tot doel om een antwoord op deelvraag 6 te vinden:

Hoe moet de activerende gevel worden gematerialiseerd om het gewenste comfort te kunnen bereiken waarbij gestreefd wordt naar een verlaagd energiegebruik?

1 Het adaptieve vermogen van de activerende gevel kan een maximale winst van 25% opleveren.

Voor het beantwoorden van deze vraag is het softwareprogramma VABI-elements gebruikt. In het programma is een onderwijsunit gesimuleerd van 16 m^2 waarvan de gevels voor 50% uit glas en voor 50% uit gesloten delen bestaan. Door voor de gesloten geveldelen steeds andere warmteweerstanden in de simulaties in te voeren is achterhaald of het adaptief zijn van de gevel energetisch gezien voordelen heeft ten opzichte van een traditionele gesloten gevel met een Rc van 8 m^2K/W.

Ervan uitgaande dat de gevel uiteindelijk door haar gebruikers goed wordt begrepen en op de juiste manier wordt bediend, blijkt dat de unit met een adaptieve gevel 16,88% minder energie voor de verwarming en koeling nodig heeft dan een unit met een statische gevel. De unit met een statische gevel heeft voor een B-klimaat 1524,34 Kwh nodig. Bij de adaptieve gevel blijkt op de energie noodzakelijk voor koeling bespaard te kunnen worden. In totaal wordt in de adaptieve unit 1267,04 Kwh gebruikt.
Om deze winst te kunnen boeken moet de gebruiker op 4 momenten in het jaar de samenstelling en daarmee de warmteweerstand van de gevel aanpassen.

Door van de gebruikers meer handelingen te vereisen kan de winst van de adaptieve gevel opgeschroefd worden naar 20%. De gevel moet dan 76 keer aangepast worden, waarbij met name de maanden mei en juni als arbeidsintensief kunnen worden beschouwd.

Het adaptief maken van de massa van de gevel drukt het energiegebruik verder. De unit uitgerust met lichte gevels (10 kg/m^2) blijkt minder energie (16,52 Kwh) voor de

verwarming nodig te hebben dan een gevel met 200 kg/m^2 aan massa, waarmee de overige simulaties zijn uitgevoerd. De energie noodzakelijk om te koelen blijkt minder te zijn wanneer de units zware gevels (500 kg/m^2) hebben. Bij een warmteweerstand van Rc = 0,5 m^{2}K/W is voor een B-klimaat 34,55 Kwh minder nodig dan bij een gevel van 200 kg/m^2. Het is derhalve verstandig om ook de massa adaptief te maken en die in de wintermaanden uit de gevel te verwijderen. Hierbij moet wel rekening worden gerealiseerd dat met de 'na-ijlende' effecten van massa geen rekening is gehouden. De thermische effecten van massa kunnen echter niet zomaar in- of uitgeschakeld worden. Om te bepalen of het niet meenemen van deze effecten in de analyses gunstig of ongunstig is, zal extra onderzoek uitgevoerd moeten worden.

Ten slotte zijn simulaties uitgevoerd met verschillende emissiecoëfficiënten. Hier zijn de verschillen verwaarloosbaar. Wel is het zo dat lage emissiecoëfficiënten aan zowel de binnen- als aan de buitenzijde een gunstig effect hebben op het energiegebruik voor zowel de koeling als de verwarming.

Worden de warmteweerstanden, de massa's en de emissiecoëfficiënten door het jaar heen op de juiste manier aan de buitenomstandigheden aangepast dan kan de totale energiewinst van een adaptieve gevel oplopen tot 25% ten opzichte van een statische gevel met een Rc = 8 m^{2}K/W, met een massa van 200 kg/m^2 en aan beide zijde materialen met een emissiecoëfficiënt van 0.9.

2 Met 'normale' doeken kunnen niet de gewenste warmteweerstanden worden bereikt.

In de computersimulaties zijn 'doeken' gebruikt met warmteweerstanden van respectievelijk 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 m^{2}K/W. De gebruiker krijgt dankzij deze opbouw de mogelijkheid om te variëren tussen 0,5 en 8 m^{2}K/W; de doeken kunnen over elkaar heen worden geschoven. Dit veronderstelt dat met deze doeken dergelijke warmteweerstanden kunnen worden bereikt. Als aannemelijke warmtegeleidingscoëfficiënt (**λ**) is in de berekeningen 0,04 W/mK aangehouden. Uitgangspunt was dat er naar een set aan doeken gestreefd zou gaan worden met voelbare verschillende diktes, dit om de kans op intuïtief gebruik te vergroten (hoe dikker de laag aanvoelt hoe beter de isolerende werking).

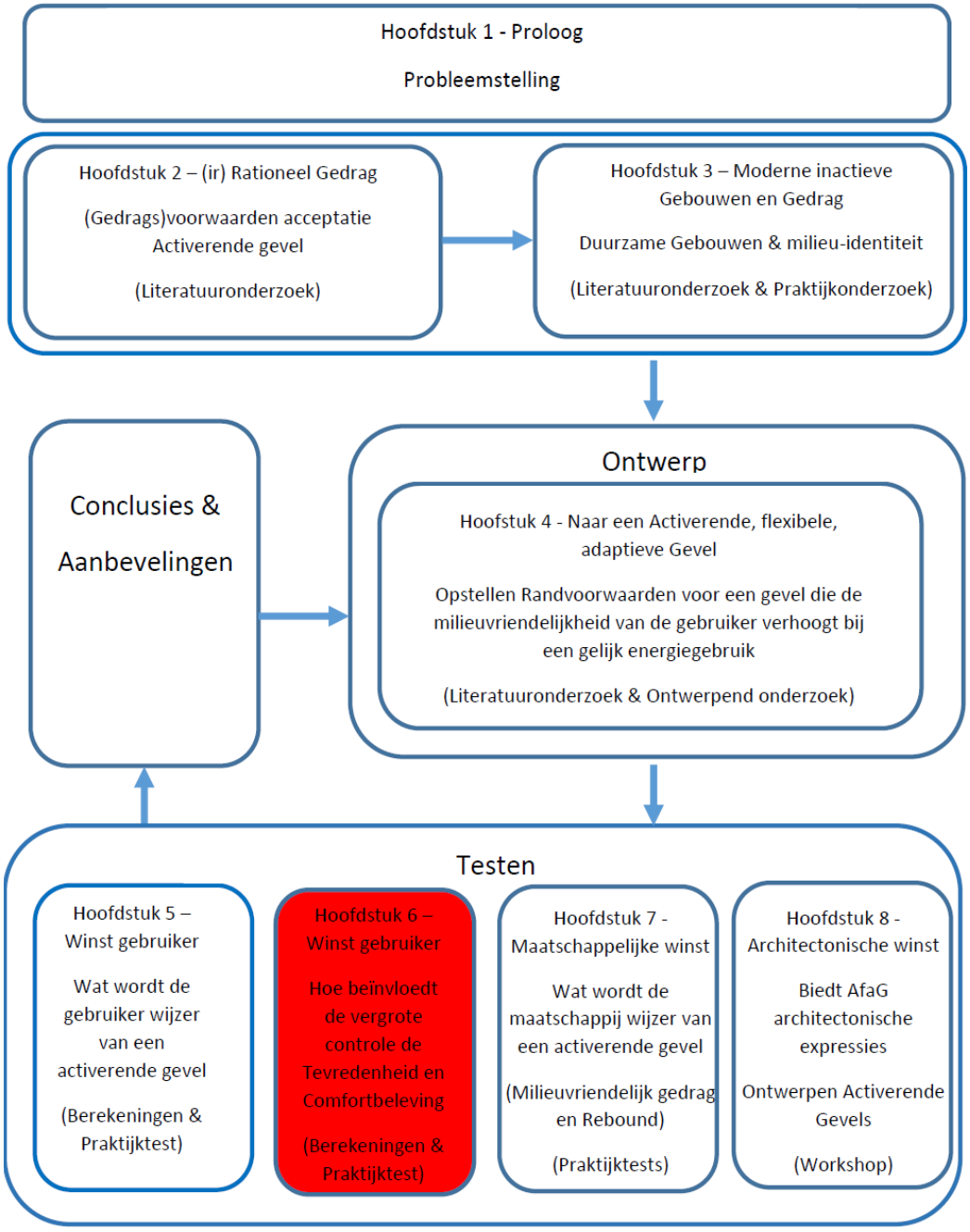
Om de diktes van de afzonderlijke doeken te bepalen zijn bouwfysische berekeningen uitgevoerd. Bij deze berekeningen is uitgegaan van een statische situatie. Dynamische processen zijn buiten beschouwing gelaten (bijvoorbeeld de invloeden van de bezonning van de gevel) of zijn vereenvoudigd (bijvoorbeeld de convectie die gaat plaatsvinden in de spouwen tussen de verschillende lagen doek). Deze versimpeling van de werkelijkheid is acceptabel bevonden omdat het enige doel van de berekeningen

was om te controleren of een gevel opgebouwd uit textiele doeken leidt tot een hanteerbaar systeem. Bovendien is voor de berekeningen van de diktes van de doeken een weliswaar op basis van argumenten bepaalde, maar niet wetenschappelijk aangetoonde warmtegeleidingscoëfficiënt gehanteerd.

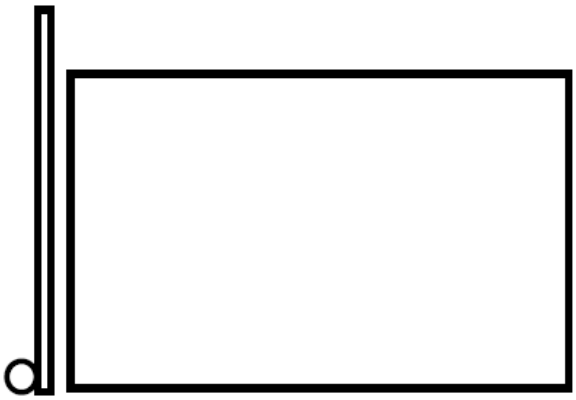
Uit de berekening bleek dat een doek met een Rc = 3,5 m^2K/W 14 cm dik moest worden. Dit is te dik om op een goede manier te kunnen hanteren. Bovendien zou een dergelijke rol veel ruimte in beslag nemen. Door de spouwen in de berekeningen mee te nemen en de doeken te voorzien van coatings met een lage emissiecoëfficiënt kon de dikte van het best isolerende doek teruggebracht worden tot 8 cm.

De andere doeken waaruit de uiteindelijke gevel is opgebouwd zijn van binnen naar buiten 2, 4 en 6 cm dik en hebben een respectievelijke warmteweerstand van 0,5, 1 en 1,5 m^2K/W. Zijn alle doeken dichtgeschoven dan wordt door de isolerende kwaliteiten van de doek en van de spouwen en de lage emissiecoëfficiënten van de doeken een totale Rc = 8 m^2K/W bereikt – wat de uiteindelijke ambitie was. Ook het streven naar voelbare verschillen in diktes tussen de verschillende lagen is zo bevredigd.

De gevel krijgt door de verschillende spouwen en de dikke doeken een forse maat. Zij meet nu 29 cm. Hiervan is dikste laag met 8 cm te dik om eenvoudig te bedienen. AfaG verliest zo aan praktisch nut – de dikte kan alleen worden teruggebracht door materiaal toe te passen dat enerzijds net zo flexibel en gemakkelijk te hanteren is als gewoon doek, maar wel beter isoleert. Aerogel ingenaaid in tijken lijkt hiervoor een geschikte oplossing. De λ van aerogel bedraagt 0,0135 waardoor de doeken fors dunner uitgevoerd kunnen worden. Het innaaien in tijken biedt aan de gebruiker de kans om tijken van zijn smaak te kiezen en om zo de gevel persoonlijker te maken.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(Literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(Literatuuronderzoek & Praktijkonderzoek)
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
(Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek)
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
(Praktijktests)
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
(Workshop)

6 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) versus Comfortbeleving en Tevredenheid



FIGUUR 6.1 Marijn van der Pol - Do Hit Chair

§ 6.1 Inleiding

Door het benutten van de mogelijkheden van activerende en adaptieve gevels opgebouwd uit lagen met verschillende warmteweerstanden en massa's is het mogelijk om de energievraag ten behoeve van warmte- en koude te reduceren. Het milieu wordt zo gespaard, maar ook andere vormen van winst die niet direct geassocieerd worden met milieuvriendelijk gedrag (*achievement* (persoonlijk succes), *power* (sociale status, controle over bronnen), *self-direction* (zelf richting gevend)) kunnen behaald worden met een succesvol bedienen van de gevel. Mensen met verschillende centrale waarden zullen ieder voor zich worden aangesproken door het nut ervan. Desondanks is het energiezuiniger maken van een gebouw slechts één deel van het comfortverhaal.

Het bedienen van AfaG moet tegelijkertijd leiden tot een als comfortabel ervaren binnenklimaat. Comfortabel gaat hierbij niet alleen over kwantitatieve parameters als luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, luchtsnelheid en luchtvochtigheid (Steemers & Manchanda, 2012). Fanger (1970) definieerde thermische behaaglijkheid al als een geestestoestand die tevredenheid met die thermische omgeving uitdrukt. Het hebben van controle over dat binnenklimaat blijkt hiertoe een bepalende voorwaarde (Nicol & Humphreys, 1973; Humphreys, 1976; Brager et al., 2004; Van Hoof, 2010). Gebruikers in een door ISSO:74 (2014) gedefinieerde α-ruimte die controle mogen uitoefenen over het binnenklimaat door het openen van ramen blijken in de zomer hogere temperaturen comfortabel te vinden dan gebruikers in een β-ruimte, zoals in Paragraaf 5.2.1 is omschreven.

Het hebben van controle beïnvloedt het ervaren van het binnenklimaat (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012). En kan voor een verlaagd energiegebruik zorgen (Zmeureanu & Doramjian, 1992; Stoops, 2004; Newsham, 1997; Van den Ham & Nobel, 2009; Hawkes, 1982; Yang et al., 2014; Veselý & Zeiler, 2014; Hoyt et al., 2014; Brager et al., 2015).

Waarom controle dit effect heeft, is niet helemaal zeker. Misschien krijgen mensen zo het idee dat zij als co-designer van het binnenklimaat mogen/kunnen optreden (Leaman & Bordass, 2001). Dat gevoel blijkt bijvoorbeeld bij design een positief effect op zowel de waardestelling als de tevredenheid te hebben (Prahalad & Ramaswamy,

2004; Sanders & Stappers, 2008; O-hern & Rindfleisch, 2010; Fuad-Luke, 2010; Niinimäki & Hassi, 2011).[42]

AfaG is evenwel geen design en moet vooral functioneel zijn. De aangereikte controlemechanismen bij het creëren van het binnenklimaat moeten als zijnde effectief worden beoordeeld.

In dit hoofdstuk zal worden onderzocht hoe de gebruikers reageren op AfaG en of de vergrote controle over het binnenklimaat invloed heeft op de 'Comfortbeleving' en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Wordt opnieuw gekeken naar het verbeterde Technological Acceptance Model dat gebaseerd is op de Theorie van Gepland Gedrag, dan zal het hoofdstuk gaan over *Result Demonstrability, Perceived Ease of Use* en – in een afgeleide vorm – over *Voluntariness* (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989). Zie Figuur 2-3 voor de schematische weergave van dit model.

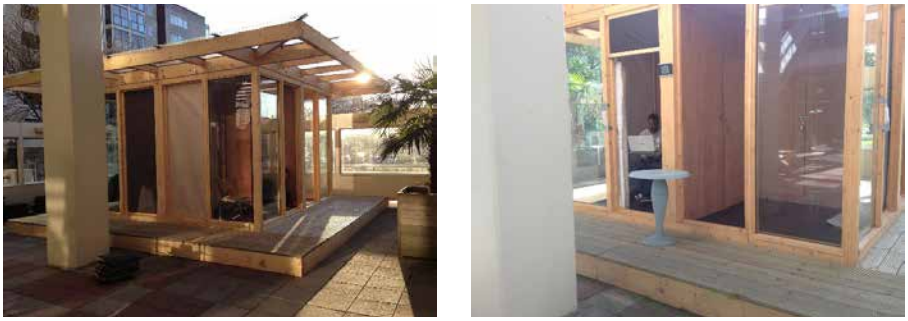
Het onderzoek moet leiden tot beantwoording van deelvraag 7:

Wat zijn de invloeden van de verhoogde controle die de activerende gevel biedt op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'?

§ 6.2 Testopstelling en -procedure

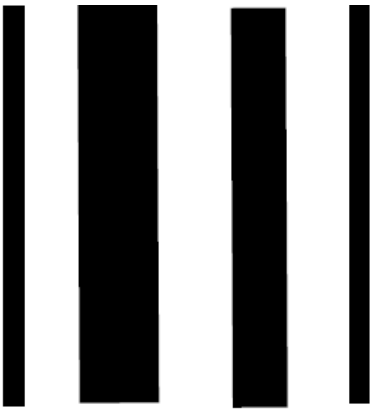
Om te onderzoeken of AfaG invloed heeft op de 'Comfortbeleving' van de Testpersonen en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is op een terras van de Hogeschool van Amsterdam (HvA) locatie De Leeuwenburg in Amsterdam een testpaviljoen gerealiseerd, zoals in Paragraaf 1.4.2.5 is omschreven.

42 De Do Hit Chair van Marijn van der Poll die als tegenhanger van de in Hoofdstuk 4 aangehaalde Paimio-stoel van Alvar Aalto kan worden beschouwd, kan hiervoor als voorbeeld dienen. De koper van de Do Hit Chair krijgt een egaal blok metaal dat hij zelf met de eveneens aangeleverde, speciaal vormgegeven moker in de juiste zitvorm moet slaan. De kans dat het beuken uiteindelijk een comfortabele stoel oplevert, lijkt toch niet heel groot. Het Ikea-effect voorspelt desalniettemin dat de tevredenheid groot zal zijn. Hoe groter de eigen invloed op het eindresultaat hoe trotser men is, maar ook hoe vergevingsgezinder (Prahalad & Ramaswamy, 2004; Sanders & Stappers, 2008; O-hern & Rindfleisch, 2010; Fuad-Luke, 2010; Niinimäki & Hassi, 2011).



FIGUUR 6.2 Testpaviljoen Hogeschool van Amsterdam tijdens een test waarbij de Testpersoon (rechts) de adaptieve gevel volledig heeft opengeschoven.

Een kwart van de buitengevels is voorzien van verdiepingshoog HR++-glas (U = 1,2 W/m²K) en voor een kwart uit gevels opgebouwd uit doek. Een van deze doekengevels met een hoogte 900 x 2000 mm groot is adaptief gemaakt en is in die zin een voorbeeld van een AfaG. Deze activerende en adaptieve gevel bestaat uit vier verticaal geplaatste rolgordijnen waarop respectievelijk een wind- en waterdichte en dampopen laag, twee isolerende lagen met een Rc van 0,75 en 1,75 m²K/W en een doek met een lage emissiecoëfficiënt (ε = 0,05) zijn bevestigd. In dichtgeschoven toestand vormt zich tussen de verschillende lagen een spouw met een breedte van ongeveer 3 cm.



$r_{ctotaal}$- AfaG	ra	rsp1	rdoek1	rsp2	rdoek2	rsp3	ri
$r_{ctotaal}$- AfaG	0.04	0,17	1,75	0,17	0,75	0,88	0,36 = 4.08 m²K/W

Deze gevelsamenstelling geeft als alle doeken zijn gesloten een Rtotaal-AfaG van iets minder dan 4,1 m^2K/W – dit conform de berekeningen uit Hoofdstuk 5.

De andere doekengevel (afmetingen 900x2600 mm) kent dezelfde opbouw als de adaptieve gevel maar is gefixeerd om zo de complexiteit van het bedienen van de gevel te reduceren. In elke unit is een tafel en stoel, een lamp voorzien van een gloeilamp (75 Watt), een elektrisch kacheltje (1200 Watt) opgesteld en er is een plaid opgehangen die eventueel omgeslagen kon worden.

Er zijn twee reeksen tests uitgevoerd.

In de eerste reeks – Test_1 - mochten de Testpersonen in Unit 1 AfaG aanpassen aan de comfortwensen. De Testpersonen in Unit 2 konden zelf geen controle over AfaG of over de andere aanwezige comfortverhogende middelen (lamp, kachel , plaid) uitoefenen.[43] In Test_2 mochten de testpersonen in Unit 2 in tegenstelling tot die in Unit 1 nog altijd de samenstelling AfaG niet veranderen, maar mochten zij wel zelf het comfort verhogen door de kachel en de lamp te bedienen en/of de plaid om te slaan.

Test_1 had vooral tot doel om de relatie tussen het bedienen van de gevel (het kunnen uitoefenen van controle over het binnenklimaat) en de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' te onderzoeken. Bij aanvang van de tests was de configuratie van AfaG – de samenstelling van de doeken - in Unit 1 dusdanig bepaald dat het binnen niet comfortabel gevonden kon worden. In Hoofdstuk 5 is aangetoond dat om energiewinst te boeken per jaar vier handelingen noodzakelijk zijn. Door de verkeerde configuratie in te stellen bij aanvang van de tests is dit proces als het ware geïntensiveerd en werden de testpersonen verleid om al bij binnenkomst AfaG te bedienen.

Test_2 had tot doel om de relatie tussen het bedienen van AfaG, het milieuvriendelijke handelen en de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te onderzoeken. Dit onderzoek wordt uitgebreider omschreven in Hoofdstuk 7.

Er is voorkomen dat het binnen te koud zou worden. Zeker tijdens de vroeg in de ochtend afgenomen tests kon de binnentemperatuur tot onder de 10°C dalen. Dit

43 Er kan beargumenteerd worden dat Unit 2 door het gebrek aan controle een β-ruimte volgens de omschrijving van ISSO 74: 2014 wordt. Daar ook in deze ruimte AfaG werd aangepast aan de omstandigheden (ook al mocht dat niet door de Testpersoon gebeuren), er geen sprake was van geconditioneerde omstandigheden en de test slechts 90 minuten duurde, zijn ook voor deze ruimte de Temperatuurgrenzen die voor een adaptieve ruimte gelden, aangehouden.

is als ondergrens beschouwd. Hoewel niet onderzocht, kan worden voorspeld dat bij dergelijke lage temperaturen er van tevredenheid geen sprake kan zijn. Dit zou de tests mogelijkerwijs te zeer vertroebelen. In die gevallen werd er voorafgaand aan de daadwerkelijke test door het volledig sluiten van de gevel en het aanzetten van de verwarming voor gezorgd dat de temperatuur bij aanvang van de test boven 10°C lag. Voordat de testpersonen de units betraden, was de kachel weer uitgeschakeld en de gevel in een voor de heersende buitentemperaturen verkeerde configuratie geplaatst. Ook in Unit 2 werd ervoor gezorgd dat de begintemperatuur niet onder de 10°C daalde. Voor de werkelijke aanvang van de test werd ook in deze Unit de kachel weer uitgeschakeld. De beginsituatie in beide Units was wat binnentemperatuur betreft hierdoor min of meer gelijk.[44]

Daar de testpersonen in Unit 2 de configuratie van AfaG niet mochten veranderen was die bepaald door de Testafnemer en in overeenstemming gebracht met de buitenomstandigheden.

Welke persoon in Unit 1 of in Unit 2 plaats moest nemen, is random bepaald.

Elke test duurde 90 minuten.[45] De meeste Testpersonen vulden de tijd met (huis)werk. Wel is verzocht om te noteren wanneer en bij welke temperatuur zij aanpassingen deden om het gevoel van comfort te verhogen. Deze aanpassingen kon voor Unit 1 het veranderen van de samenstelling van de gevel, het uit- aandoen van de lamp, de kachel in- en uitschakelen, de plaid omdoen, maar ook aanpassingen aan de kleding omvatten. Voor de Testpersonen in Unit 2 was het afhankelijk van de test welke adaptieve maatregelen zij mochten nemen.

Na Afloop van de test is aan alle Testpersonen, zowel de deelnemers aan Test_1 als die aan Test_2, gevraagd een enquête in te vullen. Deze enquête werd in de Testunit

44 In het Testpaviljoen heerste niet een volledig gecontroleerd binnenklimaat. Mede door de oriëntatie van het Testpaviljoen en het gebrek aan massa in het Testpaviljoen konden de omstandigheden tijdens de tests in Units 1 verschillen ten opzichte van de tegelijkertijd afgenomen tests in Unit 2. Deze verschillen zijn in de analyses meegenomen en meegewogen om toch tot onderbouwde conclusies te kunnen komen – zie Paragraaf 6-5.

45 De testduur van 90 minuten was vooral een praktische maat. Zo pasten de tests in 2 lesuren. De meeste Testpersonen waren student of docent van de Hogeschool van Amsterdam. De 90 minuten bleek voor veel potentiële Testpersonen al een te hoge drempel om te participeren in de tests. Om toch voldoende vrijwillige Testpersonen te werven is daarom afgeweken van de tests uitgevoerd door onder andere P.O Fanger die 3 uur duurden. De 90 minuten leek voldoende om een goed beeld te kunnen vormen van hoe de Testpersonen reageerden op het binnenklimaat en hoe zij de adaptieve gevel aanpasten om een comfortabeler binnenklimaat te creëren. De relatief korte testduur kan evenwel invloed hebben gehad op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Idealiter wordt de ervaring met een activerende gevel over een nog langere periode getest dan 90 minuten of 270 minuten.

ingevuld. Dit om de ervaring van het zijn in de Testunit zo vers mogelijk te houden. De enquête voor Testpersonen in Unit 1 was iets anders dan die voor de Testpersonen in Unit 2 omdat niet alle vragen relevant waren voor degenen die AfaG niet hebben mogen bedienen. In bijlage 6-2 zijn beide enquêtes opgenomen.[46]

In totaal hebben 181 mensen deelgenomen aan de tests. 82 aan Test_1 en 99 aan Test_2. Zij hebben zich vrijwillig via op verschillende manieren verspreide inschrijfformulieren (digitaal en schriftelijk) aangemeld. Van de testpopulaties was 61% man (111). Er hebben 70 vrouwen deelgenomen aan de test. 66,5% van de testpopulatie bestond uit 2e, 3e en 4e-jaarsstudenten. Voornamelijk van de afdeling Built Environment van de HvA. De rest bestond uit docenten en medewerkers van de Hogeschool van Amsterdam. De leeftijd varieerde van 17 tot 65 (gemiddelde (M) = 28.75 met een standaardafwijking (SD) van 12.53).

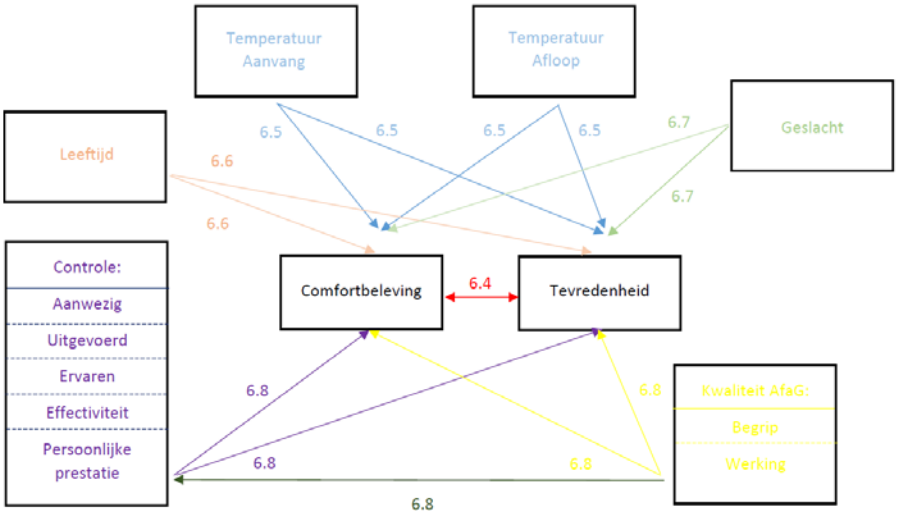
Er is getest van 9 september 2015 tot en met 16 oktober 2015. Een periode die uiteenlopende temperaturen liet zien. 's-Ochtends kon het fris zijn (7,1 °C op 13 oktober), terwijl in de middag de temperaturen opliepen tot 26°C (26 september). Door de tests af te nemen in een tussenseizoen werden de Testpersonen geconfronteerd met grote variëteit aan temperaturen. Zodat ondanks de korte testperiode toch goed bestudeerd kon worden hoe de Testpersonen reageerden op de verschillende omstandigheden.

§ 6.3 Invloeden op Comfortbeleving en de Tevredenheid

Zoals in de inleiding is gesteld zijn niet alleen klimaat gerelateerde randvoorwaarden bepalend of mensen een ruimte als thermische behaaglijk zullen ervaren en tevreden zullen zijn over het binnenklimaat. In Figuur 6-3 wordt duidelijk gemaakt van welke variabelen in deze tests is voorondersteld dat zij een invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' in de Testunits hebben uitgeoefend. Het is gebaseerd op de aanname dat de Testunits uitgerust met AfaG als α-ruimtes (zie Paragraaf 5.1.1) en dus als ruimtes beschouwd mogen worden waarin de Testpersonen invloed op het binnenklimaat kunnen uitoefenen en op literatuuronderzoek dat in het verdere verloop van het hoofdstuk zal worden toegelicht. De kracht en betrouwbaarheid

46 Voor de volledige Testprocedure zie Bijlage 6-1

van het schema zal op basis van het onderzoek in de Testunits, de ingevulde enquêtes en statistische berekeningen worden onderzocht.



FIGUUR 6.3 Invloed Variabelen Temperatuur, Leeftijd, Geslacht, Controle en beoordeelde Kwaliteit AfaG op de zelf gerapporteerde 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. De getallen langs de pijlen geven de Paragrafen aan waarin de verschillende vormen van beïnvloeding zullen worden onderzocht.

§ 6.3.1 Toetsen op normaal verdeling

Of de hierboven in het model opgenomen variabelen in deze tests een significante invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben gehad, is onderzocht met het softwareprogramma SPSS 23. Idealiter wordt hierbij in één keer het volledige model onder de loep genomen. Dit is mogelijk met een Analysis of Covariance (ANCOVA). Hierin kunnen zowel kwantitatieve variabelen (covarianten) als kwalitatieve variabelen (factoren) worden ingevoerd om de beïnvloeding op de afhankelijke variabel (in dit geval 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en/of 'Comfortbeleving') te meten. Dit model is zo waardevol omdat het niet alleen een analyse van de invloed van de verschillende covarianten en factoren op de afhankelijke variabel mogelijk maakt, maar ook de beïnvloeding van de verschillende covarianten en

factoren op elkaar in de analyses meeneemt. Hierdoor heeft een ANCOVA een duidelijke meerwaarde boven het bestuderen van de afzonderlijke invloed van de verschillende variabelen op een afhankelijke variabel.

Of een ANCOVA mag worden uitgevoerd is afhankelijk van het feit of de verzamelde data afkomstig uit de ingevulde enquêtes normaal verdeeld is.[47]

Tests of Normality

	kon er controle op de doeken worden uitgeoefend	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	ja	,255	96	,000	,880	96	,000
	nee	,244	85	,000	,861	85	,000
Vond u het binnen te warm of te koud	ja	,304	96	,000	,764	96	,000
	nee	,254	85	,000	,834	85	,000
Verhoogt de adaptieve gevel de controle over het binnenklimaat	ja	,197	96	,000	,902	96	,000
	nee	,199	85	,000	,911	85	,000

a. Lilliefors Significance Correction

FIGUUR 6.4 SPSS 23 uitdraai – Toetsen op normaliteit data

Figuur 6-4 laat zien dat de resultaten uit dit onderzoek zeer significant ($p < .001$) afwijken van een normaalverdeling. De vragen 'Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat (Tevredenheid) ', 'Vond u het binnen te warm of te koud ('Comfortbeleving')' en 'Verhoogt de adaptieve gevel de controle over het binnenklimaat (Controle)' leverden data op waarvan de streekproefverdeling niet normaal is verdeeld.

Hierbij moet worden aangetekend dat de data afkomstig uit de vraag 'Vond u het binnen te warm of te koud' 'normaler' verdeeld is dan de output suggereren. De data is namelijk - om haar als kwantitatieve variabel en daarmee als schaal te kunnen interpreteren - omgevormd. Voor de beantwoording van de vraag in de enquête is de 7 punts-schaal volgens ASHREA gehanteerd.[48] 'Iets te warm' heeft in statistische zin

47 Het controleren op een 'normale' verdeling gebeurt met de Kolmogorov-Smirnov en de Shapiro-Wilk test. Hierbij wordt de data met een gestandaardiseerde dataset met een zelfde gemiddelde en standaard deviatie vergeleken. Als de test niet significant is ($p > .05$) dan mag er vanuit gegaan worden dat de uitkomsten niet veel afwijken van een normaal verdeling (Field, 2013 – blz 140).

48 De 7 punts-schaal volgens ASHREA loopt van 'Veel te koud', 'Te koud', 'Iets te koud', 'Precies goed (Neutraal)', 'Iets te warm', 'Te warm' naar 'Veel te warm'.

echter eenzelfde waarde als 'Iets te koud'. In beide gevallen ondervond de Testpersoon een discomfort met dezelfde kracht. Hetzelfde geldt voor 'Te koud' of 'Veel te koud' versus 'Te warm' of 'Veel te warm'. Door de wijze van invoeren in SPSS 23 heeft 'Neutraal' hierdoor de waarde 1 gekregen.

Zoals gesteld moet de data om een ANCOVA uit te kunnen voeren normaal zijn verdeeld. Is dat niet het geval dan moeten non-parametrische tests worden uitgevoerd. Het nadeel hiervan is dat binnen de gangbare statistiek het alleen mogelijk is om de invloed van één onafhankelijke variabel op één afhankelijke variabel te onderzoeken.

Met de gevonden, niet normaal verdeelde data uit deze tests is het derhalve niet mogelijk om een ANCOVA uit voeren. Desalniettemin is de kracht van deze analyse aantrekkelijk. Er wordt daarom getracht om alsnog deze ingewikkelder statistische analyses te maken. Daarom zullen eerst de non-parametrische tests worden uitgevoerd en vervolgens de vergelijkbare parametrische tests. De uitkomsten uit beide tests zullen worden vergeleken. Wijken de uitkomsten van de verschillende analyses weinig van elkaar af dan zal alsnog een ANCOVA worden gemaakt. Uiteraard wordt dan bij de analyses en de conclusies rekening gehouden met het feit dat de data niet normaal was verdeeld. Verschillen de uitkomsten van de non-parametrische en parametrische tests daarentegen aanzienlijk dan zal op andere manieren worden getracht om de relaties tussen de verschillende variabelen te onderzoeken.

§ 6.4 Comfortbeleving versus Tevredenheid over het binnenklimaat

Fanger (1970) heeft thermische behaaglijkheid gedefinieerd als een geestestoestand die tevredenheid met die thermische omgeving uitdrukt. Hoe de Testpersonen het in de Testunits heersende binnenklimaat hebben beoordeeld, is gevraagd in de enquête die na afloop van de test ingevuld moest worden (zie bijlage 6-2). Voor de 'Comfortbeleving' is de eerder genoemde 7 punts-schaal volgens ASHREA gehanteerd. Daarnaast is naar de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevraagd. Ook hiervoor is een 7 punts-schaal gebruikt.

Het lijkt of tweemaal naar hetzelfde is gevraagd. 'Tevreden zijn over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' lijken minstens in elkaars verlengde te liggen. Gevoelsmatig zou aangenomen kunnen worden dat wanneer het binnen aangenaam wordt gevonden men ook automatisch tevreden over het binnenklimaat zal zijn. Bovendien kan met de behaaglijkheidsformule die op basis van de comfortbeleving van de testpersonen

in het klimaatkamer- en laboratoriumonderzoek door Fanger (1970) is opgesteld het percentage ontevredenen worden voorspeld (PPD = Predicted Percentage of Dissatisfied – zie Paragraaf 3.2.4). Ten slotte spreekt de hierboven aangehaalde definitie van thermische behaaglijkheid ook al over tevredenheid.[49] De literatuur laat echter zien dat 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' elkaar niet altijd overlappen (Kuno, 1995). Mensen die bijvoorbeeld +2 of -2 op de ASHREA schaal stemmen en daarmee aangeven het binnen respectievelijk te warm en te koud te vinden, zijn niet automatisch ontevreden over het binnenmilieu (Humphreys & Hancock, 2007; Von Grabe & Winter, 2008). Daarnaast blijkt slechts de helft van de mensen in geconditioneerde gebouwen met neutrale binnenklimaten zich ook neutraal te voelen (Butala & Muhič, 2007).

Het is nu belangrijk om te onderzoeken hoe dicht beide variabelen ('Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat') in deze tests bij elkaar hebben gelegen. Het zou namelijk zo kunnen zijn dat ze zo dicht bij elkaar liggen – dat de Testpersonen een positievere 'Comfortbeleving' inderdaad hebben gekoppeld aan een hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en andersom - dat beide variabelen onder één noemer gebracht kunnen worden. Voor de statistische analyses is het onderbrengen van deze twee variabelen in een nieuwe schaal een praktische maatregel: in plaats van met twee afhankelijke variabelen hoeft er dan met slechts één afhankelijke variabel rekening gehouden te worden.

Met de Cronbach α-analyse, de betrouwbaarheidscoëfficiënt, kan worden vastgesteld of meerdere items één schaal mogen vormen zonder dat dit ten koste gaat van de statistische juistheid. Met Cronbach α wordt de (in)consistentie aangetoond van de nieuwe schaal die opgebouwd is uit verschillende items. Uit de berekening volgt een Cronbach α van .422.[50] Algemeen wordt aangenomen dat een Cronbach α lager dan .6 onbetrouwbaar is (Field, 2014). 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Comfortbeleving' mogen niet in één schaal worden ondergebracht. Beide variabelen en de wijzen waarop zij zijn beïnvloed door de onafhankelijke variabelen zullen afzonderlijk moeten worden bestudeerd.

49 Er kan een semantische verwarring over het begrip tevredenen ontstaan. Deze verwarring wordt in dit onderzoek voorkomen door 'Comfortbeleving' te beschouwen als het ervaren binnenklimaat ('Veel te warm'/'Veel te koud') en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als het waardeoordeel over dat binnenklimaat.

50 De schalen van de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' zijn verschillend in SPSS ingevoerd wat het vooralsnog niet mogelijk maakt om een Cronbach α uit te voeren. Door de Testpersonen is de 'Comfortbeleving' weliswaar op een 7 punts-schaal aangegeven, maar in SPSS is het item als een 4 punts-schaal ingevoerd. Om de berekening toch uit te kunnen voeren is 'Tevredenheid over het binnenklimaat' omgevormd van een 7 punts-schaal naar een 4-punts-schaal om haar dezelfde schaal als de 'Comfortbeleving' te geven.

§ 6.4.1 Comfortbeleving versus Tevredenheid - Correlatie

Dat 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' niet in één schaal ondergebracht mogen worden, wil niet zeggen dat beide variabelen elkaar niet beïnvloeden. De onderlinge beïnvloeding is verwoord in de volgende hypothese:

Hypothese H_1 : 'Tevredenheid over het binnenklimaat' wordt beïnvloed door de 'Comfortbeleving' en vice versa.

Nulhypothese H_{o1} : Er is geen relatie tussen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Zowel 'Comfortbeleving' als 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is een kwantitatieve variabel. Er mag namelijk worden aangenomen dat de waarden over de schaal gelijkwaardig zijn verdeeld en dat dit door de Testpersonen ook zo is beoordeeld. Daar de data, zoals in Paragraaf 6.3.1 is aangetoond niet normaal is verdeeld, wordt om de correlatie tussen beide kwantitatieve variabelen te onderzoeken gebruik gemaakt van de non-parameterische test Spearman's rho (rs).

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Vond u het binnen te warm of te koud
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	-,436**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	181	181
	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	-,436**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	181	181

FIGUUR 6.5 SPSS 23 uitdraai – Correlatie 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'

Voor de volledige dataset (Test_1 en Test_2) wordt een zeer significante correlatie tussen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevonden:[51]

51 Ter herinnering: Het al dan niet significant zijn van een effect geeft aan hoe groot de kans is dat een gevonden effect op toeval berust. En dat de nulhypothese dus ten onrechte wordt verworpen. Hoe kleiner de kans hierop (en dus hoe kleiner de p-waarde) hoe groter de kans dat het gemeten effect echt is. In deze studie wordt een maximale p = .05 gehanteerd.

rs (181) = - .436, p < .001; rs = -.436 (R^2 = .19). De kracht van het effect is gemiddeld.[52]

19% van de variantie op 'Comfortbeleving' kan worden verklaard door de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.[53] Dat de waarde negatief is, kan eenvoudig worden uitgelegd: hoe hoger de waarde voor de 'Comfortbeleving' hoe minder positief de 'Comfortbeleving' was. '1' was, zoals eerder gesteld, de neutrale waarde; 4 correspondeert in deze schaal met 'Veel te koud' dan wel 'Veel te warm'.

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Vond u het binnen te warm of te koud
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	-,490**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	97	97
	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	-,490**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	97	97

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Vond u het binnen te warm of te koud
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	-,363**
		Sig. (2-tailed)	.	,001
		N	84	84
	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	-,363**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	.
		N	84	84

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

FIGUUR 6.6 SPSS 23 uitdraai – Correlatie 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'; de Testpersonen die controle mochten uitoefenen (boven); degenen die geen controle mochten uitoefenen (onder).

Als een voorschot op welke invloed het hebben van controle uitoefent op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' kan de correlatie worden onderzocht tussen de Testpersonen die controle mochten uitoefenen (n

52 Om de grootte van de effecten te kunnen duiden is gebruik gemaakt van de conventie van Cohen die stelt dat: r = .10 een klein effect; r = .30 een gemiddeld effect; r > .50 een groot effect is. Het geeft aan hoeveel procent van de variantie met de test verklaard kan worden.

53 Spearmans-rho geeft wel een correlatie aan, maar geen richting. De analyse maakt niet duidelijk of 'Comfortbeleving' de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft beïnvloed, of dat het effect andersom was.

= 97) en degenen die dat niet mochten (n = 84). Figuur 6-6 laat zeer significante relaties tussen beide variabelen zien. Het effect bij degenen met controle was sterker. R^2controle = -.4902 = .24; R^2geen controle = .3632 =.13.
In Paragraaf 6.8 zal dieper worden ingegaan op de relatie tussen het hebben van controle en 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Zoals aangekondigd is naast een non-parametrische ook een parametrische analyse uitgevoerd met als uiteindelijke doel om – als de verschillen tussen beide analyses klein zijn - later alsnog een ingewikkelder model (ANCOVA) te onderzoeken. Als de parametrische equivalent van Spearman's rho kan Pearson's correlatie worden beschouwd. Zij geeft vergelijkbare resultaten als de non-parametrische test: r (181) = -419, p < .001; r (97) = -.508, p < .001; r (84) = - .322, p > .05 voor achtereenvolgens Test_1 & Test_2 (n =181), de Tests (n = 97) waarin controle uitgeoefend mocht worden en Tests waarin dat niet mocht (n =84) .

§ 6.4.2 Comfortbeleving versus Tevredenheid – Conclusies

Voor Test_1 & Test_ (rs (181) = - .436, p < .001) moet de nulhypothese die stelde dat er geen relatie tussen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' bestaat, worden verworpen. Een in SPSS 23 uitgevoerde Spearman's rho liet een significante relatie tussen 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' zien. Ook bij de Testpersonen met controle en bij de Testpersonen zonder controle bestaat er een zeer significante correlatie tussen beide variabelen. Voor het onderzoek is het ten slotte relevant dat voor de drie uitgevoerde tests (totale populatie; alleen met controle en alleen zonder controle) de non-parametrische tests praktisch dezelfde uitkomsten gaven als de parametrische tests.

§ 6.5 'Comfortbeleving' en Tevredenheid versus Klimaatklasse/Temperatuur binnen

Op basis van het in het Nederland gehanteerde ATG-model (ISSO 74: 2014) kan worden voorspeld welke operatieve binnentemperaturen bij welke gemiddelde, gewogen buitentemperaturen moeten worden bereikt om binnen de vastgestelde comfortmarges van de gebouwgebruikers te vallen.

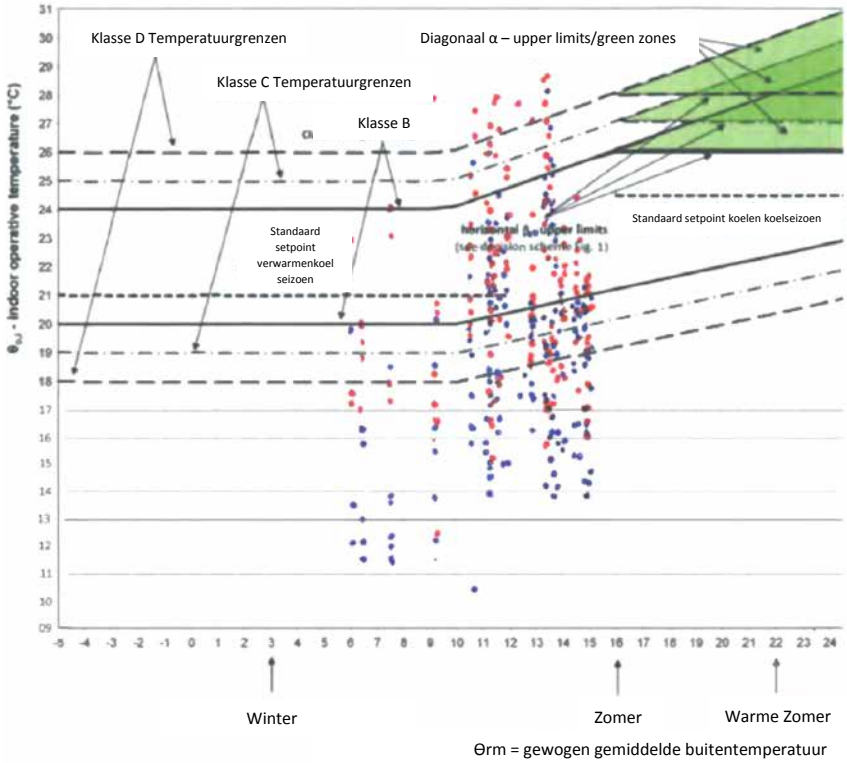
Zoals in Paragraaf 5.1.1 is uitgelegd moet in de richtlijn ISSO 74:2014 om het aantal Ontevredenen te voorspellen eerst worden bepaald of er sprake is van een α of een β–ruimte. In het laatste type wordt aan de gebruiker geen mogelijkheden geboden om het binnenklimaat naar de hand te zetten. In een α-ruimte daarentegen is per 3,6 meter gevellengte minimaal één effectief en bedienbaar raam en is er geen actief koelsysteem beschikbaar. AfaG valt weliswaar niet binnen de officiële definitie van een α –ruimte – AfaG kan niet gelijk gesteld worden aan een raam – maar door het onmiskenbaar adaptieve van het gevelsysteem zal de unit in dit onderzoek toch als een α-type worden beschouwd.

Vervolgens moet de klasse gedefinieerd worden waarbinnen de ruimte valt. ISSO:74 (2014) definieert vier Klassen (Boerstra et al., 2015; 2014a):

Class (bandwidth)	Explanation	PPD	PMV analogy (bandwidth)
A	High level of expectation. Select this category as a reference when designing spaces for people with limited load capacity (for instance, sensitive people or persons who are diseased) or when there is a higher demand for comfort	Max. 5%	–
B	Normal level of expectation. Select this category as a reference when designing or measuring new buildings or in the case of substantial renovations	Max. 10%	$-0.5 < PMV < +0.5$
C	Moderate level of expectation. Select this category as a reference in the case of limited renovations or when measuring older existing buildings	Max. 15%	$-0.7 < PMV < +0.7$
D	Limited level of expectation. Select this category as a reference in the case of temporary buildings or limited use (for instance, one to two hours of occupation per day)	Max. 25%	$-1.0 < PMV < +1.0$

FIGUUR 6.7 Omschrijving en bandbreedtes klimaatklassen ATG-methode.

De units in het Testpaviljoen behoren volgens deze definitie tot de D-klasse. De temperatuurverwachtingen van de Testpersonen zullen door het afwijkende karakter van AfaG niet hoog zijn geweest. Het verblijf in het Testpaviljoen duurde bovendien slechts 90 minuten. Desondanks wil AfaG ooit een volwaardig gevelprincipe worden en daarom zullen de in het Testpaviljoen gemeten temperaturen, de gewogen gemiddelde buitentemperaturen en de gerapporteerde 'Tevredenheid over het binnenklimaat' conform de B-, C- als D-klassen geschieden.



FIGUUR 6.8 De gemeten omgevingstemperaturen en de operatieve binnentemperaturen in relatie tot de B-, C- en D- klassen. Voor de gemeten (operationele) binnentemperaturen bij Aanvang (blauw) en na Afloop (rood) en de gemiddelde gewogen buitentemperaturen.

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	43	23,8	23,8	23,8
	C-klasse	39	21,5	21,5	45,3
	D-klasse	26	14,4	14,4	59,7
	Geen klasse	73	40,3	40,3	100,0
	Total	181	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	73	40,3	40,3	40,3
	C-klasse	46	25,4	25,4	65,7
	D-klasse	22	12,2	12,2	77,9
	Geen klasse	40	22,1	22,1	100,0
	Total	181	100,0	100,0	

FIGUUR 6.9 SPSS uitdraai – Temperatuurklasse-verdeling 'bij Aanvang' (boven) en temperatuurklasse-verdeling 'na Afloop' (onder).

Bij aanvang van de tests viel 40,3% van de temperaturen buiten de temperatuureisen van de ISSO 74: 2014 (Figuur 6-9 - boven). Een belangrijk deel van de gemeten binnentemperaturen lag onder de temperatuureisen van de verschillende klassen (zie Figuur 6-8). In de Testunits was het gedurende een aantal tests koud. Aan het einde van de tests was het binnenklimaat iets verbeterd (22,1% onder de D-klasse) en is vaker een temperatuur gemeten die aan de temperatuurgrenzen van een B-klasse klimaat voldeed (Figuur 6-9-onder). De conclusie is dat in de Testunits gemiddeld gesproken met behulp van de aangereikte middelen geen constant en volgens de norm acceptabel binnenklimaat kon worden gecreëerd.

Figuur 6-7 laat zien dat bij elke klimaatklasse een percentage ontevredenen hoort. Wordt gestreefd naar een ruimte met een B-klasse binnenklimaat dan mag maximaal 10% van de gebruikers ontevreden over het binnenklimaat zijn; een ruimte met een C-klimaat heeft maximaal 15% ontevredenen en in een klasse D-ruimte mag maximaal 25% van de gebruikers het aangeboden binnenklimaat als onvoldoende beoordelen. Nu heersten er in de Testunits verschillende klimaten.

Zoals hiervoor gesteld moet AfaG een volwaardige gevel worden en zullen de analyses met betrekking tot 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' worden gerelateerd aan de heersende klimaten. Hiertoe zal het percentage (on)tevredenen worden omgerekend op basis van de heersende binnenklimaten en de percentages Ontevredenen per Klimaatklasse zoals ISSO 74:2014 die heeft vastgesteld. Hoewel zowel de begin- als de eindtemperaturen verschilden, waardoor deze tests wellicht lastig te reproduceren zijn, kunnen op deze manier de reacties op het binnenklimaat in

de Testunits toch worden gespiegeld aan de eisen die aan het binnenklimaat worden gesteld. Verschillende uitgangspunten zijn overigens inherent aan veldonderzoek.

Deze omrekening leidt tot het maximale percentage ontevredenen tijdens de Test: de PPD_{eq}.[54] Omdat gedurende een test het binnenklimaat kon verbeteren of verslechteren – in het paviljoen heerste geen constant binnenklimaat – zal hierbij zowel de klimaatklasse 'bij Aanvang' als de klimaatklasse 'na Afloop' van de tests in ogenschouw worden genomen.

Worden de waarden uit Figuur 6-9 met gemeten klimaatklassen omgerekend naar de grenswaarden van de verschillende klimaatklassen conform ISSO 74:2014 dan betekent dat 'bij Aanvang' maximaal 23,3% en 'na Afloop' maximaal 18,6% van de Gebruikers het binnenklimaat als zijnde 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' beoordeeld mag hebben.

Bij het opstellen van Hypothese 2 is rekening gehouden met het feit dat mensen gevoeliger zijn voor koude dan voor warmte. Koude thermoreceptoren liggen dichter aan de oppervlakte van de huid dan warmte thermoreceptoren (Parkinson & De Dear, 2015). Dit leidt tot Hypothese 2:

Hypothese H_2 : Minimaal 20% van de Testpersonen zal het binnenklimaat in de testunits als zijnde 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' hebben ervaren en zal onTevreden zijn over het binnenklimaat.

NulHypothese Ho2 : Minder dan 20% van de testpersonen zal het binnenklimaat in de testunits als zijnde 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' hebben ervaren en zal onTevreden zijn over het binnenklimaat.

54 Dit geschiedt volgens de volgende berekening: PPDeq = maximaal Percentage OnTevredenen tijdens de test = Waargenomen Percentage B-klasse x 0.1 (= Max Percentage onTevredenen B-klasse) + Waargenomen Percentage C-klasse x 0.15 (= Max Percentage Tevredenen C-klasse) + Waargenomen Percentage D-klasse x 0.25 (= Max Percentage Tevredenen D-klasse) + Waargenomen Percentage Geen klasse x 0.35 (=Aangenomen Max Percentage onTevredenen wanneer het gemeten binnenklimaat buiten de temperatuurmarges valt)

Vond u het binnen te warm of te koud

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Precies goed	79	43,6	43,6	43,6
	Iets te koud/iets te warm	68	37,6	37,6	81,2
	Te warm/te koud	31	17,1	17,1	98,3
	Veel te warm/veel te koud	3	1,7	1,7	100,0
	Total	181	100,0	100,0	

FIGUUR 6.10 SPSS uitdraai – 'Comfortbeleving' binnenklimaat

Op basis van de meetgegevens mag worden verwacht dat de temperaturen in de Testunits als zijnde aan de koude/koele kant van 'Precies goed' (= neutraal) zouden worden beoordeeld. Dat bleek niet het geval. 81,2% van de Testpersonen vond het binnenklimaat 'Precies goed' of 'Iets te koud'/'Iets te warm'. Volgens De Dear (2011) mogen binnenklimaten met deze beoordelingen als acceptabel worden beschouwd (De Dear, 2011). 43,6% stelde dat het klimaat 'Precies goed' (neutraal) was. 18,8% van de Testpersonen vond het 'Te warm'/'Te koud' of 'Veel te warm'/'Veel te koud'. Deze beoordelingen vallen binnen de hierboven berekende PPD_{eq}.

Worden alleen de situaties bestudeerd waarin 'bij Aanvang' of 'na Afloop' in de Testunits een D-klasse of Geen Klasse-klimaat heerste dan bleek de 'Comfortbeleving' hoger dan verwacht mocht worden. Het percentage Testpersonen dat het 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' vond, bedroeg respectievelijk 18,2 en 21,3%. Deze beoordelingen zijn gunstiger dan het geëiste.

Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ontevreden	2	1,1	1,1	1,1
	Vrij ontevreden	20	11,0	11,0	12,2
	Neutraal	16	8,8	8,8	21,0
	Vrij tevreden	42	23,2	23,2	44,2
	Tevreden	73	40,3	40,3	84,5
	Erg tevreden	28	15,5	15,5	100,0
	Total	181	100,0	100,0	

FIGUUR 6.11 SPSS uitdraai – 'Tevredenheid over het binnenklimaat'

Daarnaast is naar de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevraagd (Figuur 6-11). 87,8% van de Testpersonen was (Vrij/Erg) Tevreden of vond het binnenklimaat Neutraal. Geen van de Testpersonen was 'Erg ontevreden' over het binnenklimaat.

In de koude situaties (D-klasse of Geen Klasse-klimaat) was het percentage Ontevredenen en Vrij Ontevredenen wel hoger (respectievelijk 16,2 en 18,0%).

Ten slotte is onderzocht of er een relatie is tussen de verschillende klimaatklassen en de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Deze analyse is uitgevoerd met een Kruskal-Wallis Test – dit is een non-parametrische test die de verschillen op de Mediaan analyseert en waarmee de verschillen ten opzichte van onafhankelijke klassen kunnen worden gevonden. In dit geval bestaat de groepsvariabele uit 4 onafhankelijke klassen (B, C, D en Geen Klasse). Daarnaast is een de Jonckheere-Terpstra test uitgevoerd. In zekere zin doet deze test hetzelfde als de Kruskal-Wallis Test, maar zij maakt tevens duidelijk of de groepsordening betekenis heeft. In dit geval lijkt die aanname reëel. Er mag worden verwacht dat in tests waarin temperaturen zijn gemeten die binnen de marges van een B-klasse klimaat vallen een hogere 'Comfortbeleving' en een hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' zullen opleveren dan tijdens tests waarin minder aangename temperaturen zijn gemeten.

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	1,255
df	3
Asymp. Sig.	,740

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	181
Observed J-T Statistic	6175,000
Mean J-T Statistic	5846,500
Std. Deviation of J-T Statistic	359,429
Std. J-T Statistic	,914
Asymp. Sig. (2-tailed)	,361

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	2,664
df	3
Asymp. Sig.	,446

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	181
Observed J-T Statistic	6292,000
Mean J-T Statistic	5808,000
Std. Deviation of J-T Statistic	358,908
Std. J-T Statistic	1,349
Asymp. Sig. (2-tailed)	,177

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-

FIGUUR 6.12 SPSS uitdraai – Beïnvloeding 'Comfortbeleving' 'bij Aanvang' (boven) en 'na Afloop' (onder).

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	11,624
df	3
Asymp. Sig.	,009

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	181
Observed J-T Statistic	4822,000
Mean J-T Statistic	5846,500
Std. Deviation of J-T Statistic	371,274
Std. J-T Statistic	-2,759
Asymp. Sig. (2-tailed)	,006

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	10,619
df	3
Asymp. Sig.	,014

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	181
Observed J-T Statistic	4751,000
Mean J-T Statistic	5808,000
Std. Deviation of J-T Statistic	370,734
Std. J-T Statistic	-2,851
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

FIGUUR 6.13 SPSS uitdraai – Beïnvloeding 'Tevredenheid over het binnenklimaat' 'bij Aanvang' (boven) en 'na Afloop' (onder).

Uit de Kruskal-Wallis Test blijkt dat de 'Comfortbeleving' niet significant is beïnvloed door de klimaatklasse 'bij Aanvang' van de test en 'na Afloop' van de test; H (3) 1.255, $p > .05$; H (3) 2.664, $p > .05$. Ook de Jonckheere Terpstra test brengt geen trend aan het licht: J = 6175.0, $z = .914$, $p > .05$; J = 6292, $z = 1.349$, $p > .05$. De verschillende klimaatklassen 'na Afloop' hebben wel invloed op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat': H (3) = 10.619, $p < .05$. Tevens is een significante trend gesignaleerd tussen de klimaatklassen 'na Afloop' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat': J = 4751, $z = -2.851$, $p < .05$. Het effect – dat middels de berekening $r = \frac{z}{\sqrt{N}}$ kan worden berekend – is vrij zwak: $r = -.21$.

§ 6.5.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Klimaatklasse - Conclusie

Het aantal Testpersonen dat het binnenklimaat als 'Precies goed' of als 'Iets te warm'/'Iets te koud' heeft ervaren en 'Tevreden over het binnenklimaat' was, was hoger dan op basis van de gemeten temperaturen mocht worden verwacht. Het percentage (Vrij, Erg) Tevredenen en Neutralen was iets hoger (87,8%) dan het percentage Testpersonen dat het binnenklimaat als acceptabel ('Precies goed' en 'Iets te warm'/'Iets te koud') heeft ervaren: 81,2%. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' was positiever dan de 'Comfortbeleving'.

Dit verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is conform eerdere studies die laten zien dat wanneer mensen 'Te warm' of 'koel' op de ASHREA schaal aangeven ze niet automatisch ontevreden over het binnenklimaat zijn (Butala and Muhič, 2007; De Dear, Brager, Cooper 1997; Kingma, 2011; Schweiker et al., 2012, Arens et al., 2010).

Opvallender is dat de Kruskal-Wallis- en de Jonckheere Terpstra Test geen significante relatie tussen de Klimaatklassen en de 'Comfortbeleving' aan het licht hebben gebracht: H (3) 1.255, $p > .05$ - J = 6175.0, $z = .914$, $p > .05$; H (3) 2.664, $p > .05$ - J = 6292, $z = 1.349$, $p > .05$. Tussen de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' blijkt alleen een significante trend te bestaan met de klimaatklassen die 'na Afloop' van de tests zijn gemeten: J = 4751, $z = -2.851$, $p < .05$. Het effect is zwak: $r = -.21$. Dat het effect negatief is, klopt omdat hoe hoger de Temperatuurklasse is hoe minder goed het binnenklimaat.

De relatief positieve 'Comfortbeleving' (Test_1 = 1.74; Test_2 = 1.79) en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (Test_1 = 5.32; Test_2 = 5.41) moeten – als ze niet door de klimaatklassen zijn beïnvloed - door 'iets' anders dan het heersende binnenklimaat zijn veroorzaakt. Wat dit 'iets' is, zal in Paragraaf 6.8 worden onderzocht.

Vooralsnog moet de nulhypothese dat minder dan 20% van de testpersonen onTevreden over het binnenklimaat zou zijn en het binnenklimaat als zijnde 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' heeft beoordeeld, worden aangenomen. Wat in dit onderzoek positief is: minder mensen dan verwacht waren onTevreden over het binnenklimaat en meer mensen dan verwacht vond het binnenklimaat 'Precies goed' of 'Iets te warm'/'Iets te koud'.[55]

§ 6.5.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Temperatuur aanvang en Temperatuur afloop

Niet alleen de ISSO 74 (2014) maar ook andere comfort-normen (Taleghani et al., 2013) maken duidelijk dat er een sterke en voor de hand liggende relatie is tussen de heersende binnentemperatuur en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Daarom zullen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' niet alleen worden gekoppeld aan de klimaatklassen zoals in de vorige Paragraaf is gebeurd, maar ook aan de daadwerkelijk op het moment van de test heersende temperaturen. Hierbij zal de volgende Hypothese worden onderzocht:

Hypothese H_3 : De Temperatuur binnen ('bij Aanvang' en na Afloop) heeft een effect op de 'Comfortbeleving' en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

NulHypothese H_{o3} : De Temperatuur binnen ('bij Aanvang' en 'na Afloop') heeft geen effect op de 'Comfortbeleving' en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

De gemiddelde Temperatuur 'bij Aanvang' lag bij Test_1 hoger dan bij Test_2 (19,5°C om 17,9°C). Dit verschil was 'na Afloop' kleiner geworden (21,2°C om 20,9°C), maar gemiddeld gesproken heerste er tijdens Test_1 hogere temperaturen. Dit verschil in gemiddelde temperaturen wordt nauwelijks weerspiegeld in de 'Comfortbeleving'. De gemiddelde 'Comfortbeleving' in Test_2 bleek een fractie lager te zijn (1.79) dan die in Test_1 (1.74). Zoals eerder gesteld is de schaal van 'Comfortbeleving' zo dat 1 de neutrale waarde weergeeft – wat conform het PMV/PPD-model als best mogelijke

55 Het is maar de vraag of de hoge Tevredenheid en de redelijk positieve Comfortbeleving in stand zouden blijven als het verblijf in deze ruimtes langer zou hebben geduurd. Nu hoefden de Testpersonen 'slechts' 90 minuten in de Testunits te verblijven – het leed was bij wijze van spreken te overzien.

waarde mag worden beschouwd. Hoe hoger de waarden hoe meer er wordt afgeweken van deze neutrale waarde en hoe negatiever de 'Comfortbeleving'. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' lag bij Test_1 (5.32) iets lager dan bij Test_2 (5.41).

Hoe de Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben beïnvloed, kan worden bepaald met een non-parametrische Spearman's (rs). De afhankelijke variabelen ('Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat') zijn - net als de Temperatuur - kwantitatieve variabelen.

Correlations

			Temperatuur binnen voor aanvang van de test	Vond u het binnen te warm of te koud
Spearman's rho	Temperatuur binnen voor aanvang van de test	Correlation Coefficient	1,000	-,021
		Sig. (2-tailed)	.	,775
		N	181	181
	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	-,021	1,000
		Sig. (2-tailed)	,775	.
		N	181	181

Correlations

			Temperatuur binnen voor aanvang van de test	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Spearman's rho	Temperatuur binnen voor aanvang van de test	Correlation Coefficient	1,000	,183*
		Sig. (2-tailed)	.	,014
		N	181	181
	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	,183*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,014	.
		N	181	181

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

FIGUUR 6.14 SPSS uitdraai – Correlatie Temperatuur 'bij Aanvang' – 'Comfortbeleving' (boven) en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (onder).

Correlations

			Vond u het binnen te warm of te koud	Temperatuur binnen na afloop van de test
Spearman's rho	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	1,000	,017
		Sig. (2-tailed)	.	,817
		N	181	181
	Temperatuur binnen na afloop van de test	Correlation Coefficient	,017	1,000
		Sig. (2-tailed)	,817	.
		N	181	181

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Temperatuur binnen na afloop van de test
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	,200**
		Sig. (2-tailed)	.	,007
		N	181	181
	Temperatuur binnen na afloop van de test	Correlation Coefficient	,200**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,007	.
		N	181	181

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

FIGUUR 6.15 SPSS uitdraai – Correlatie Temperatuur 'na Afloop' – 'Comfortbeleving' (boven) en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (onder).

Over de volledige dataset (Test_1 en Test_2; n = 181) zijn er uiterst zwakke en niet significante correlaties gevonden tussen 'Comfortbeleving' en Temperatuur 'bij Aanvang' en Temperatuur 'na Afloop' (respectievelijk: rs (181) = -.021, p >.05; rs (181) = .017, p > .05). Als de data wordt opgesplitst in Test_1 en Test_2 worden evenmin significante correlaties gevonden. Dit is conform het gevondene in Paragraaf 6.5 waarin de analyses evenmin een relatie tussen de 'Comfortbeleving' en de klimaatklassen konden aantonen.

‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ blijkt in deze Testpopulatie daarentegen wel gecorreleerd met de Temperatuur ‘bij Aanvang’: rs (181) = .183, p < .05. Het effect is klein (Cohen, 1988). Een vergelijkbaar resultaat wordt gevonden wanneer alleen de data afkomstig uit Test_1 wordt bestudeerd: test (*rs* (82) = . 244, p < .05). Hoe hoger de temperatuur hoe hoger de Tevredenheid. Test_2 laat eveneens een zwakke correlatie zien, maar die is niet significant (rs (99) = .114, p > .05). De Temperatuur ‘na Afloop’ bleek op vergelijkbare wijze te correleren met Tevredenheid: rs (181) = .194, p < .05; *rs* (82) = .3, p < .001; rs (99) = .154 , p > .05.

§ 6.5.3 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Temperatuur aanvang en Temperatuur afloop – Conclusie & Discussie

De gemiddelde temperaturen waren tijdens de tests laag. In 40,3% van de gevallen heerste aan het begin van de Tests in de Testruimte een klimaat dat niet binnen één van de klimaatklassen zoals gedefinieerd door ISSO 74: 2014 viel. Na afloop bleken de temperaturen hoger te liggen dan aan het begin van de tests, maar desalniettemin werden in 22.1% van de tests nog altijd temperaturen gemeten die onder de D-klasse vielen.

Als naar de gemiddelde temperaturen wordt gekeken dan blijkt er bij aanvang van de Tests_1 in de Testunits gemiddeld hogere temperaturen (19.51°C) te heersen dan de gemiddelde Temperatuur bij aanvang van de tests die tot Test_2 behoren: 17.88°C. Ook na afloop van de Tests_2 was het binnen koeler (20,9°C) dan na de Tests_1 (21,2°C).

Gezien de lage temperaturen zijn de gemiddelde ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ (Test_1 = 5.32, Test_2 = 5.41) en de gemiddelde ‘Comfortbeleving’ (Test_1 = 1.74, Test_2 = 1.79) hoog. Hierbij is het opmerkelijk dat de gemiddelde ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ in Test_2 hoger lag dan de gemiddelde Tevredenheid in Test_1 omdat enerzijds de Temperaturen ‘bij Aanvang’ en ‘na Afloop’ bij Test_1 hoger lagen en anderzijds de ‘Comfortbeleving’ bij Test_1 (iets) beter scoorde dan bij Test_2. Deze gegevens maken nogmaals duidelijk dat de ‘Comfortbeleving’ en de ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ elkaar niet volledig overlappen.

Met de gevonden data kan de nulhypothese niet zomaar worden verworpen of aangehouden. Misschien was de geformuleerde hypothese ook wel te breed.

De nulhypothese moet verder ontrafeld worden:

Bij Test_1 is er een significante correlatie tussen de Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop' met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevonden: *rs* (82) = . 244, p < .05 en *rs* (82) = .3, p < .001. Tijdens deze test konden de Testpersonen in Unit 2 geen controle uitoefenen over het binnenklimaat. De nulhypothese mag hier worden verworpen: de Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop' hebben de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloedt. Het effect is evenwel zwak.

Test_2 waarin de testpersonen in Unit_2 weliswaar niet AfaG mochten bedienen, maar wel andere controlemechanismen tot hun beschikking hadden, liet geen significante correlatie tussen Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' zien (respectievelijk rs (99) = .114, p > .05; rs (99) = .154 , p > .05). De nulhypothese stelde dat de Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop' geen invloed uitoefent op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' mag over Test_2 niet worden verworpen. Wat verder opvalt aan de uitgevoerde analyses is dat de Temperatuur 'bij Aanvang' en de Temperatuur 'na Afloop' de 'Comfortbeleving' niet significant heeft beïnvloed: respectievelijk: rs (181) = -.021, p >.05; rs (181) = .017, p > .05. Ook als de data wordt opgesplitst in Test_1 en Test_2 worden geen significante correlaties tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabelen gevonden. De nulhypotheses die stelden dat 'Comfortbeleving' wordt beïnvloed door de Temperatuur 'bij Aanvang' en de Temperatuur 'na Afloop' moeten worden behouden.

Ten slotte is net als in de vorige paragrafen onderzocht in hoeverre de uitkomsten uit de doordat de data niet normaal verdeeld is noodzakelijke non-parametrische analyses afwijken van die van vergelijkbare parametrische analyses. In deze Paragraaf is om de correlatie tussen 'Comfortbeleving'/Tevredenheid en de Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Spearman's rho gehanteerd. Als parametrische equivalent hiervan mag Pearson's correlatie worden beschouwd. De gevonden waarden blijken weinig en weinig relevant van elkaar te verschillen, zoals Tabel 6-1 laat zien:

TEST	TEST	SPEARMAN'S RHO	PEARSON'S CORRELATIE
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_1 & Test _2	rs (181) = -.019, p >.05	r (181) = -.023, p > .05
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_1	rs (82) = .007, p >.05	r (82) = .043, p > .05
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_2	rs (99) = .002, p >.05	r (99) = -.001, p > .05
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_1 & Test _2	rs (181) = .058, p > .05	r (181) = .069, p > .05
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_1	rs (82) = -.096, p >.05	r (82) = -.043, p > .05
'Comfortbeleving' versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_2	rs (99) = .163, p >.05	r (99) = .154, p > .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_1 & Test _2	rs (181) = .18, p < .05	r (181) = .163, p < .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_1	rs (82) = .243, p <.05	r (82) = .263, p < .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'bij Aanvang'	Test_2	rs (99) = .154, p >.05	r (99) = .118, p > .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_1 & Test _2	rs (181) = .194, p < .05	r (181) = .205, p < .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_1	rs (82) = .283, p <.05	r (82) = .301, p < .05
Tevredenheid versus Temperatuur 'na Afloop'	Test_2	rs (99) = .114, p >.05	r (99) = .122, p > .05

TABEL 6.1 Beïnvloeding 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' 'bij Aanvang' en 'na Afloop'

Nu de parametrische tests vergelijkbare uitkomsten laten zien als de non-parametrische kan nog altijd worden geconcludeerd dat de data weliswaar niet normaal is verdeeld, maar zich wel als zijnde normaal verdeeld gedraagt. Dat is relevant omdat op basis van deze conclusie het mogelijk blijft om het in Paragraaf 6.3 gedemonstreerde model in één keer te analyseren. Dit kan met behulp van een ANCOVA die echter alleen met normaal verdeelde data kan worden uitgevoerd, zoals in Paragraaf 6.3.1 is besproken.

§ 6.6 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Leeftijd

Met het ouder worden neemt het natuurlijke afweersysteem tegen koude af. Vanaf een jaar of zestig begint dat proces zich te voltrekken (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Schellen et al., 2010; Bockelandt & De Mûelenaere, 2007). Zoals Figuur 6-8 in Paragraaf 6.5 heeft laten zien, was het bij aanvang van de tests binnen op veel testmomenten te koud: de temperaturen vielen dan buiten de verschillende klassen van de Adaptieve Temperatuurgrenzen.

Dit levert de volgende Hypothese op:

Hypothese H_4 : Ouderen zullen het binnenklimaat in de Testunits als minder comfortabel hebben ervaren dan jongeren en zullen minder Tevreden zijn geweest over het binnenklimaat.

Nulhypothese H_{o4} : Ouderen zullen het binnenklimaat in de Testunits als even (on)comfortabel hebben ervaren als jongeren en even (on) Tevreden zijn geweest over het binnenklimaat.

Deze Hypothese kan slecht worden onderzocht op basis van het uitgevoerde onderzoek. Er hebben namelijk slechts 7 testpersonen meegewerkt die ouder zijn dan 60 (3,9%). Bovendien bleken de oudere Testpersonen het wat temperatuur betreft redelijk goed te treffen. Van de 7 gemeten eindtemperaturen bij tests met oudere Testpersonen voldeden er 4 (57,1%) aan de temperatuurmarges van de B-klasse. Slechts 1 Testpersoon testte in het Testpaviljoen terwijl de temperatuur onder de temperatuureisen van de D-klasse lag. Hij vond het weliswaar iets te koel in het Testpaviljoen, maar was wel tevreden over het uiteindelijke binnenklimaat.

De nulhypothese kan derhalve niet worden verworpen.

§ 6.7 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Geslacht

Bij vrouwen ligt de oppervlakte-massa ratio hoger en vrouwen hebben lagere gemiddelde lichaamsafmetingen en minder spiermassa dan mannen. Onderzoek laat zien dat vrouwen hierdoor gemiddeld hogere temperaturen prettiger vinden dan mannen (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Parsons, 2002; Kingma & Van Marken

Lichtenbelt, 2015). Uit de Figuur 6-8 in Paragraaf 6.5 blijkt dat in het Testpaviljoen tijdens de tests koelere temperaturen overheersten.

Dit leidt tot de volgende hypothese:

Hypothese H_5 : Vrouwen zullen het binnenklimaat in de Testunits als minder comfortabel hebben beleefd dan mannen en zullen minder Tevreden zijn geweest over het binnenklimaat.

Nulhypothese H_{o5} : Vrouwen zullen het binnenklimaat in de Testunits als even (on)comfortabel hebben ervaren als mannen en even (on) Tevreden zijn geweest over het binnenklimaat.

'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' zijn kwantitatieve en afhankelijke variabelen (Field, 2013 – blz 9). De onafhankelijke variabel – geslacht – is een categorische variabel en die bestaat uit twee categorieën (mannen en vrouwen). Daar zowel 'Comfortbeleving' als 'Tevredenheid over het binnenklimaat' niet normaal is verdeeld (zie Paragraaf 6.3.1) moet een Mann-Whitney test worden uitgevoerd (Field, 2013 – blz 822). Hiermee wordt getoetst of twee groepen (in dit geval de categorische variabelen mannen en vrouwen) van elkaar verschillen op een afhankelijke variabel.

Helemaal zuiver lijkt de keuze voor de Mann-Whitney test misschien niet. Hoe mannen en vrouwen het binnenklimaat hebben ervaren, is namelijk niet afzonderlijk getest. Mannen en vrouwen zijn daarentegen wel at random ingedeeld in de verschillende tests. Het mag derhalve verwacht worden dat zij zijn onderworpen aan min of meer vergelijkbare omstandigheden waardoor deze test toch de meest geëigende lijkt.

Test Statistics[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Mann-Whitney U	3461,500
Wilcoxon W	9677,500
Z	-1,331
Asymp. Sig. (2-tailed)	,183

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.16 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_1 & Test_2

Test Statistics[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Mann-Whitney U	759,500
Wilcoxon W	2034,500
Z	-,417
Asymp. Sig. (2-tailed)	,677

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.17 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_1

Test Statistics[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Mann-Whitney U	980,000
Wilcoxon W	2871,000
Z	-1,386
Asymp. Sig. (2-tailed)	,166

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.18 SPSS uitdraai – Tabel Invloed Geslacht op Comfortbeleving Test_2

Test Statistics[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Mann-Whitney U	3678,500
Wilcoxon W	6163,500
Z	-,628
Asymp. Sig. (2-tailed)	,530

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.19 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_1 en Test_2

Test Statistics[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Mann-Whitney U	780,000
Wilcoxon W	2055,000
Z	-,198
Asymp. Sig. (2-tailed)	,843

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.20 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_1

Test Statistics[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Mann-Whitney U	1018,000
Wilcoxon W	1759,000
Z	-1,064
Asymp. Sig. (2-tailed)	,287

a. Grouping Variable: Wat is het geslacht van de deelnemers

FIGUUR 6.21 SPSS uitdraai – Invloed Geslacht op 'Tevredenheid over het binnenklimaat' Test_2

Zoals uit deze uitkomsten blijkt, verschilt de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als op de 'Comfortbeleving' niet per geslacht. De beoordelingen zijn 'geslacht-onafhankelijk'.

§ 6.7.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Geslacht - Conclusies

Uit de literatuur is weliswaar naar voren gekomen dat vrouwen eerder ontevreden zijn wanneer het binnen te koud is dan mannen (Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Parsons, 2002; Kingma & Van Marken Lichtenbelt, 2015), maar de analyse van de na afloop van de test zelf gerapporteerde 'Comfortbeleving' laat geen significant verschil zien tussen Mannen (Mediaan = 2.0) en Vrouwen (Mdn = 2.0), U = 3461.5, z = - 1.331, ns, r = . 1. In Test_1 was evenmin een significant verschil waarneembaar tussen de 'Comfortbeleving' van Mannen (Mediaan = 2.0) en die van Vrouwen (Mdn = 2.0), U = 759.5, z = -.417, ns, r = -.05. Test_2 gaf een vergelijkbaar resultaat. Al was de kracht van het effect iets groter. De Mediaan bij Mannen en Vrouwen was wederom gelijk (2.0), U = 980.0, z = - 1.386, ns, r = -.14.

Vergelijkbare resultaten worden gevonden als invloed van het Geslacht op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' wordt bestudeerd. Er is in de twee tests afzonderlijk en wanneer beide tests gezamenlijk worden bestudeerd geen significant verschil gevonden in de Tevredenheid van Mannen over het Binnenklimaat en de Tevredenheid van Vrouwen over het Binnenklimaat (Test1_Test2: Mannen- Mdn = 6.0; Vrouwen-Mdn = 6.0, U = 3678.5, z = -.628, ns, r = -.05; Test_1: Mannen- Mdn = 6.0; Vrouwen-Mdn = 6.0, U = 780.0, z = -.198, ns, r = -.02; Test_2: Mannen- Mdn = 6.0; Vrouwen-Mdn = 6.0; U = 1018.0, z = - 1.064, ns, r = -.11).

Wordt er in Test_1 & Test_ 2 alleen naar de gemiddelde beoordelingen gekeken van de beide geslachten dan blijkt er nauwelijks verschil. Van de mannen toonde 11,7% zich 'Vrij Ontevreden over het binnenklimaat'; van de vrouwen was 2,9% 'Ontevreden' en 10% 'Vrij ontevreden over het binnenklimaat'. Van de Mannen vond 82,9% het binnenklimaat 'Precies goed' of 'Iets te warm'/'Iets te koud' en dat is wel een hoger percentage dan bij de Vrouwen (78,6%). Dit is een redelijk verschil, vooral omdat bij toeval – de deelnemers werden random en ruim voordat de weersverwachtingen bekend waren ingedeeld - vrouwen op iets warmere tijdstippen in het Testpaviljoen als Testpersoon optraden. In 41,4% van de metingen was er sprake van een B-klimaat als vrouwen als testpersonen optraden; in 20% van de tests werd niet aan de eisen van een klimaatklasse voldaan. Werden mannen getest dan bedroegen deze percentages respectievelijk 39,6 en 23,4%.

De nulhypothese kan desalniettemin niet worden verworpen. Hoewel Mannen iets Tevredener over het binnenklimaten waren, is er in deze populatie geen significant verschil gemeten in 'Comfortbeleving' tussen beide geslachten en tussen de Tevredenheid van de vrouwen ten opzichte van de Tevredenheid van de mannen over het binnenklimaat.

§ 6.8 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Controle

In de Testunits heerste een niet constant klimaat dat bovendien niet altijd aan de eisen van de ISSO 74: 2014 voldeed. Het vormde het uitgangspunt van dit experiment. De hypothese was dat het fluctuerende klimaat de gebruikers zou verleiden om op verschillende manieren controle uit te oefenen over het binnenklimaat. Zo kan worden onderzocht of deze vormen van controle de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben beïnvloed.

Om het verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' voortvloeiend uit het al dan niet hebben van controle tussen Unit 1 en Unit 2 scherper te krijgen is de configuratie van AfaG van Unit 1 bij aanvang van de tests dusdanig bepaald dat het binnen, volgens de literatuur, niet comfortabel gevonden kon worden. Wordt de categorisering van Tromp (2013) aangehouden om aan te geven hoe de gebruikers deze vorm van gedragsbeïnvloeding zullen hebben ervaren (zie Figuur 4-4) dan ligt de beïnvloeding in de Testunits ergens tussen seductive (verleidend) en decisive (bepalend) in. Als voorbeeld van het laatste wordt door Tromp een gebouw zonder lift genoemd – om de verdieping te bereiken is de gebruiker verplicht om de

trap te nemen. Zo bepalend is de situatie in Unit 1 met de verkeerd ingestelde AfaG niet. Een rotonde zonder enige maatregelen om de veiligheid te verhogen en waarbij de verkeersgebruikers de verantwoordelijkheid krijgen om voor de eigen veiligheid en die van anderen zorg te dragen, wordt als voorbeeld van een verleidende invloed genoemd (ibid). Dat is meer conform deze situatie: de Testpersoon heeft altijd de keuze om de gevel al dan niet te bedienen. Past hij AfaG aan om zo een gevoel van discomfort op te heffen dan vloeit het bedienen van AfaG voort uit de eigen wensen. Er is controle over het binnenklimaat.

Volgens Paciuk (1990) kunnen er drie gradaties van controle worden onderscheiden die van invloed zouden kunnen zijn op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat':

- De aanwezigheid van controlemechanismen alleen al kan de perceptie van controle en daarmee de tevredenheid verhogen. Tot de controlemechanismen worden te openen ramen en thermostaten gerekend, maar ook de mogelijkheden om de kleding aan te passen aan de (verwachte/ervaren) omstandigheden of om binnen het gebouw naar comfortabeler plekken te zoeken worden als manieren beschouwd om controle uit te kunnen oefenen.

- De frequentie waarmee de gebruikers thermisch gerelateerd gedrag uitvoeren om het ervaren thermisch discomfort te herstellen wordt als Uitgevoerde Controle beschouwd. Hierbij speelt mee hoe goed het controlemechanisme - AfaG - wordt doorgrond. Hoe eenvoudiger/intuïtiever het gebruik hoe sneller en frequenter de configuratie zal worden aangepast. Daarnaast is gebleken dat hoe beter wordt begrepen hoe het binnenklimaat tot stand komt en kan worden gestuurd hoe groter de tevredenheid is (Leaman & Bordass, 2001; 2007; Gou et al., 2013).

- Ervaren controle gaat enerzijds over de bekendheid met de effecten van de controlemechanismen om het thermische comfort te herstellen, maar anderzijds ook of de controlemechanismen die verwachtingen waarmaken. Hierbij zal niet alleen worden onderzocht of het gebruik van AfaG het gevoel van controle over het binnenklimaat beïnvloedt, maar ook of het gebruik van AfaG als effectief wordt beoordeeld. Het is gebleken dat hoe zwaarder de omstandigheden zijn hoe meer mensen zelf controle willen uitoefenen over het binnenklimaat en hoe effectiever de maatregelen aanvoelen. Geringe verbeteringen in het thermische klimaat zorgen dan al voor een grote verlichting en tevredenheid – het gaat vooral om het psychologische effect (Luo et al., 2016; Vroon, 1970).
  Hiertegenover staat dat wanneer een handeling niet tot het gewenste resultaat leidt, maar een averechts effect heeft dit juist de ontevredenheid over het binnenklimaat

en de controlemechanismen vergroot (Lin,2005, Bandura, 1993; Kasser & Sheldon, 2002; Vermeir & Verbeke, 2006; Thøgersen & Grønhøj,2010; Cohen et al., 1986).

De vier hypothesen die uit deze drie vormen van controle gedestilleerd kunnen worden zijn:

Hypothese H_6 : De aanwezigheid van controlemechanismen – in dit geval alleen de aanwezigheid van AfaG – heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o6} : De aanwezigheid van controlemechanismen – in dit geval alleen de aanwezigheid van AfaG – heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Hypothese H_7 : Het bedienen van de controlemechanismen – AfaG - heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' tot gevolg.

Nulhypothese H_{o7} : Het bedienen van de controlemechanismen – AfaG - heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Hypothese H_8 : Hoe beter AfaG wordt begrepen - hoe intuïtiever het gebruik - hoe hoger de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o8} : Het begrip van AfaG heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Hypothese H_9 : De gerapporteerde effectiviteit van de controlemechanismen – AfaG - heeft invloed op het gevoel van 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o9} : De gerapporteerde effectiviteit van de controlemechanismen – AfaG – heeft geen invloed op het gevoel van 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Ten slotte zal worden onderzocht of het mede met behulp van AfaG gecreëerde binnenklimaat als een persoonlijke prestatie wordt beschouwd. Als de 'Tevredenheid

over het binnenklimaat' groot is – en er is reeds in Paragraaf 6.5 geconstateerd dat dat gezien de lage binnentemperaturen het geval was – kan dat gevoel een positieve invloed hebben op de zelfeffectiviteit (Bandura 1977; 1993). Het zo ontstane zelfvertrouwen kan er toe leiden dat in andere situaties vergelijkbaar gedrag wordt tentoongespreid (ibid). Of hiervan sprake is, zal in Hoofdstuk 7 worden besproken. Het gevoel dat het gecreëerde binnenklimaat een persoonlijke prestatie is, kan er verder toe leiden dat men vergevingsgezinder is ten opzichte van de eindprestatie (Leaman & Bordass, 2001) en men eerder tevreden zal zijn.

Hypothese H_{10} : Het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat door het hanteren van AfaG heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o10} : Het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat door het hanteren van AfaG heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

§ 6.8.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Aanwezigheid Controlemechanismen

Hypothese H_6 : De aanwezigheid van controlemechanismen – in dit geval alleen de aanwezigheid van AfaG – heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o6} : De aanwezigheid van controlemechanismen – in dit geval alleen de aanwezigheid van AfaG – heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Of alleen de aanwezigheid van controlemechanismen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft beïnvloed, kan met de uitgevoerde tests niet worden bewezen. Er is namelijk niet bewust op getest. Ook al mocht AfaG in Unit 2 niet worden bediend, zij was ook in die Unit aanwezig. Er was geen Unit zonder AfaG en dus geen controlegroep.

Het feit dat de 'Comfortbeleving', zoals omschreven in Paragraaf 6.5.3, geen significante correlatie liet zien met de Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop'

en dat de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hoger was dan op basis van de binnentemperaturen mocht worden verwacht, zou een indicatie kunnen zijn dat de aanwezigheid van AfaG beide variabelen op een positieve manier heeft beïnvloed. Dit zou conform het onderzoek van Glass et al., (1977) en Schweiker et al. (2012) zijn. De Dear (1997) en Paciuk (1990) tonen daarentegen aan dat een vergrote tevredenheid alleen wordt verkregen als de controle geconsumeerd kan worden. Daarnaast bleken verschillende gradaties aan controle over het openen van ramen verschillende gradaties in het ervaren van thermisch comfort op te leveren (Brager et al., 2004).

De nulhypothese mag niet worden verworpen.

§ 6.8.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedienen Controlemechanismen

Hypothese H_7 : Het bedienen van de controlemechanismen – AfaG - heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' tot gevolg.

Nulhypothese H_{o7} : Het bedienen van de controlemechanismen – AfaG - heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Om deze hypothese te onderzoeken zal in eerste instantie gebruik gemaakt worden van de data uit Test_1. De Testpersonen in Unit 2 mochten tijdens deze test zelf geen controle over de comfort verhogende mechanismen uitoefenen. De Testpersonen in Unit 1 mochten wel zelf beslissen of en hoe zij de verschillende controlemechanismen – AfaG, de lamp, de kachel en de plaid – zouden inzetten om het binnenklimaat comfortabeler te krijgen

Statistics

Hoe tevreden was u over het uite

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		5,36
Median		6,00
Std. Deviation		1,326
Range		5
Minimum		2
Maximum		7

Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ontevreden	2	4,3	4,3	4,3
	Vrij ontevreden	3	6,4	6,4	10,6
	Neutraal	6	12,8	12,8	23,4
	Vrij tevreden	9	19,1	19,1	42,6
	Tevreden	19	40,4	40,4	83,0
	Erg tevreden	8	17,0	17,0	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Statistics

Vond u het binnen te warm of te

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		1,70
Median		2,00
Std. Deviation		,805
Range		3
Minimum		1
Maximum		4

Vond u het binnen te warm of te koud

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Precies goed	23	48,9	48,9	48,9
	Iets te koud/iets te warm	16	34,0	34,0	83,0
	Te warm/te koud	7	14,9	14,9	97,9
	Veel te warm/veel te koud	1	2,1	2,1	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	13	28,3	28,3	28,3
	C-klasse	8	17,4	17,4	45,7
	D-klasse	8	17,4	17,4	63,0
	Geen klasse	17	37,0	37,0	100,0
	Total	46	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	17	37,0	37,0	37,0
	C-klasse	8	17,4	17,4	54,3
	D-klasse	9	19,6	19,6	73,9
	Geen klasse	12	26,1	26,1	100,0
	Total	46	100,0	100,0	

FIGUUR 6.22 SPSS uitdraai - 'Comfortbeleving' en 'Tevreden over het Binnenklimaat' van Testpersonen die controle mochten uitoefenen

Om te onderzoeken wat de invloed van controle is geweest, zal eerst het percentage (on)Tevredenen worden omgerekend naar de PPD_{eq} op basis van de heersende binnenklimaten en de Percentages Ontevredenen per Klimaatklasse zoals ISSO 74:2014 die heeft vastgesteld. De methode hiertoe is uitgelegd in Paragraaf 6.5. De berekening levert op dat gezien de heersende klimaatklassen 'bij Aanvang' maximaal 20% en 'na Afloop' maximaal 18.2% van de Gebruikers die controle over het

binnenklimaat mocht uitoefenen het binnenklimaat als 'Te warm'/'Te koud' of 'Veel te warm'/'Veel te koud' beoordeeld mogen hebben. Voor de gebruikers die geen controle mochten uitoefenen gelden de volgende percentages: 'bij Aanvang': maximaal 19% en 'na Afloop': maximaal 15.4%. Nogmaals: dit verschil heeft te maken met het feit dat in de Testunits geen constante klimaten heersten en er verschillen tussen Unit 1 en Unit 2 konden optreden.

Uit de Figuren 6-23 en 6-24 blijkt dat in beide gevallen een lager percentage Testpersonen het binnenklimaat als onacceptabel heeft omschreven. 17% van de Testpersonen die controle mochten uitvoeren vond het binnen 'Te warm'/'Te koud'. Van Testpersonen die geen controle mocht uitvoeren, vond 17,1% het binnen 'Te Warm/Te Koud' en 2,8% 'Veel te warm'/'Veel te koud'.

Het percentage Ontevredenen bij degenen die controle mochten uitoefenen is laag: 10,6%. Dit is bijna gelijk aan de kwalificaties van B-klasse klimaat (max 10% Ontevredenen), terwijl slechts in 28,3% ('bij Aanvang') en 37% ('na Afloop') van de tests daadwerkelijk een B-klimaat heerste. Bij de Testpersonen zonder controle was het percentage Ontevredenen hoger (17,1%), terwijl er tijdens deze tests iets prettiger binnenklimaten heersten.

Deze percentages maken weliswaar duidelijk dat het hebben van controle een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' lijkt te hebben, maar ze maken de relatie tussen het hebben van controle met de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' nog niet helderder. Om deze relatie te achterhalen wordt een non-parametrische Mann-Whitney Test uitgevoerd. Voor deze test is gekozen omdat enerzijds de data niet normaal is verdeeld en anderzijds omdat het tot de beschikking hebben van controle een kwalitatieve want categorische variabel is: er kan controle worden uitgeoefend of er kan geen controle worden uitgeoefend. Zowel 'Comfortbeleving' als 'Tevredenheid over het binnenklimaat' zijn kwantitatieve variabelen. De parametrische tegenhanger – de ongepaarde t-test – zal eveneens worden uitgevoerd.

Statistics

Hoe tevreden was u over het uite

N	Valid	35
	Missing	0
Mean		5,26
Median		6,00
Std. Deviation		1,291
Range		4
Minimum		3
Maximum		7

Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Vrij ontevreden	6	17,1	17,1	17,1
	Neutraal	2	5,7	5,7	22,9
	Vrij tevreden	9	25,7	25,7	48,6
	Tevreden	13	37,1	37,1	85,7
	Erg tevreden	5	14,3	14,3	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Statistics

Vond u het binnen te warm of te

N	Valid	35
	Missing	0
Mean		1,80
Median		2,00
Std. Deviation		,719
Range		2
Minimum		1
Maximum		3

Vond u het binnen te warm of te koud

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Precies goed	13	37,1	37,1	37,1
	Iets te koud/iets te warm	16	45,7	45,7	82,9
	Te warm/te koud	6	17,1	17,1	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	13	36,1	36,1	36,1
	C-klasse	9	25,0	25,0	61,1
	D-klasse	3	8,3	8,3	69,4
	Geen klasse	11	30,6	30,6	100,0
	Total	36	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	17	47,2	47,2	47,2
	C-klasse	11	30,6	30,6	77,8
	D-klasse	4	11,1	11,1	88,9
	Geen klasse	4	11,1	11,1	100,0
	Total	36	100,0	100,0	

FIGUUR 6.24 SPSS uitdraai - ‘Comfortbeleving’ en 'Tevreden over het Binnenklimaat' van Testpersonen die geen controle mochten uitoefenen

De Testpersonen in Unit 1 hebben eenzelfde 'Comfortbeleving' (Mdn = 2.0) als die in Unit 2 (Mdn = 2.0). Wel is de gemiddelde 'Comfortbeleving' iets lager (M = 1,7; M = 1,8). Dit wil zeggen dat de Testpersonen in Unit 1 het binnenklimaat als enigszins neutraler – en conform de definitie van Fanger (1970) als iets prettiger - hebben beleefd dan die in Unit 2. Het verschil is niet significant. De kracht van het effect is, als de conventie van Cohen (1988) wordt aangehouden, bovendien heel zwak, U = 744.5, z = -.792, p > .05, r = - .09. Bij de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is de Mediaan over de Testpersonen in Unit 1 gelijk aan die in Unit 2 (beide 6.0). Ook hier is de gemiddelde Tevredenheid in Unit 1 een fractie positiever bij degenen die geen controle mochten uitoefenen (5.36 om 5.26). Er is geen significante relatie tussen het hebben van controle en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevonden: U = 775.0, z = -.463, p > .05, r = - .05. Dit is een heel zwak effect (Cohen, 1988).

De ongepaarde t-test laat zien dat 'Comfortbeleving' voor de Testpersonen in Unit 1 (controle over AfaG) gemiddeld lager (M = 1.7, SE = .117) lag dan bij de Testpersonen in Unit 2 (M = 1.8, SE = .122). Er is geen significante relatie tussen het hebben van Controle en de 'Comfortbeleving' gevonden: t (80) = -.579, p >.05.

Met behulp van de formule $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2+df}}$ kan het effect worden berekend:

$\sqrt{\frac{-.579^2}{-.579^2+80}} = .06$. Wat als een heel zwak effect mag worden beschouwd (Cohen, 1988).

Wordt naar de invloed van controle op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gekeken dan blijken de Testpersonen die controle over AfaG mochten uitoefenen tevredener (M = 5.36, SE = .193) dan de Testpersonen die AfaG niet mochten bedienen (M = 5.26, SE = .218). De relatie tussen het hebben van Controle en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' was niet significant t(80) = .579, p > .05 en het effect heel zwak, r = .04.

§ 6.8.2.1 Tevredenheid/Aangenaamheid versus Bedienen Controlemechanismen Opgelegd versus Vrijwillig

Bij het uitoefenen van controle is het belangrijk dat het gevoel aanwezig is dat dit op een vrijwillige basis gebeurt. Controle mag niet opgelegd zijn. Door de testprocedure kan worden afgevraagd of de Testpersonen in Unit 1 het feit dat zij bij binnenkomst AfaG mochten bedienen ook als een vrijwillige controle over het binnenklimaat zullen hebben ervaren. Of zij AfaG hebben bediend omdat zij dat mochten of omdat zij zich hiertoe min of meer verplicht voelden.

Bij binnenkomst was de configuratie van de doekengevel door de Testafnemers dusdanig bepaald dat er in Unit 1 geen aangenaam binnenklimaat kon heersen. Belangrijker is echter dat op het moment van de eerste keer bedienen van de gevel de Testafnemer aanwezig bleef om enerzijds het systeem uit te leggen en (eventueel) hulp te bieden bij de bediening van AfaG en anderzijds om de tijd op te nemen die het duurde voordat de Testpersoon begon met het veranderen van de gevel. Het kan zijn dat het bedienen van AfaG hierdoor niet helemaal als een zelfstandige en vrijwillige actie werd beschouwd.

In Paragraaf 6.8 zijn verschillende vormen van gedragsbeïnvloeding omschreven en hoe deze worden ervaren (Tromp, 2013). Er is toen gesteld dat AfaG ergens tussen 'decisive' en 'seductive' in zou liggen omdat de Testpersonen hoewel het binnen koud was, toch zelf konden beslissen om AfaG al dan niet te bedienen. Het kan zijn dat bij binnenkomst die vrijheid als minder groot werd ervaren dan de bedoeling was. Misschien vonden zij wel dat zij overreed werden om AfaG te bedienen of zelfs gedwongen werden dat te doen.

Het in de Paragrafen 2.5.2 en 5.1 geïntroduceerde vernieuwde *Technological Acceptance Model* (TAM2) laat zien dat het gevoel vrijwillig te kunnen participeren in een vernieuwing een voorwaarde is voor de intentie om de vernieuwing te gaan gebruiken (Venkatesh & Davis, 2000; Davis et al., 1989). Het onderzoek toont aan dat wanneer gebruikers de tijd krijgen om zelf te experimenteren met een nieuwe applicatie – zoals eerder gesteld is het model ontwikkeld om de acceptatie van ICT-toepassingen te voorspellen – de sociale informatie minder belangrijk blijkt om een mening over het waargenomen nut te vormen. Wordt het gebruik van de applicatie opgelegd dan heeft de subjectieve norm daarentegen een groter effect op de gebruiksintentie (Davis et al., 1989; Venkatesh & Davis, 2000). Zoals in Paragraaf 2.5.2 is omschreven, is de subjectieve norm de sociale druk die iemand ervaart om een bepaald gedrag wel of juist niet uit te voeren (Fishbein & Ajzem, 1975; Ajzen, 1985; 1991).

Wordt deze kennis overgehaald naar de tests met betrekking tot AfaG dan kan in de eerste fase van het experiment waarin de Testpersonen in Unit 1 zelf de configuratie van AfaG moesten bepalen sociale druk een rol gespeeld hebben. Die druk vloeide dan vooral voort uit de aanwezigheid van de Testafnemer bij die eerste instelling.

Om die invloed te bepalen is het derhalve belangrijk om de analyses uit de vorige paragraaf nogmaals uit te voeren. Met als doel te achterhalen of de personen die AfaG gedurende de test voor een tweede of derde keer hebben bediend - en gedurende de test de configuratie van AfaG op een zelfstandiger en vrijwilliger basis hebben veranderd - een positievere 'Comfortbeleving' hebben en een hogere 'Tevredenheid

over het binnenklimaat' hebben ervaren dan de Testpersonen die dat niet hebben gedaan.

Hiertoe wordt alleen de data gebruikt afkomstig uit Unit 1 – dit is de Unit waarin de Testpersonen AfaG mochten bedienen. Wel zijn zowel de resultaten uit Test_1 als uit Test_2 in de analyse betrokken. Voor de Testpersonen in Unit 1 waren beide tests identiek.

De vraag die hierbij onderzocht wordt, is of het (nogmaals) bedienen van AfaG invloed heeft op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Het voor de tweede maal bedienen van AfaG is een kwalitatieve, categorische variabel. De configuratie is veranderd; of zij is niet veranderd. Zoals bij eerdere analyses gemeld kunnen 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als kwantitatieve, afhankelijke variabelen worden beschouwd. De data is niet normaal verdeeld, waardoor een non-parametrische Mann-Whitney Test moet worden uitgevoerd.

Test Statistics[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Mann-Whitney U	1088,500
Wilcoxon W	2034,500
Z	-,577
Asymp. Sig. (2-tailed)	,564

a. Grouping Variable: Adaptatie 01

Test Statistics[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Mann-Whitney U	852,000
Wilcoxon W	2337,000
Z	-2,357
Asymp. Sig. (2-tailed)	,018

a. Grouping Variable: Adaptatie 01

FIGUUR 6.25 SPSS uitdraai – Invloed van het hebben van Controle op de 'Comfortbeleving' (links) en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (rechts).

De 'Comfortbeleving' tijdens de tests waarin de Testpersonen AfaG opnieuw hebben bediend (Mediaan = 2.0) is minder positief dan de 'Comfortbeleving' van de Testpersonen die dat niet hebben gedaan (Mdn = 1.0). Ook de gemiddelde 'Comfortbeleving' is iets lager (M = 1.72 om M = 1.60). De invloed van de tweede keer bedienen van AfaG op de 'Comfortbeleving' blijkt niet significant, U = 1088,5 z = -.577, ns. De Testpersonen die AfaG niet voor de tweede maal hebben bediend, zijn iets Tevredener over het binnenklimaat (Mdn = 6 om Mdn = 5,5; M = 5.19 om M = 5.77). De invloed van de tweede keer bedienen van AfaG op de 'Tevredenheid over het

binnenklimaat' is significant, U = 852.00, z = - 2.357, p < .05. De kracht van het effect (r = -.24) is matig (Cohen, 1988).

§ 6.8.2.2 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedienen Controlemechanismen: Opgelegd versus Vrijwillig – Invloeden heersende Temperaturen

Dat de Testpersonen die AfaG niet voor een tweede maal hebben bediend tevredener zijn over het binnenklimaat, is opvallend. De theorie laat zien dat het uitoefenen van controle een positieve invloed heeft op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).

Er kunnen twee verklaringen voor de 'tegenvallende' tevredenheid aangevoerd worden. De Testpersonen kunnen de kosten van de extra inspanning – het opnieuw moeten veranderen van AfaG – als te hoog hebben ervaren. Zoals in Paragraaf 2.2 is gesteld bestaat de neiging om het duurzame gedrag te laten varen als de kosten van de gevergde inspanning - uitgedrukt in tijd of geld of ongemak - te hoog worden (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Turaga et al., 2011). Of dit het geval is, zal in Paragraaf 6.8.4.1 worden onderzocht.

De tweede verklaring is gerelateerd aan de analyses in Paragraaf 6.5 die hebben aangetoond dat in Test_1 de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloed is door de Temperatuur 'bij Aanvang' en 'na Afloop'. De Unit kan tijdens de tests waarin de gevel niet opnieuw is bediend simpelweg (veel) aangenamer zijn geweest dan tijdens de tests waarin de Testpersonen de gevelconfiguratie wel hebben aangepast. Wellicht zijn de Testpersonen door de koude gedwongen om AfaG opnieuw te bedienen, maar was het zo koud dat het binnen niet aangenaam gekregen kon worden.

Vond u het binnen te warm of te koud

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Precies goed	26	48,1	48,1	48,1
	Iets te koud/iets te warm	18	33,3	33,3	81,5
	Te warm/te koud	9	16,7	16,7	98,1
	Veel te warm/veel te koud	1	1,9	1,9	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ontevreden	2	3,7	3,7	3,7
	Vrij ontevreden	4	7,4	7,4	11,1
	Neutraal	8	14,8	14,8	25,9
	Vrij tevreden	13	24,1	24,1	50,0
	Tevreden	22	40,7	40,7	90,7
	Erg tevreden	5	9,3	9,3	100,0
	Total	54	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	10	18,9	18,9	18,9
	C-klasse	10	18,9	18,9	37,7
	D-klasse	7	13,2	13,2	50,9
	Geen klasse	26	49,1	49,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	16	30,2	30,2	30,2
	C-klasse	10	18,9	18,9	49,1
	D-klasse	10	18,9	18,9	67,9
	Geen klasse	17	32,1	32,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

FIGUUR 6.26 SPSS uitdraai - 'Comfortbeleving', 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en klimaatklassen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' van de Tests waarin AfaG opnieuw is bediend.

Vond u het binnen te warm of te koud

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Precies goed	22	51,2	51,2	51,2
	Iets te koud/iets te warm	16	37,2	37,2	88,4
	Te warm/te koud	5	11,6	11,6	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Vrij ontevreden	2	4,7	4,7	4,7
	Neutraal	2	4,7	4,7	9,3
	Vrij tevreden	10	23,3	23,3	32,6
	Tevreden	19	44,2	44,2	76,7
	Erg tevreden	10	23,3	23,3	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	10	23,3	23,3	23,3
	C-klasse	12	27,9	27,9	51,2
	D-klasse	8	18,6	18,6	69,8
	Geen klasse	13	30,2	30,2	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	21	48,8	48,8	48,8
	C-klasse	11	25,6	25,6	74,4
	D-klasse	2	4,7	4,7	79,1
	Geen klasse	9	20,9	20,9	100,0
	Total	43	100,0	100,0	

FIGUUR 6.27 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG is bediend

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Temperatuur buiten voor aanvang van de test	53	7,10	26,00	15,5283	4,03487
Temperatuur binnen voor aanvang van de test	53	12,30	28,30	18,6264	3,74690
Temperatuur buiten aan het einde van de test	53	7,50	25,80	16,4623	4,06383
Temperatuur binnen na afloop van de test	53	12,70	28,30	20,6396	3,64614
Valid N (listwise)	53				

FIGUUR 6.28 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG is bediend.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Temperatuur buiten voor aanvang van de test	43	8,00	21,10	15,4977	3,53058
Temperatuur binnen voor aanvang van de test	43	10,70	24,30	18,7070	3,22153
Temperatuur buiten aan het einde van de test	43	8,10	26,00	16,5140	4,07440
Temperatuur binnen na afloop van de test	43	16,60	27,60	21,4116	2,68818
Valid N (listwise)	43				

FIGUUR 6.29 SPSS uitdraai Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' Temperaturen 'bij Aanvang' en 'na Afloop' (binnen en (binnen en buiten) van de Tests waarin AfaG niet is bediend.

Voor zowel de situaties waarin AfaG voor een tweede maal is bediend als voor de situaties waarin dat niet is gebeurd, zal eerst de PPDeq worden berekend. Dit is de meest eenvoudige manier om te bepalen of het Percentage (on)Tevredenen gezien de heersende binnenklimaten conform de ISSO 74:2014 is. Bovendien kan de 'Comfortbeleving' in de situatie waarin AfaG opnieuw is bediend en waarin de Testpersonen dat niet nodig vonden aan elkaar gerelateerd worden. De verschillende klimaatklassen en de maximale ontevredenheden die hierbij horen, worden dankzij deze berekening onder één schaal samengevoegd.

Uit de berekening volgt dat het percentage Ontevreden Testpersonen die AfaG voor een tweede maal bediend hebben gezien de klimaatklassen 'bij Aanvang' maximaal 23% en gebaseerd op de Klimaatklassen 'na Afloop' maximaal 20% mocht bedragen. Daar er in de tests waarin AfaG niet voor een tweede keer is bediend aangenamer temperaturen zijn gemeten, liggen de maximale Percentages Ontevredenen hier ook iets lager: 'bij Aanvang': 20% en 'na Afloop' maximaal 16%.

De 'Comfortbeleving' was in beide gevallen in werkelijkheid positiever. Het percentage Testpersonen dat Afag opnieuw heeft bediend en het binnenklimaat als 'Te warm'/'Te koud' of 'Veel te warm'/'Veel te koud' lag hoger dan bij degenen die dat niet hebben

gedaan: 18,5% om 11,6%. En ook de on'Tevredenheid over het binnenklimaat' lag bij de eerste groep hoger dan bij de tweede: 11,1% versus 4,7%. In Paragraaf 6.8.2.2 bleek al dat de gemiddelde 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' in de tests waarin AfaG voor een tweede maal is bediend lager lag dan in de tests waarin dit niet is gebeurd. Gezien de verschillen in heersende temperaturen valt het verschil mee. In de tests waarin AfaG opnieuw is bediend is een beduidend lager percentage B-klimaten en een beduidend hoger percentage D-klimaten gemeten (respectievelijk: B-klimaat = 30,2%; D-klimaat en Geen Klasse = 41%) dan tijdens de tests waarin AfaG niet is bediend (B-klimaat = 48,8%; D-klimaat = 4,7%). Met name het verschil in Geen Klasse-klimaten is hierbij groot (32,1% om 20,9%). Het was tijdens de tests waarin AfaG opnieuw is bediend beduidend kouder.

Dit kan diepgaander onderzocht worden door te kijken of er een relatie bestaat tussen de temperaturen binnen en het al dan niet voor een tweede maal bedienen van AfaG. Daar zowel het bedienen van AfaG als de klimaatklassen categorische variabelen zijn, moet voor dit onderzoek een Pearson's chi-square worden gehanteerd. Dit is overigens niet helemaal waar, omdat voor deze test de data eigenlijk normaal verdeeld moet zijn. Een non-parametrische test voor deze typen variabelen bestaat echter niet binnen SPSS 23.

--

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang * Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast
Crosstabulation

			Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast		Total
			Ja	Nee	
Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	B-klasse	Count	10	10	20
		Expected Count	11,0	9,0	20,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	50,0%	50,0%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	18,9%	23,3%	20,8%
		% of Total	10,4%	10,4%	20,8%
		Std. Residual	-,3	,3	
	C-klasse	Count	10	12	22
		Expected Count	12,1	9,9	22,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	45,5%	54,5%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	18,9%	27,9%	22,9%
		% of Total	10,4%	12,5%	22,9%
		Std. Residual	-,6	,7	
	D-klasse	Count	7	8	15
		Expected Count	8,3	6,7	15,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	46,7%	53,3%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	13,2%	18,6%	15,6%
		% of Total	7,3%	8,3%	15,6%
		Std. Residual	-,4	,5	
	Geen klasse	Count	26	13	39
		Expected Count	21,5	17,5	39,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	66,7%	33,3%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	49,1%	30,2%	40,6%
		% of Total	27,1%	13,5%	40,6%
		Std. Residual	1,0	-1,1	
Total		Count	53	43	96
		Expected Count	53,0	43,0	96,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	55,2%	44,8%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	55,2%	44,8%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,579[a]	3	,311
Likelihood Ratio	3,623	3	,305
Linear-by-Linear Association	2,234	1	,135
N of Valid Cases	96		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,72.

FIGUUR 6.30 SPSS uitdraai - De kruistabel met de relatie tussen het bedienen van AfaG en de heersende Temperatuurklasse 'bij Aanvang'.

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop * Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast
Crosstabulation

			Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast		Total
			Ja	Nee	
Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	B-klasse	Count	16	21	37
		Expected Count	20,4	16,6	37,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	43,2%	56,8%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	30,2%	48,8%	38,5%
		% of Total	16,7%	21,9%	38,5%
		Std. Residual	-1,0	1,1	
	C-klasse	Count	10	11	21
		Expected Count	11,6	9,4	21,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	47,6%	52,4%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	18,9%	25,6%	21,9%
		% of Total	10,4%	11,5%	21,9%
		Std. Residual	-,5	,5	
	D-klasse	Count	10	2	12
		Expected Count	6,6	5,4	12,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	83,3%	16,7%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	18,9%	4,7%	12,5%
		% of Total	10,4%	2,1%	12,5%
		Std. Residual	1,3	-1,5	
	Geen klasse	Count	17	9	26
		Expected Count	14,4	11,6	26,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	65,4%	34,6%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	32,1%	20,9%	27,1%
		% of Total	17,7%	9,4%	27,1%
		Std. Residual	,7	-,8	
Total		Count	53	43	96
		Expected Count	53,0	43,0	96,0
		% within Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	55,2%	44,8%	100,0%
		% within Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	55,2%	44,8%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,559[a]	3	,056
Likelihood Ratio	8,006	3	,046
Linear-by-Linear Association	4,718	1	,030
N of Valid Cases	96		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,38.

FIGUUR 6.31 SPSS uitdraai - De kruistabel met de relatie tussen het bedienen van AfaG en de heersende Temperatuurklasse 'na Afloop'

De kruistabellen (Figuren 6.30 en 6.31) tonen aan dat wanneer het 'bij Aanvang' van de tests binnen echt 'te koud' of 'te warm' werd gevonden – en de heersende temperaturen buiten de temperatuurgrenzen vielen – meer dan 65% van de Testpersonen AfaG opnieuw heeft ingesteld. Wat verder opvalt, is dat wanneer de Temperatuur 'bij Aanvang' van de test binnen de marges van een D-klimaat viel slechts 46,7% van de Testpersonen ervoor heeft gekozen om AfaG opnieuw in te stellen. Dat percentage is praktisch gelijk aan het percentage Testpersonen dat aan het begin van de tests te maken kreeg met een B- of C-klimaat. Heerste echter later in de test nog steeds een D-klimaat – of is dat klimaat gedurende de test gaan heersen - dan greep 83,3% van de Testpersonen in en heeft opnieuw AfaG aangepast.

De chi-square tests tabellen laten zien dat er geen significante associatie is tussen de klimaatklassen 'bij Aanvang' van de test en het al dan niet opnieuw bedienen van AfaG $\chi 2$ (1) = 3.579, $p > .05$. De associatie tussen de klimaatklassen 'na Afloop' en het opnieuw bedienen van AfaG is net niet significant: $\chi 2$ (1) = 7.559, $p = .056$. De kans dat AfaG bij een D-klasse of een Geen klasse-klimaat werd bediend, is hierbij ongeveer twee keer zo groot als dat AfaG bij een B- of C-klasse klimaat wordt bediend.

§ 6.8.2.3 Tevredenheid/Aangenaamheid versus Bedienen Controlemechanismen Opgelegd versus Vrijwillig – Invloeden heersende Temperaturen II

In deze Paragraaf wordt bestudeerd of en in hoeverre de klimaatklassen de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben beïnvloed in de tests waarin AfaG wel is aangepast en in de tests waarin dat niet is gebeurd. Hiervoor wordt een Kruskal-Wallis Test en een de Jonckheere-Terpstra test gebruikt die in Paragraaf 6.5.2 zijn geïntroduceerd.

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	4,787
df	3
Asymp. Sig.	,188

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	43
Observed J-T Statistic	421,500
Mean J-T Statistic	343,000
Std. Deviation of J-T Statistic	41,399
Std. J-T Statistic	1,896
Asymp. Sig. (2-tailed)	,058

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	13,693
df	3
Asymp. Sig.	,003

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	43
Observed J-T Statistic	226,500
Mean J-T Statistic	343,000
Std. Deviation of J-T Statistic	43,294
Std. J-T Statistic	-2,691
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-

FIGUUR 6.32 Uitdraai SPSS - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (onder) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (boven) door Klimaatklasse 'bij Aanvang' bij Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend.

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	1,954
df	3
Asymp. Sig.	,582

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	54
Observed J-T Statistic	445,000
Mean J-T Statistic	494,000
Std. Deviation of J-T Statistic	57,397
Std. J-T Statistic	-,854
Asymp. Sig. (2-tailed)	,393

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	,834
df	3
Asymp. Sig.	,841

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang	4
N	54
Observed J-T Statistic	443,500
Mean J-T Statistic	494,000
Std. Deviation of J-T Statistic	59,650
Std. J-T Statistic	-,847
Asymp. Sig. (2-tailed)	,397

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

FIGUUR 6.33 SPSS uitdraai Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (boven) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (onder) door Klimaatklasse 'bij Aanvang' bij Testpersonen die AfaG opnieuw hebben bediend.

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	3,426
df	3
Asymp. Sig.	,331

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	43
Observed J-T Statistic	336,000
Mean J-T Statistic	300,500
Std. Deviation of J-T Statistic	39,714
Std. J-T Statistic	,894
Asymp. Sig. (2-tailed)	,371

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	7,084
df	3
Asymp. Sig.	,069

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	43
Observed J-T Statistic	271,000
Mean J-T Statistic	300,500
Std. Deviation of J-T Statistic	41,526
Std. J-T Statistic	-,710
Asymp. Sig. (2-tailed)	,477

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

FIGUUR 6.34 SPSS uitdraai - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (boven) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (onder) door Klimaatklasse bij Afloop bij Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend.

Test Statistics[a,b]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Chi-Square	1,839
df	3
Asymp. Sig.	,607

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Vond u het binnen te warm of te koud
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	54
Observed J-T Statistic	609,500
Mean J-T Statistic	537,500
Std. Deviation of J-T Statistic	59,200
Std. J-T Statistic	1,216
Asymp. Sig. (2-tailed)	,224

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Test Statistics[a,b]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Chi-Square	7,124
df	3
Asymp. Sig.	,068

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

Jonckheere-Terpstra Test[a]

	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Number of Levels in Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop	4
N	54
Observed J-T Statistic	379,000
Mean J-T Statistic	537,500
Std. Deviation of J-T Statistic	61,527
Std. J-T Statistic	-2,576
Asymp. Sig. (2-tailed)	,010

a. Grouping Variable: Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

FIGUUR 6.35 SPSS Uitdraai - Beïnvloeding 'Comfortbeleving' (boven) En 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (onder) door Klimaatklasse bij Afloop bij Testpersonen die AfaG opnieuw hebben bediend.

De resultaten uit deze tests laten zien dat er bij de Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend een relatie is tussen de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de Klimaatklassen 'bij Aanvang' (Figuur 6-34: J = 226,5, z = -2.691; p < .05; r = -.41). Bij de Testpersonen die AfaG wel opnieuw hebben bediend, is er een relatie tussen de klimaatklasse 'na Afloop' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (Figuur 6-35 J = 379, z = -2.576; p < .05; r = - .35) gevonden. In beide gevallen zijn het middelmatige effecten.

In het geval dat AfaG wordt bediend, wordt de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloed door de aan het einde van de test heersende temperaturen. Wordt AfaG niet bediend - en mag worden aangenomen dat men tevreden was met het gecreëerde binnenklimaat - dan is die relatie er met de klimaatklasse aan het begin van de test.

Alle overige relaties zijn niet significant.

§ 6.8.2.4 Conclusie en Discussie (Alliesthesia)

In de Paragrafen 6.8.2.1 tot en met 6.8.2.3 is onderzocht of het (nogmaals) bedienen van AfaG invloed heeft op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Dat blijkt het geval te zijn. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft bij de Testpersonen die AfaG voor een tweede maal hebben bediend een significante relatie met de klimaatklasse 'na Afloop': J = 379, z = -2.576; p < .05; r = - .35. Deze relatie kan deels worden verklaard aan de hand van de kruistabellen die de relatie tussen klimaatklassen en het bedienen van AfaG hebben laten zien. Niet zo zeer de klimaatklassen 'bij Aanvang' als wel die 'na Afloop' blijken bepalend voor het veranderen van de gevelconfiguratie. 83,3% van de Testpersonen heeft ingegrepen als er later in de test een D-klimaat heerste of was gaan heersen. Enerzijds laat dit zien dat de Testpersonen vertrouwen in het gevelprincipe hadden om het binnenklimaat te verbeteren – dit zal verder worden onderzocht in Paragraaf 6.8.4.1. Anderzijds maakt de combinatie van de kruistabellen en de gevonden significante trend duidelijk dat wanneer tijdens de test AfaG opnieuw is bediend de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' meer conform verwachting is. Dan geldt dat hoe lager de Klimaatklasse is - hoe slechter het binnenklimaat - hoe lager de Tevredenheid. Dat er geen significante relatie tussen Temperatuur 'na Afloop' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' werd gevonden bij de Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend onderstreept dit. Bij deze testpopulatie werd wel een significante relatie

tussen de Temperatuur 'bij Aanvang' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevonden (J = 226,5, z = -2.691; p < .05; r = -.41).

Volgens de PPD_{eq}, die in zekere zin de verschillen in de heersende klimaten tijdens de tests overbrugt en er één eenheid van maakt waarmee de verschillende tests beter met elkaar vergeleken kunnen worden, mag in de tests waarin AfaG opnieuw is bediend maximaal 23% ('bij Aanvang') en 20% ('na Afloop') van de Testpersonen ontevreden zijn. Bij de Testpersonen die AfaG niet hebben veranderd, liggen deze percentages lager (respectievelijk 20% en 16%). Binnen heersten toen aangenamer temperaturen. In werkelijkheid vond in beide gevallen een lager percentage personen het binnenklimaat 'Te warm'/'Te koud' of 'Veel te warm'/'Veel te koud'. Wel lag het percentage onTevredenen tijdens de tests die niet aanzette tot een tweede aanpassing van AfaG lager dan tijdens de tests waarin dat wel is gebeurd (11,6 om 18,5%). Ook de 'onTevredenheid over het binnenklimaat' lag bij de eerste groep lager dan bij de tweede: 4,7% versus 11,1%.

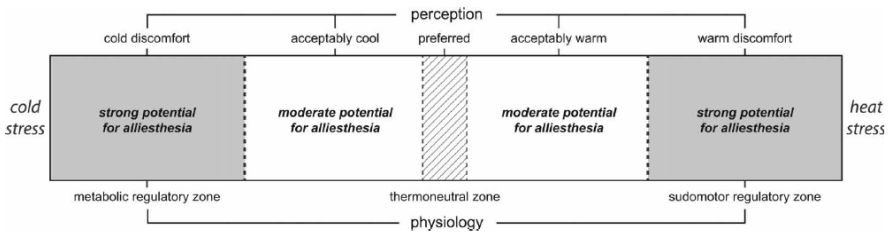
Gezien de verschillen in heersende temperaturen valt dit verschil mee. In de tests waarin AfaG opnieuw is bediend, is een beduidend lager percentage B-klimaten en een beduidend hoger percentage D-klimaten gemeten (respectievelijk B-klimaat = 30,2%; D-klimaat en Geen Klasse = 41%) dan tijdens de Tests waarin AfaG niet is bediend (B-klimaat = 48,8%; D-klimaat = 25,6%). Met name het verschil in Geen Klasse-klimaten is hierbij groot (32,1% om 20,9%). Het was tijdens de tests waarin AfaG opnieuw is bediend beduidend kouder.

Bij de Testpersonen die AfaG opnieuw hebben bediend, is geen relatie gevonden tussen de 'Comfortbeleving' en de heersende klimaatklassen. Door het opnieuw bedienen van de gevel is de te verwachte relatie tussen klimaatklassen en 'Comfortbeleving' doorbroken. Bij de Testpersonen die AfaG niet opnieuw hebben bediend, is de relatie tussen 'Comfortbeleving' en klimaatklasse net niet significant. Het effect bleek daarentegen wel middelmatig sterk: J = 421.5, z = 1.896, p = .58; r = .29. Ook uit de andere analyses werd er geen invloed van het heersende binnenklimaat op de 'Comfortbeleving' gevonden.

De zeker gezien de lage binnentemperaturen gemiddeld hoge 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Comfortbeleving' kunnen deels verklaard worden uit de verhoogde controle. Maar controle op zich verklaart niet waarom mensen dan eerder tevreden zijn. Hiervoor kan de aan het begin van de jaren 70 van de vorige eeuw door Cabanac geïntroduceerde term *Alliesthesia* worden gehanteerd. Met *Alliesthesia* omschrijft Cabanac het fenomeen waarbij externe stimuli die ervoor zorgen dat het lichaam kan terugkeren naar de thermo-neutrale zone, worden gekoesterd – zie Figuur 6-36. De mate waarin dit effect optreedt, is individueel bepaald (Cabanac, 1971). Stimuli die

ervoor zorgen dat de interne staat verder van de thermo-neutrale zone verwijderd raakt, worden als onplezierig ervaren (Parkinson & De Dear, 2015; De Dear, 2011; Cabanac, 1971).

Figuur 6-36 laat zien dat hoe meer er afgeweken wordt van de thermo-neutrale zone hoe groter het effect van alliesthesia kan zijn (Parkinson & De Dear, 2015a). Dat neemt niet weg dat ook het herstel bij relatief kleine afwijkingen een aangenaam effect kan hebben (Parkinson & De Dear, 2015; Parkinson et al., 2015; Verhaart et al., 2015).



FIGUUR 6.36 Relatie fysiologische thermo-regulerende zones met 'Comfortbeleving' en de potenties van alliesthesia (Parkinson & De Dear, 2015a)

Zijn er daarentegen geen afwijking van de thermo-neutrale zone – dan is er sprake van neutrale temperaturen – dan zullen stimuli niet als aangenaam of onaangenaam worden ervaren. Neutrale omgevingen lijken derhalve geen plezier te kunnen schenken (Kuno, 1995).

Het vermoeden dat *Alliesthesia* invloed gehad zou kunnen hebben op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en op de 'Comfortbeleving' is gestoeld op twee observaties.

Allereerst moesten de Testpersonen zo'n 200 meter door de buitenlucht lopen alvorens het Testpaviljoen te bereiken. Vaak was er sprake van (iets) hogere temperatuur in de Units dan buiten (zie Figuur 6-8). Hoewel de temperaturen binnen laag waren, voelde het binnenkomen toch als prettig. Deze observatie wordt ondersteund door de uitgevoerde chi-square test. De hiermee geproduceerde kruistabellen tonen aan dat wanneer de klimaatklasse 'bij Aanvang' van de test binnen de marges van een D-klimaat viel praktisch evenveel Testpersonen ervoor hebben gekozen om gedurende de test AfaG opnieuw in te stellen als bij heersende B- of C-klimaten. Bij degenen die AfaG niet voor een tweede keer hebben bediend is een significante relatie tussen de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de Temperatuur 'bij Aanvang' gevonden ($J = 226{,}5$, $z = -2.691$; $p < .05$; $r = -.41$). Dit effect was vermoedelijk uitgewerkt op het moment dat de enquête ingevuld moest worden - dit gebeurde aan het eind van de test.

Daarnaast kan het bedienen van AfaG en van de andere ter beschikking gestelde controlemechanismen het gevoel hebben gegeven dat het ervaren thermisch discomfort werd opgeheven (en er dankzij de handelingen teruggekeerd werd naar de thermo-neutrale zone). De afwijkingen tot de thermo-neutrale zone waren relatief groot en het effect van *Alliesthesia* (en dus van het bedienen van de gevel) kan ook groot zijn geweest (de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft een significante relatie met de Temperatuur 'na Afloop' (J = 379, z = -2.576; $p < .05$; r = - .35)). De Dear (2011) stelt dan ook dat met *Alliesthesia* kan worden verklaard waarom het hebben van controle tot een hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' leidt.

§ 6.8.3 Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat versus Ervaren Controle

Paciuk (1990) stelt dat het belangrijk is dat de gebruikers niet alleen controle kunnen uitoefenen maar dat zij ook het gevoel hebben dat zij controle hebben kunnen uitoefenen. In de na afloop van de tests ingevulde enquêtes is gevraagd of de Testpersonen het gevoel hadden invloed op het binnenklimaat te kunnen uitoefenen. Dit is zowel gevraagd aan de Testpersonen in Unit_1 die controle over AfaG mochten uitoefenen als aan de Testpersonen in Unit_2 die AfaG niet mochten bedienen.

Test Statistics[a]

	Verhoogt de adaptieve gevel de controle over het binnenklimaat
Mann-Whitney U	542,500
Wilcoxon W	1172,500
Z	-2,697
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007

a. Grouping Variable: kon er controle op de doeken worden uitgeoefend

FIGUUR 6.37 SPSS uitdraai– Relatie tussen het kunnen uitoefenen van Controle en het gevoel hebben dat door middel van AfaG controle kan worden uitgeoefend.

Het gevoel dat AfaG de controle over het binnenklimaat verhoogt, is onderzocht met een Mann-Whitney Test. De mediaan van het gevoel dat AfaG het hebben van controle verhoogt blijkt in Unit_1 (Mdn = 5.0) hoger te liggen dan in Unit_2 (Mdn = 4.0). Het

effect van het hebben van controle op het gevoel daadwerkelijk controle uit te kunnen oefenen is significant, maar niet heel sterk: U = 542.5, z = -2.697, p < .05, r = - .30.

Test Statistics[a]

	Verhoogt de adaptieve gevel de controle over het binnenklimaat
Mann-Whitney U	854,000
Wilcoxon W	1800,000
Z	-2,327
Asymp. Sig. (2-tailed)	,020

a. Grouping Variable: Adaptatie 01

FIGUUR 6.38 SPSS uitdraai – Relatie tussen het voor de tweede keer bedienen van AfaG en het gevoel hebben dat door middel van AfaG controle kan worden uitgeoefend.

Wanneer alleen naar de resultaten in Unit_1 wordt gekeken – waarbij zowel de Testpersonen uit Test_1 als de Testpersonen uit Test_2 in de analyses zijn meegenomen - dan blijkt dat het opnieuw aanpassen van de gevel tot een hoger gevoel heeft geleid dat controle uitgeoefend kan worden: Mdn = 6 om Mdn = 5; M = 5.19 om 5.0. Zoals Figuur 6-38 laat zien, is het effect significant: U = 854.; z = -2.327; p < .05; r = -.24.

§ 6.8.3.1 Conclusies

De data laat zien dat het bedienen van AfaG een positieve invloed heeft op het gevoel controle over het binnenklimaat uit te kunnen oefenen. Dit effect treedt tweemaal op. Zowel de eerste keer dat AfaG bediend mocht worden (U = 542.5, z = -2.697, p < .05, r = - .3) als ook de tweede keer (U = 854.; z = -2.327; p < .05; r = -.24) dat het veranderen van de gevelconfiguratie op een misschien vrijwilliger basis werd gedaan.

§ 6.8.4 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit

In deze paragraaf wordt ingezoomd op de ervaringen van de gebruikers met AfaG. Hoe ingewikkeld vonden zij het bedienen en hoe effectief was AfaG in hun ogen bij het wegnemen van discomfort. In de na afloop van de tests ingevulde enquête is naar het bedieningsgemak en de effectiviteit gevraagd. De vragen konden worden beantwoord op een 7 punts-schaal. Verder wordt er onderzocht of deze ervaringen invloed hebben gehad op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

In Paragraaf 6.8.2.2 is afgevraagd waarom de Testpersonen die in Unit 1 AfaG voor de tweede maal hadden bediend minder tevreden over het binnenklimaat waren dan degenen die dat blijkbaar niet noodzakelijk vonden. In die Paragraaf is verder de relatie tussen de heersende temperaturen en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' onderzocht. Die relatie lag voor de hand en kwam ook aan het licht: de heersende temperaturen bleken van invloed. Maar de mindere tevredenheid was niet volledig verklaard door de te lage temperaturen.

Mogelijk kan het onbekend zijn met AfaG hebben geleid tot de mindere tevredenheid. Zoals in Paragraaf 4.4.2 is besproken is getracht om de materialisatie van AfaG zo dicht mogelijk aan te laten sluiten op een intuïtief gebruik. De hypothese was dat zo het gewenste gedrag door de gebruiker als het meest natuurlijke gedrag zal worden ervaren (Heijs, 2006; Tromp, 2013; Norman, 2004). In Paragraaf 4.5 – de ontwerpuitgangspunten van AfaG – is gesteld dat de gevel is opgebouwd uit lagen doek om de gebruiker de associatie met kleding te kunnen laten leggen. Daarnaast moet echter met AfaG de context in gebouwen wezenlijk veranderen. Een andere context kan leiden tot een herijking van het (gewoonte)gedrag (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009).

Aansluiten op de intuïtie en tegelijkertijd een totaal nieuwe context bieden, klinkt haast paradoxaal. De niet altijd even significante en sterke relatie tussen de vergrote controle die AfaG biedt en de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' kan erop wijzen dat AfaG misschien toch te vreemd is en in haar gebruik minder intuïtief is dan voorspeld. En dat de hypothese dus niet klopt.

Het verkeerd toepassen – of anders gezegd: uit een bepaalde handeling niet het gewenste/verwachte effect bereiken – kan tot frustraties en tot afwijzing van het controlemechanisme leiden (De Dear et al., 2013; Leaman & Bordass, 1999; Lin,

2005; Brown & Cole, 2009; Lin,2005; Kasser & Sheldon, 2002; Vermeir & Verbeke, 2006; Thøgersen & Grønhøj, 2010; Cohen et al., 1986).

Met het onderzoek kan niet alleen worden bepaald of de efficiëntie van AfaG iets zegt over de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat', maar het onderzoek naar de efficiëntie is ook relevant omdat de indeling naar type α- of β-ruimte afhankelijk is van hoe het controlemechanisme is ervaren. Wordt AfaG niet als zijnde efficiënt beoordeeld dan levert deze gevel in principe volgens de ISSO 74: 2014 niet een α-ruimte op, waar tot nu toe vanuit is gegaan (zie Paragraaf 5.1.1).

Het onderzoek naar het Bedieningsgemak, Begrip, het beschouwen als een Persoonlijke Prestatie en de Effectiviteit wordt vooral verricht op basis van de data afkomstig van de Testpersonen die zowel in Test 1 als in Test 2 in Unit_1 hebben gezeten. Alleen zij mochten AfaG daadwerkelijk bedienen. Aan dit onderzoek liggen de volgende hypothesen ten grondslag:

Hypothese H_8 : Hoe beter AfaG wordt begrepen - hoe intuïtiever het gebruik - hoe hoger de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o8} : Het begrip van AfaG heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Hypothese H_9 : De gerapporteerde effectiviteit van de controlemechanismen – AfaG - heeft invloed op het gevoel van 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o9} : De gerapporteerde effectiviteit van de controlemechanismen – AfaG – heeft geen invloed op het gevoel van 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Hypothese H_{10} : Het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat door het hanteren van AfaG heeft een positieve invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Nulhypothese H_{o10} : Het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat door het hanteren van AfaG heeft geen invloed op de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Begrijpt de deelnemer de werking van de adaptieve gevel

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Slecht	2	2,1	2,1	2,1
	Vrij slecht	3	3,1	3,1	5,2
	Vrij goed	27	28,1	28,1	33,3
	Goed	38	39,6	39,6	72,9
	Heel goed	26	27,1	27,1	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

Hoe moeilijk vindt u de bediening van de gevel

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Heel moeilijk	2	2,1	2,1	2,1
	Moeilijk	1	1,0	1,0	3,1
	Vrij moeilijk	10	10,4	10,4	13,5
	Neutraal	14	14,6	14,6	28,1
	Vrij gemakkelijk	22	22,9	22,9	51,0
	Gemakkelijk	22	22,9	22,9	74,0
	Heel gemakkelijk	25	26,0	26,0	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

FIGUUR 6.39 SPSS uitdraai – Begrip Werking AfaG (Boven) en Ervaren moeilijkheid bediening AfaG (onder).

Figuur 6-39 laat zien dat 5,2% van de Testpersonen AfaG 'Slecht' of 'Vrij slecht' heeft begrepen. 66,6% begreep de werking van AfaG 'Goed' of zelfs 'Heel goed'. Een royale meerderheid (71,8%) vond de Bediening van AfaG gemakkelijk. 13,5% vond de bediening daarentegen 'Heel moeilijk' tot 'Vrij moeilijk'.

Correlations

			Vond u het binnen te warm of te koud	Begrijpt de deelnemer de werking van de adaptieve gevel
Spearman's rho	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	1,000	,028
		Sig. (2-tailed)	.	,787
		N	97	97
	Begrijpt de deelnemer de werking van de adaptieve gevel	Correlation Coefficient	,028	1,000
		Sig. (2-tailed)	,787	.
		N	97	97

Correlations

			Vond u het binnen te warm of te koud	Hoe moeilijk vindt u de bediening van de gevel
Spearman's rho	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	1,000	,012
		Sig. (2-tailed)	.	,910
		N	97	97
	Hoe moeilijk vindt u de bediening van de gevel	Correlation Coefficient	,012	1,000
		Sig. (2-tailed)	,910	.
		N	97	97

FIGUUR 6.40 SPSS uitdraai – Correlatie Begrip Werking AfaG (boven) en Ervaren moeilijkheid bediening (onder) AfaG en 'Comfortbeleving'.

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Begrijpt de deelnemer de werking van de adaptieve gevel
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	,181
		Sig. (2-tailed)	.	,076
		N	97	97
	Begrijpt de deelnemer de werking van de adaptieve gevel	Correlation Coefficient	,181	1,000
		Sig. (2-tailed)	,076	.
		N	97	97

Correlations

			Hoe moeilijk vindt u de bediening van de gevel	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Spearman's rho	Hoe moeilijk vindt u de bediening van de gevel	Correlation Coefficient	1,000	,056
		Sig. (2-tailed)	.	,584
		N	97	97
	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	,056	1,000
		Sig. (2-tailed)	,584	.
		N	97	97

FIGUUR 6.41 SPSS uitdraai – Correlatie Begrip werking AfaG (boven) en Ervaren moeilijkheid bediening AfaG en 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Er is geen significante relatie tussen het 'Begrip van de Werking' van AfaG en de 'Comfortbeleving' (rs (97) = .028, p > .05) en tussen het 'Bedieningsgemak' en de 'Comfortbeleving' (rs (97) = .012, p > .05) gevonden. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' blijkt in deze tests evenmin relatie te hebben met het 'Begrip van de Werking' van AfaG (rs (97) = .181, p > .05) en het 'Bedieningsgemak': rs (97) = .056, p > .05.

De vraag of het gecreëerde binnenklimaat als een 'Persoonlijke Prestatie' wordt beschouwd is zowel aan de Testpersonen in Unit 1 als die in Unit 2 van Test_1 gesteld. Door de Testpersonen in Unit_1 is het gecreëerde binnenklimaat sterker als een 'Persoonlijke Prestatie' beschouwd dan door de Testpersonen in Unit_2: Mdn = 5,0 om Mdn = 2,0; M = 4.44 om M = 2.77.

Het hebben van controle heeft een significant en sterk effect op het gevoel dat het gecreëerde binnenklimaat een 'Persoonlijke Prestatie' is: U = 1896, z = - 6.301, p < .05, r = .47. Het voor de tweede maal bedienen van AfaG versterkt dit effect niet. Beide Medianen zijn gelijk: 5.0. Het effect van het opnieuw bedienen van de gevel bleek niet significant, U = 1005.5, z = -1.157, p > .05.

Correlations

			Vond u het binnen te warm of te koud	Beschouwt u het binnenklimaat als een persoonlijke prestatie
Spearman's rho	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	1,000	-,057
		Sig. (2-tailed)	.	,443
		N	181	181
	Beschouwt u het binnenklimaat als een persoonlijke prestatie	Correlation Coefficient	-,057	1,000
		Sig. (2-tailed)	,443	.
		N	181	181

Correlations

			Beschouwt u het binnenklimaat als een persoonlijke prestatie	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat
Spearman's rho	Beschouwt u het binnenklimaat als een persoonlijke prestatie	Correlation Coefficient	1,000	,092
		Sig. (2-tailed)	.	,218
		N	181	181
	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	,092	1,000
		Sig. (2-tailed)	,218	.
		N	181	181

FIGUUR 6.43 SPSS uitdraai – Relatie Het beschouwen van het binnenklimaat als een Persoonlijke Prestatie met de 'Comfortbeleving' (boven) en met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

Het gevoel dat het binnenklimaat een 'Persoonlijke Prestatie' is, heeft geen significante invloed op de 'Comfortbeleving' gehad, rs (181) = - .057, p > .05. Ook als alleen gekeken wordt naar Unit_1 waarin de Testpersonen AfaG mochten bedienen en een directe invloed hadden op het binnenklimaat blijkt er geen relatie gevonden te worden: rs (97) = - .175, p > .05.

De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' blijkt evenmin een relatie te hebben met het als een 'Persoonlijke Prestatie' beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat: rs (181) = .092, p > .05. Dit geldt ook voor de Testpersonen die in Unit 1 hebben gezeten en daadwerkelijk controle hebben mogen uitvoeren: rs (97) = .167, p > .05. En voor de Testpersonen die in Unit 1 AfaG voor een tweede maal hebben bediend: rs (54) =.219, p > .05. Al wordt het effect wel steeds iets sterker.

In de enquête is gevraagd of de Testpersonen AfaG als een effectieve methode zagen om het binnenklimaat te beheersen. Deze vraag is alleen gesteld aan de Testpersonen in Unit_1. De Mediaan (6.0) en het Gemiddelde (5.75) lagen vrij hoog; de Testpersonen zagen AfaG als een effectief middel om het binnenklimaat te beheersen. De effectiviteit van de gevel wordt door de Testpersonen die de gevel voor een tweede maal hebben bediend (Mdn = 6.0) hoger ingeschat dan door de Testpersonen die dat niet hebben gedaan (Mdn = 5.0), U =763.0, z = -3.057, p < .05, r = -.31.

			Bent u in staat om met deze gevel het binnenklimaat prettiger te krijgen	Vond u het binnen te warm of te koud
Spearman's rho	Bent u in staat om met deze gevel het binnenklimaat prettiger te krijgen	Correlation Coefficient	1,000	-,107
		Sig. (2-tailed)	.	,297
		N	97	97
	Vond u het binnen te warm of te koud	Correlation Coefficient	-,107	1,000
		Sig. (2-tailed)	,297	.
		N	97	97

Correlations

			Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Bent u in staat om met deze gevel het binnenklimaat prettiger te krijgen
Spearman's rho	Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat	Correlation Coefficient	1,000	,255*
		Sig. (2-tailed)	.	,012
		N	97	97
	Bent u in staat om met deze gevel het binnenklimaat prettiger te krijgen	Correlation Coefficient	,255*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,012	.
		N	97	97

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

FIGUUR 6.44 SPSS uitdraai – Relatie Effectiviteit van AfaG met de 'Comfortbeleving' en met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

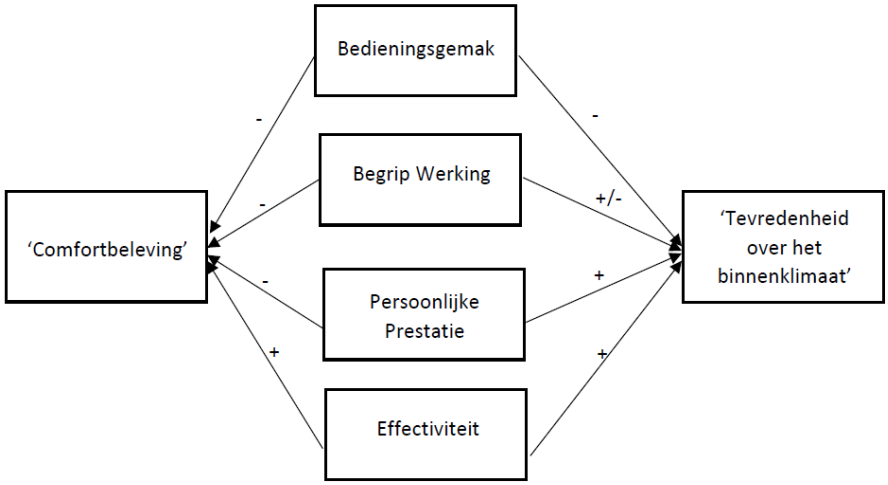
De effectiviteit heeft geen significante invloed op de 'Comfortbeleving', rs (97) = -.107, p > .05. De mate van effectiviteit blijkt wel een significante correlatie te hebben met de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Dit geldt zowel voor de volledige testpopulatie in Unit 1 (rs (97) = .26, p < .05) als voor hen die AfaG voor de tweede maal hebben bediend en zij die dat niet hebben gedaan. Alleen is de correlatie voor de eerste groep sterker: rs (54) = .384, p < .001 om rs (43) = .319, p < .05.
Naast deze zelf gerapporteerde effectiviteit is ook getracht om op een andere manier te doorgronden hoe goed de Testpersonen het gevelsysteem hebben begrepen. Zoals eerder gesteld is 'bij Aanvang' van de test in Unit 1 AfaG in een verkeerde configuratie opgehangen om zo de Testpersonen min of meer te dwingen (verleiden) om het gevelsysteem te bedienen. De tijd die de Testpersonen nodig hadden om tot een verbeterde configuratie van de doeken te komen, is gemeten. Hoe sneller de gevel is aangepast hoe als intuïtiever de handelingen beschouwd mogen worden. Hoe aarzelender hoe meer cognitieve inspanning blijkbaar verricht moest worden (Blackler et al., 2010). Deze onderzoekers stellen dat een apparaat als intuïtief bedienbaar mag worden beschouwd wanneer binnen 5 seconden begonnen wordt met het bedienen ervan (ibid).

Gemiddeld hadden de Testpersonen 4.75 seconden nodig om een idee te vormen van het in de Testunit heersende en het gewenste binnenklimaat en de mogelijkheden van AfaG en om deze analyses te vertalen in de op dat moment ideale configuratie van AfaG. Dit valt binnen de norm, zoals die bepaald door Blackler et al. (2010).

Naast het schijnbaar intuïtieve van de gevel is in deze test ook onderzocht of deze intuïtie de juiste gevelsamenstelling oplevert. Nu heeft de juistheid in het bedienen van AfaG een andere waarde en betekenis dan bij apparaten zoals fotocamera's uit Blackler's studie. Of een testpersoon erin geslaagd is om een foto met de juiste belichting te maken is tamelijk objectief vast te stellen – bij een activerende en adaptieve gevel is die objectiviteit minder strak. Het gegeven dat in 55 van de 97 tests de Testpersonen voor dezelfde gevelconfiguratie kozen als in Unit 2, waar de gevelconfiguratie door de Testafnemer is bepaald en als de meest geschikte mag worden beschouwd, zegt op zich niet veel. De juiste configuratie van de gevel is namelijk afhankelijk van de voorkeuren van de Testpersonen. Dat is de essentie van een adaptief gevelsysteem. Zoals in Paragraaf 6.8.2.5 is betoogd kan het anders instellen dan de controle-unit ook aan *Alliesthesi*a worden toegeschreven. Dat gedurende de test 54 van de 97 Testpersonen de configuratie van de gevel hebben aangepast en de zelf gekozen eindconfiguratie nog altijd in 46 van de 96 gevallen afweek van de door de Testafnemer ingestelde doekenconfiguratie zegt niet veel over de kwaliteit van de initiële intuïtie. Dat wat aan het begin van de test als goed of voldoende aanvoelde – zeker omdat in een aantal gevallen van relatief lage buitentemperaturen de Testunits binnengetreden werd – kon na een tijd stilzitten als te koud zijn ervaren.

Pas wanneer men aangaf ontevreden over het binnenklimaat te zijn of het binnen 'Te koud'/'Te warm' of 'Veel te koud'/'Veel te warm' te vinden en niet de mogelijkheden van AfaG volledig had benut - kan worden gesteld dat AfaG niet volledig werd begrepen. Slechts in één geval bleek de gevelconfiguratie van Unit 1 niet gelijk aan die van Unit 2, waren er nog mogelijkheden om de thermische werking van de gevel te verbeteren en was de Testpersoon in Unit 1 ontevreden over het binnenklimaat. Overigens was het toen ook behoorlijk koud binnen (15,3°C 'bij Aanvang') en werd het ondanks het feit dat een extra doek werd dichtgeschoven ook niet warmer (14,9°C 'na Afloop').

§ 6.8.4.1 Comfortbeleving en Tevredenheid versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit - Conclusies



FIGUUR 6.45 Relaties 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' versus Bedieningsgemak, Begrip, Persoonlijke Prestatie, Effectiviteit. De +-jes geven aan dat er een significante relatie is gevonden; de –tjes geven aan dat er geen significante relatie is gevonden.

In Paragraaf 6.8.2.3 is afgevraagd of de lagere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' bij een tweede keer bedienen van AfaG veroorzaakt zou kunnen zijn door het anders-zijn van AfaG. Mogelijk heeft het vreemde en het lastige en noodzakelijke bedienen van de gevel de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' negatief beïnvloed. Dit refereert aan de zogenaamde lage kosten-theorie die stelt dat de neiging bestaat om het duurzame gedrag te laten varen als de kosten van de gevergde inspanning - uitgedrukt in tijd of geld of ongemak - te hoog worden (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Turaga et al., 2011). Deze reactie is niet gevonden in de uitgevoerde tests. AfaG werd door 86,5% van de Testpersonen als niet lastig te bedienen ervaren en zowel de 'Comfortbeleving' als de Tevredenheid werd niet significant beïnvloed door het bedieningsgemak.

Uit andere studies is naar voren gekomen dat hoe beter wordt begrepen hoe het binnenklimaat tot stand komt en kan worden gestuurd hoe groter de tevredenheid is (Leaman &Bordass, 2001; 2007; Gou, Prasad & Siu-Yu Lau, 2013; Rohles, 2007). Dit

onderzoek bevestigt deze stelling niet. AfaG werd door de meeste Testpersonen goed begrepen, maar de correlatie tussen het Begrip van de werking en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' bleek (net) niet significant ($p = .076$). Het effect was gering ($rs (97) = .181$). Het als fysieker te beoordelen 'Comfortbeleving' is niet significant beïnvloed door het Begrip van de Werking van AfaG.

De snelheid waarmee AfaG door de Testpersonen in de voor hen juiste configuratie hebben gemanoeuvreerd, wijst er misschien op dat het systeem goed werd doorgrond. Gemiddeld startte de Testpersonen na 4,75 seconden met het veranderen van de gevel en volgens Blackler et al. (2010) mag er dan vanuit worden gegaan dat de bediening intuïtief is. Het is echter de vraag hoeveel waarde aan deze observering gehecht moet worden. Blackler et al. (2010) stelde de 'norm' voor intuïtief gebruik op basis van tests met fototoestellen. Een gevel is in haar gebruik niet te vergelijken met een gebruiksvoorwerp – zeker bij AfaG en onder de omstandigheden van de tests zal de acclimatisatie zeker ook een rol hebben gespeeld. Of AfaG goed is begrepen en vooral als effectief middel is ingezet kan daarom beter worden bepaald door te onderzoeken hoeveel Testpersonen ontevreden over het binnenklimaat waren, maar nog niet alle mogelijkheden van AfaG hadden benut om het ervaren discomfort op te heffen. Dit bleek slechts 1 testpersoon te zijn.

Het mogen bedienen van AfaG leidde er toe dat het binnenklimaat sterker als een Persoonlijke Prestatie werd beschouwd: $U = 1896$, $z = - 6.301$, $p < .05$, $r = .47$. Het opnieuw bedienen van de gevel heeft dat gevoel niet versterkt ($U = 1005.5$, $z = -1.157$, $p > .05$).

Het gevoel dat het binnenklimaat een Persoonlijke Prestatie is, heeft geen significante invloed op de 'Comfortbeleving' en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gehad, $rs (181) = - .057$, $p > .05$; $rs (181) = .092$, $p > .05$. Wel neemt de correlatie tussen het als een Persoonlijke Prestatie beschouwen en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' met het toenemen van het aantal keer bedienen van de gevel in kracht toe: $rs (97) = .167$, $p > .05$ en $rs (54) =.219$, $p > .05$.

Het gevoel dat AfaG een effectief middel is om het binnenklimaat te reguleren werd door veel van de Testpersonen onderschreven. De Testpersonen in Unit 1 die AfaG voor een tweede maal hebben bediend, schatten de effectiviteit hoger in dan degenen die dat niet hebben gedaan (Mdn = 6.0 om Mdn = 5.0; $U =763.0$, $z = -3.057$, $p < .05$, $r = -.31$). Blijkbaar vond men het niet vervelend en zag men het niet als een persoonlijk falen dat AfaG opnieuw bediend moest worden. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft een correlatie met de effectiviteit van AfaG, respectievelijk: $rs (97) = .26$, $p < .05$. Het effect op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' wordt sterker bij

de Testpersonen die tijdens de test nogmaals AfaG hebben bediend: rs (54) = .384, p < .001.

Ten slotte mag op basis van dit onderzoek worden geconcludeerd dat AfaG door de Testpersonen als een effectief middel is beschouwd om het binnenklimaat aan te passen aan de wensen. En is de eerdere aanname dat een ruimte met een adaptieve AfaG conform ISSO 74:2014 een α-ruimte is, een rechtvaardige gebleken.

§ 6.9 Analyse van Covariantie

De verschillende relaties in het model dat in Paragraaf 6.3 is geïntroduceerd, zijn onderzocht. In zekere zin kan het antwoord op Deelvraag 7 - *Wat zijn de invloeden van de verhoogde controle die de activerende gevel biedt op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'*? – nu geformuleerd worden.

Zoals in de Paragraaf 6.3.1 echter is gesteld, kan een analyses of covariance (ANCOVA) waardevoller zijn dan al die afzonderlijke analyses omdat hiermee niet alleen in één analyse de beïnvloeding van alle kwantitatieve en kwalitatieve variabelen op de afhankelijk variabel (in dit onderzoek 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en/of 'Comfortbeleving') kan worden bepaald, maar ook omdat de beïnvloeding van de verschillende covarianten en factoren op elkaar wordt meegenomen.

Om deze analyse uit te kunnen voeren moet de data normaal verdeeld zijn. Dat bleek niet het geval. De resultaten uit de uitgevoerde non-parametrische tests verschillen echter weinig van de resultaten uit de parametrische tests die eveneens zijn uitgevoerd. Of de relatie significant of niet was en de richting van de relatie was steeds gelijk – alleen de kracht van het effect verschilde soms. Hieruit mag geconcludeerd worden dat hoewel de data niet normaal is verdeeld, zij zich wel min of meer als zijnde normaal verdeeld gedraagt.

En dit betekent dat een ANCOVA uitgevoerd kan worden.

In SPSS heet deze rekenprocedure General Lineair Model-Univariate (GLM-univariate).

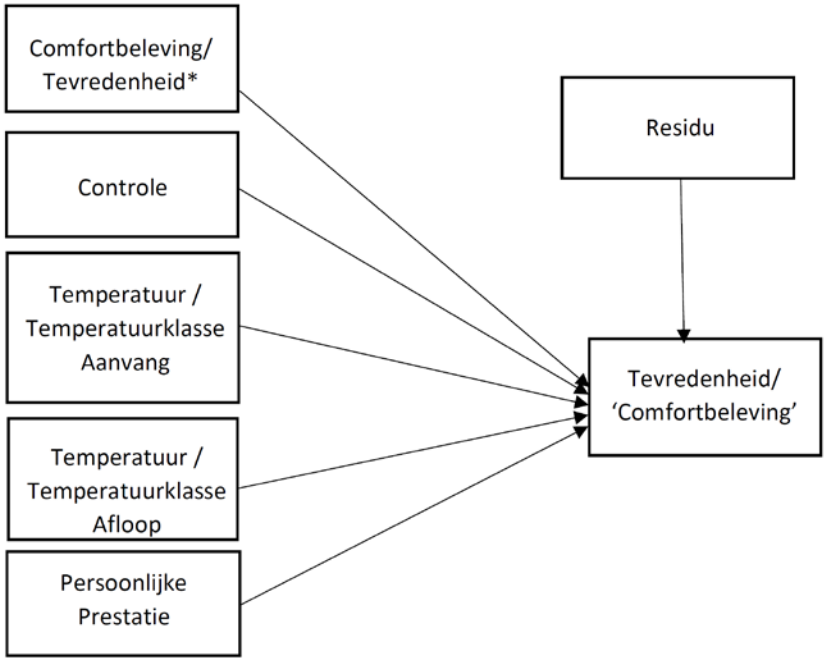
Het in Paragraaf 6.3 geïntroduceerde model wordt voor de ANCOVA enigszins aangepast. Deels omdat de invloed van de variabel Leeftijd op de 'Comfortbeleving'/'Tevredenheid over het binnenklimaat' niet goed onderzocht kan

worden en deels omdat het zinnig lijkt om de verschillende elementen waaruit controle in voorgaande model is opgebouwd uit te splitsen in verschillende variabelen – zoals dat overigens ook in voorgaand onderzoek is gedaan.

Als nadeel kan de grote hoeveelheid variabelen worden beschouwd waaruit het model nu is opgebouwd. In voorgaande paragrafen is onderbouwd dat verwacht mag worden dat deze variabelen daadwerkelijk een invloed op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'/'Comfortbeleving' uitoefenen. Mocht uit de ANCOVA blijken dat bepaalde variabelen geen significante of een heel kleine invloed op de afhankelijke variabelen hebben uitgeoefend dan zullen ze alsnog uit het model worden gehaald.

§ 6.9.1 ANCOVA – Model 1

Uit Paragraaf 6.4 is gebleken dat 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' niet onder één nieuwe schaal ondergebracht mogen worden. Er zullen 4 verschillende ANCOVA's worden gedraaid. Eerst wordt alleen de data uit Test_1 gebruikt. Dit laat het verschil zien tussen Unit 1 en Unit 2 (het verschil tussen het mogen bedienen van AfaG of het genoegen moeten nemen met een door de Testafnemer bepaalde configuratie van AfaG). Dit leidt tot het volgende model:



FIGUUR 6.46 Verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' aan de hand van Test_1. Testpersonen in Unit 1 mochten AfaG bedienen – Testpersonen in Unit 2 konden geen controle uitoefenen.

Allereerst is onderzocht of en hoe de verschillende variabelen invloed uitoefenen op de afhankelijke variabel 'Comfortbeleving'. Hierbij wordt de data uit Test_1 gebruikt – omdat hier de scheiding tussen het hebben van controle en het niet hebben van controle het scherpst was. Het uitoefenen van controle is een kwalitatieve variabel. De andere variabelen zijn kwalitatief en worden als covariant in de GLM-univariate rekenprocedure ingevoerd.

Figuur 6-47 maakt duidelijk dat de onafhankelijke variabelen een zeer significant effect hebben op de 'Comfortbeleving' ($F(1,74) = 8.345$, $p < .001$, $\eta 2 = R^2 = .40$. En dit is een gemiddeld effect (Cohen, 1988). Het model is betrouwbaar. Zoals de tabel laat zien, is de 'Comfortbeleving' significant beïnvloed door de 'Tevredenheid over

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Vond u het binnen te warm of te koud

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	19,065[a]	6	3,177	8,345	,000	,400
Intercept	,292	1	,292	,768	,384	,010
Tevreden	13,121	1	13,121	34,461	,000	,315
ATGtemp	1,126	1	1,126	2,956	,090	,038
ATGtempn	,123	1	,123	,323	,571	,004
Tbia	2,245	1	2,245	5,897	,018	,073
Tbin	,007	1	,007	,019	,890	,000
controleunit	,060	1	,060	,157	,693	,002
Error	28,557	75	,381			
Total	297,000	82				
Corrected Total	47,622	81				

a. R Squared = ,400 (Adjusted R Squared = ,352)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	64,790[a]	7	9,256	9,387	,000	,470
Intercept	8,526	1	8,526	8,646	,004	,105
ATGtemp	,043	1	,043	,043	,836	,001
ATGtempn	3,232	1	3,232	3,278	,074	,042
Tbia	,699	1	,699	,709	,402	,009
Tbin	,968	1	,968	,982	,325	,013
Klimaat	32,804	1	32,804	33,269	,000	,310
Prestatie	3,690	1	3,690	3,742	,057	,048
controleunit	,254	1	,254	,258	,613	,003
Error	72,966	74	,986			
Total	2456,000	82				
Corrected Total	137,756	81				

FIGUUR 6.47 SPSS uitdraai – ANCOVA-model met 'Comfortbeleving' als afhankelijke variabel (boven) en met 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als afhankelijke variabel (onder). Op basis van Test_1 waarin de Testpersonen in Unit 1 controle mochten uitoefenen en de Testpersonen in Unit 2 dat niet mochten.

het binnenklimaat' ($F(1,75) = 34.461$, $p > .001$; $\eta 2 = .315$) en de Temperatuur 'bij Aanvang' ($F(1,75) = 5.897$, $p < .05$; $\eta 2 = .073$). Het effect van de Temperatuur 'bij Aanvang' is zwak.

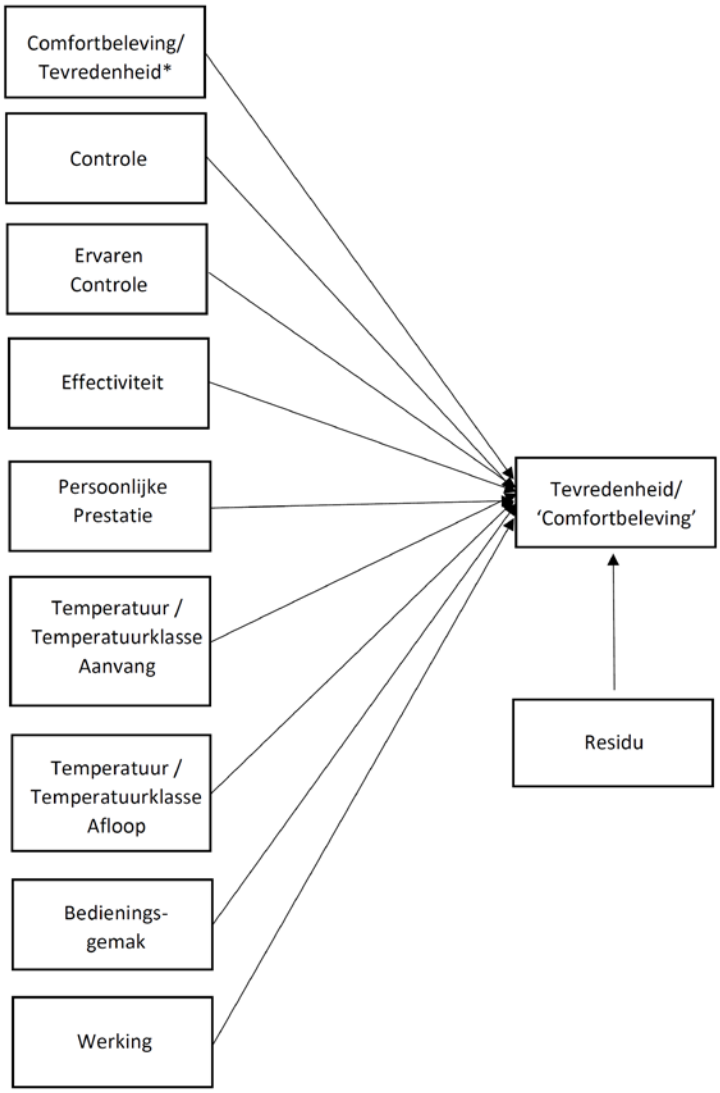
Wordt eenzelfde analyse uitgevoerd maar dan met 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als afhankelijke variabel dan blijken de onafhankelijke variabelen opnieuw een zeer significant effect te hebben op de afhankelijke variabel: ($F(6,74) = 9.964$, $p < .001$, $R^2 = .44$. Een iets sterker effect dan het vorige besproken model. Alleen de 'Comfortbeleving' heeft een significant effect op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Het als een Persoonlijke Prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat is niet significant en het effect is zwak ($F(1,74) = 3,742$, $p = .057$; $\eta 2 = .05$. Zowel bij de 'Comfortbeleving' als bij de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' heeft het hebben van controle geen significant effect.

§ 6.9.2 ANCOVA – Model 2

Zoals in Paragraaf 6.8.2.1 is gesteld, zou het in eerste instantie bedienen van AfaG door de Testpersonen niet als een volledig vrijwillige actie beschouwd kunnen worden. Zij werden mogelijk gestuurd door de omstandigheden binnen – die waren koud – maar vooral door de aanwezigheid van de Testafnemer die hen hielp bij het voor de eerste keer instellen van AfaG. Het is mogelijk dat zij - al dan niet bewust - een vorm van sociale druk hebben ervaren.

Daarom is het relevant om te achterhalen of de personen die AfaG gedurende de test voor een tweede of derde keer hebben bediend en gedurende de test de configuratie van AfaG hebben veranderd een positievere 'Comfortbeleving' hebben en een hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben ervaren dan de Testpersonen die dat niet hebben gedaan. Zo zou bepaald kunnen worden of het uit zichzelf voortvloeiende gedrag – de Testafnemer was weg – invloed heeft uitgeoefend op de afhankelijke variabelen. Hiertoe wordt alleen de data gebruikt afkomstig uit Unit 1 – dit is de Unit waarin de Testpersonen AfaG mochten bedienen. Wel zijn zowel de resultaten uit Test_1 als uit Test_2 in de analyse betrokken. Voor de Testpersonen in Unit 1 waren beide tests identiek.

Het gebruikte model kan uitgebreider gemaakt worden omdat nu geen rekening gehouden hoeft te worden met de Testpersonen in Unit 2 die AfaG niet mochten bedienen en niets zinnigs over de werking, de effectiviteit en het gevoel van controle dat AfaG oplevert kunnen zeggen. Dit leidt tot het volgende model:



FIGUUR 6.48 Verschil in 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' aan de hand van de data afkomstig uit Unit 1.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Vond u het binnen te warm of te koud

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	18,842[a]	11	1,713	3,978	,000	,340
Intercept	,304	1	,304	,706	,403	,008
Werking	,432	1	,432	1,003	,319	,012
Bediening	,210	1	,210	,489	,486	,006
Tevreden	13,700	1	13,700	31,816	,000	,272
Prestatie	,093	1	,093	,217	,643	,003
Controle	,212	1	,212	,493	,485	,006
Effectiviteit	,008	1	,008	,018	,895	,000
ATGtemp	,177	1	,177	,412	,523	,005
ATGtempn	,048	1	,048	,112	,739	,001
Tbia	,341	1	,341	,792	,376	,009
Tbin	,751	1	,751	1,745	,190	,020
Adap01	,619	1	,619	1,439	,234	,017
Error	36,601	85	,431			
Total	326,000	97				
Corrected Total	55,443	96				

a. R Squared = ,340 (Adjusted R Squared = ,254)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	65,296[a]	11	5,936	7,351	,000	,488
Intercept	4,950	1	4,950	6,130	,015	,067
Werking	,918	1	,918	1,137	,289	,013
Bediening	,664	1	,664	,823	,367	,010
Prestatie	2,886	1	2,886	3,574	,062	,040
Controle	,265	1	,265	,328	,568	,004
Effectiviteit	2,565	1	2,565	3,177	,078	,036
ATGtemp	1,090	1	1,090	1,350	,249	,016
ATGtempn	1,741	1	1,741	2,155	,146	,025
Tbia	,689	1	,689	,853	,358	,010
Tbin	3,157	1	3,157	3,910	,051	,044
Klimaat	25,693	1	25,693	31,816	,000	,272
Adap01	6,596	1	6,596	8,168	,005	,088
Error	68,643	85	,808			
Total	3008,000	97				
Corrected Total	133,938	96				

a. R Squared = ,488 (Adjusted R Squared = ,421)

FIGUUR 6.49 SPSS uitdraai – ANCOVA-model met 'Comfortbeleving' als afhankelijke variabel (boven) en met 'Tevredenheid over het binnenklimaat' als afhankelijke variabel (onder). Op basis van de tests in Unit 1 met als doel om te achterhalen of het opnieuw bedienen van AfaG de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beïnvloedt.

Figuur 6-49 maakt duidelijk dat de onafhankelijke variabelen een zeer significant effect hebben op de 'Comfortbeleving' ($F(11,85) = 3.978$, $p < .001$, $R^2 = .34$. Van de gekozen variabelen heeft alleen 'Tevredenheid over het binnenklimaat' (Tevreden) ($F(1,85) = 31.816$, $p < .001$; $\eta 2 = .272$) een effect op de 'Comfortbeleving'. Ook het opnieuw bedienen van AfaG (adaptatie) heeft geen significant en het effect was bovendien zwak: $F(1, 85) = 1.439$, $p > .05$, $\eta 2 = .002$.

Het model dat de invloed van de onafhankelijke variabelen op de afhankelijke variabel 'Tevredenheid over het binnenklimaat' laat zien (Figuur 6-49 onder), is evenzeer zeer significant en wat krachtiger dan het model dat de 'Comfortbeleving' in kaart bracht: $F(11, 85) = 7.351$, $R^2 = .49$. Op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' blijken meerdere variabelen een significant effect te hebben: Temperatuur 'na Afloop' ($F(1,85) = 3.910$; $p = .05$; $\eta 2 = .044$); 'Comfortbeleving' ($F(1,85) = 31.815$; $p < .001$; $\eta 2 = .272$) en Het opnieuw bedienen van de gevel (Adap01) ($F(1,85) = 8.168$; $\eta 2 = .088$). Daarnaast zijn de Effectiviteit van de Gevel en het als een Persoonlijke Prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat net niet significant en hun effecten zijn gering: $\eta 2 = .04$ en $\eta 2 = .036$.

§ 6.10 Conclusies & Discussie

Hoofdstuk 6 had tot doel om een antwoord op de volgende deelvraag te vinden:

Wat zijn de invloeden van de verhoogde controle die de activerende gevel biedt op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'?

De ANCOVA's (Analysis of Covariance) laten zien dat alleen het opnieuw bedienen van AfaG significante invloed heeft gehad op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' ($F(1,85) = 8.168$; $p < .05$; $\eta 2 = .088$). Voor het direct bij binnenkomst mogen bedienen van AfaG is er geen significante invloed op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid

over het binnenklimaat' gevonden.[56] Uit de statistische analyses kan geconcludeerd worden dat de invloed van het mogen bedienen van AfaG en het controleren van het binnenklimaat op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' beperkt is. Dit is in tegenspraak met ander onderzoek waaruit is gebleken dat een verhoogde controle tot een eerdere en verhoogde tevredenheid leidt.

Er zijn kanttekeningen bij deze conclusie uit de ANCOVA's te plaatsen. Allereerst wil het feit dat er geen significante of krachtige beïnvloeding van het hebben van controle op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is gevonden, niet zeggen dat die beïnvloeding er ook echt niet was. De populatie kan te klein zijn geweest om significante relaties te vinden. Bovendien kunnen de kleine verschillen in 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Comfortbeleving' tussen de Testpersonen met en zonder controle ook wijzen op het feit dat alleen de aanwezigheid van een controlemechanisme al tot een positieve ervaring heeft geleid.

Een ANCOVA mag alleen worden uitgevoerd als de data normaal is verdeeld. Dit bleek niet het geval. Dat er desondanks toch ANCOVA's zijn uitgevoerd heeft te maken met de vondst dat de uitkomsten van de non-parametrische tests niet veel afweken van parametrische tests. Zoals gesteld moet voorzichtig omgegaan worden met de uitkomsten van de ANCOVA's. De rest van de conclusies zullen dan ook worden gebaseerd op basis van de non-Parametrische analyses die in SPSS 23 zijn uitgevoerd.

Er zijn ook inhoudelijke argumenten om een grotere invloed van controle op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' te veronderstellen. Het speciaal voor dit onderzoek gerealiseerde Testpaviljoen kende geen geklimatiseerde omgeving. Hierdoor fluctueerde het binnenklimaat mee met de buitenomstandigheden die aan de frisse kant waren (zie Figuur 6-8). De gemiddelde temperaturen binnen waren tijdens de tests laag. In 40,3% van de gevallen heerste aan het begin van de tests in de Testruimte een klimaat dat niet binnen één van de klimaatklassen zoals gedefinieerd door ISSO 74: 2014 viel. Na Afloop van de tests die

56 Dit verschil tussen het de eerste en tweede keer bedienen van de gevel kan worden verklaard. Het kan namelijk worden afgevraagd of de Testpersonen het voor de eerste keer bedienen van AfaG wel als een vrijwillige actie hebben beschouwd. Daar de configuratie van de doekengevel door de Testafnemers dusdanig was bepaald dat er in de Unit geen aangenaam binnenklimaat kon heersen, werden zij immers min of meer verplicht om AfaG te bedienen. Bovendien was tijdens het voor de eerste keer bedienen van de gevel de Testafnemer nog aanwezig om enerzijds het systeem uit te leggen en anderzijds hulp te bieden bij de bediening van AfaG. Helemaal zelfstandig was het bedienen van AfaG hierdoor niet. Bij de tweede keer bedienen zal dat gevoel niet aanwezig zijn geweest – er was sprake van werkelijke controle. En die controle uitte zich in een invloed op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'.

steeds 90 minuten duurden, lagen de temperaturen hoger, maar desalniettemin werd in 22,1% van de tests nog altijd temperaturen gemeten die onder de D-klasse vielen.

De beoordelingen van de binnenklimaten vielen gunstiger uit dan op basis van deze gegevens verwacht mocht worden. 17% van de Testpersonen die controle mochten uitvoeren, vond het binnen 'Te warm'/'Te koud' – dat was lager dan de Testpersonen die geen controle mochten uitoefenen (19,9%). De gemiddelde 'Comfortbeleving' in de Unit met controle was iets lager (M = 1,7; M = 1,8). Dit wil zeggen dat de Testpersonen in Unit 1 het binnenklimaat als iets neutraler hebben ervaren. De 'Tevredenheid over het binnenklimaat' bracht grotere verschillen tussen de Units aan het licht. Van de Testpersonen met controle was 10,6% Ontevreden, wat bijna gelijk is aan de kwalificaties van een B-klasse binnenklimaat (max 10 % Ontevredenen). In slechts 28,3% (Aanvang) en 37% (Afloop) heerste er daadwerkelijk een B-klimaat. Bij de Testpersonen zonder controle was het percentage Ontevredenen hoger (17,1%), terwijl er tijdens deze tests iets prettiger binnenklimaten heersten.

De relatief positieve beoordeling van het binnenklimaat zou gevoed kunnen zijn door de korte testduur. De Testpersonen werden 90 minuten 'blootgesteld' aan de soms te koude of te warme omstandigheden. Het kan worden afgevraagd of als de tests langer zouden hebben geduurd de beoordeling dan nog altijd even positief zou zijn geweest.

De omstandigheden en testduur waren voor zowel de Testpersonen in Unit 1 met controle als die in Unit 2 zonder controle gelijk. Het verschil in beoordeling kan hiermee derhalve niet worden verklaard. Het hebben van controle verklaart in deze tests het verschil echter ook niet. Er is namelijk geen significante relatie tussen het hebben van controle en de 'Comfortbeleving' en 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gevonden (respectievelijk: $U = 744.5$, $z = -.792$, $p > .05$, $r = -.09$ en $U = 775.0$, $z = -.463$, $p > .05$, $r = -.05$). De beide effecten zijn bovendien heel zwak.

De hogere 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de (iets) betere 'Comfortbeleving' bij de Testpersonen die controle mochten uitoefenen, verdwijnt bij degenen die voor een tweede keer AfaG hebben aangepast. Dat is opvallend want deze tweede keer bedienen van de gevel kan als werkelijk zelf geïnitieerde controle worden beschouwd. Echter, het percentage Testpersonen dat AfaG opnieuw heeft bediend en het binnenklimaat als 'Te warm'/'Te koud' of 'Veel te warm'/'Veel te koud' lag hoger dan bij degenen die AfaG niet opnieuw hebben bediend: 18,5% om 11,6%. En ook de 'onTevredenheid over het binnenklimaat' lag bij de eerste groep hoger dan bij de tweede: 11,1% versus 4,7%. De invloed van de tweede keer bedienen van AfaG op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is significant, $U = 852.00$, $z = -2.357$, $p < .05$. De kracht van het effect - $r = -.24$ - is matig (Cohen, 1988).

Dit resultaat kan worden verklaard op basis van de tijdens de tests heersende temperaturen. In de tests waarin de Testpersonen opnieuw AfaG hebben bediend, was het beduidend kouder. In 32,1% van de Tests lagen de temperaturen onder die van een D-klasse klimaat, terwijl dat bij de tests waarin de Testpersonen de configuratie niet hebben veranderd 20,9% was. Dit effect van te lage temperaturen werkt krachtig door omdat mensen gevoeliger zijn voor koude dan voor warmte.

Een Pearson's chi-square laat zien dat de Testpersonen AfaG hebben gebruikt om het binnenklimaat comfortabeler te krijgen. Heerste er gedurende de test een D-klasse klimaat dan heeft 83,3% van de Testpersonen ingegrepen en AfaG aangepast. Er bleek een significante relatie tussen de Temperatuur 'na Afloop' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' te bestaan bij degenen die AfaG minimaal tweemaal hebben bediend ($J = 379$, $z = -2.576$; $p < .05$; $r = -.35$). De negatieve waarde duidt erop dat met het slechter worden van het binnenklimaat de Ontevredenheid toeneemt.

Wat het ingrijpen in het binnenklimaat doormiddel van het bedienen van AfaG laat zien, is dat de Testpersonen vertrouwen in het gevelprincipe hadden om het binnenklimaat te verbeteren. Slechts in drie gevallen werd de kachel aangedaan voordat alle mogelijkheden van AfaG waren uitgenut – over dit gedrag gaat het volgende hoofdstuk. Dit vertrouwen wordt onderschreven in het onderzoek naar de ervaren effectiviteit van AfaG. Dit vertrouwen in het aangereikte controlemechanisme is een derde vorm van controle: de gebruikers moeten niet alleen controle kunnen uitoefenen, maar zij moeten ook het gevoel hebben dat die controle effectief is. Bijna 95% van de Testpersonen stelt de principes achter AfaG 'Vrij goed', 'Goed' of 'Heel goed' te begrijpen en 86,5% vond de bediening van het gevelsysteem gemakkelijk. Dat het systeem werd begrepen blijkt ook uit het feit dat de Testpersonen minder dan 5 seconden nodig hadden om bij binnenkomst met het veranderen van de configuratie van AfaG te beginnen. Dat AfaG goed werd begrepen blijkt ook uit het feit dat 1 Testpersoon niet alle mogelijkheden van AfaG had benut om discomfort op te heffen en toch stelde niet tevreden over het binnenklimaat te zijn. Alle andere Testpersonen waren of 'Tevreden over het binnenklimaat' of hadden alle mogelijkheden benut om met de gevel een comfortabeler binnenklimaat te creëren.

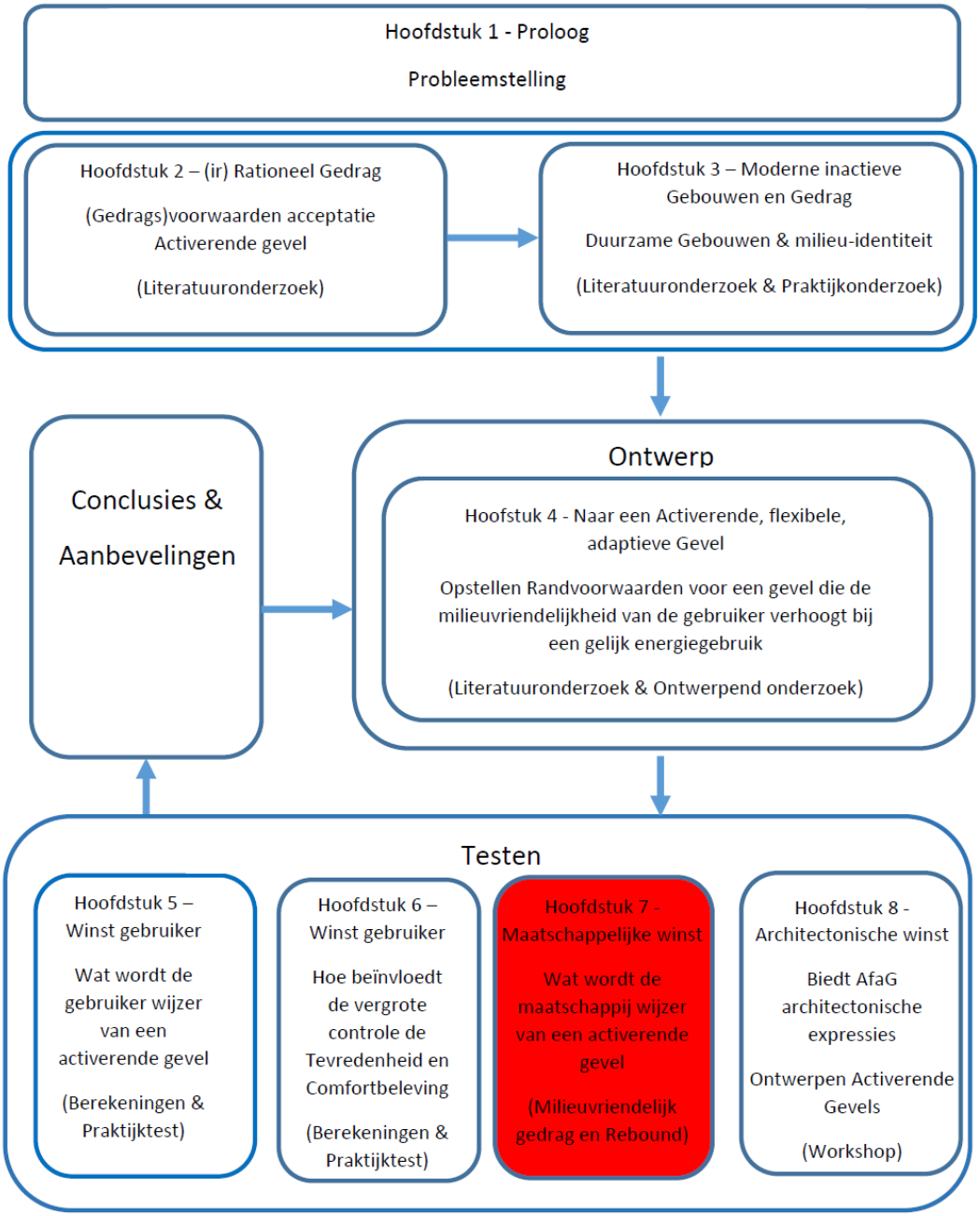
Het gevoel dat AfaG een effectief middel is om het binnenklimaat te reguleren werd door de Testpersonen onderschreven. Hierbij is het opvallend dat de Testpersonen in Unit 1 die AfaG voor een tweede maal hebben bediend de effectiviteit hoger inschatten dan degenen die dat niet hebben gedaan ($Mdn = 6.0$ om $Mdn = 5.0$; $U = 763.0$, $z = -3.057$, $p < .05$, $r = -.31$). Men vond het niet vervelend en zag men het niet als een persoonlijk falen dat AfaG opnieuw bediend moest worden. Het opnieuw bedienen van de gevel vergrootte het gevoel dat er controle over het binnenklimaat uitgeoefend kan worden ($U = 854.$; $z = -2.327$; $p < .05$; $r = -.24$).

De ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ heeft een correlatie met de effectiviteit van AfaG, respectievelijk: $rs (97) = .26$, $p < .05$. Het effect op de ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ wordt sterker bij de Testpersonen die tijdens de test nogmaals AfaG hebben bediend: $rs (54) = .384$, $p < .001$.

Dit resultaat kan op twee in elkaars verlengde liggende manieren verklaard worden. Allereerst blijkt dat hoe minder goed de omstandigheden zijn, hoe groter de behoefte om controle uit te oefenen en hoe effectiever de maatregelen voelen die ervoor zorgen dat het thermische klimaat verbetert. Dit wijst op een vorm van *Alliesthesia* die stelt dat externe stimuli die ervoor zorgen dat het lichaam kan terug keren naar de thermo-neutrale zone worden gewaardeerd. Hoe verder de omstandigheden verwijderd zijn van de thermo-neutrale zone hoe groter de waardering voor de maatregelen die ervoor kunnen zorgen dat een idealer binnenklimaat wordt benaderd. In de Testunits was het soms koud en AfaG hielp om het iets comfortabeler te krijgen. De affectie werd gericht op AfaG.

Ten slotte kunnen de Testpersoon zich ook als co-creator van het binnenklimaat hebben beschouwd. Dit blijkt uit het feit dat het hebben van controle een significant effect had op het gevoel dat het gecreëerde binnenklimaat een Persoonlijke Prestatie was ($U = 1896$, $z = - 6.301$, $p < .05$, $r = .47$). Hoewel het ervaren van een Persoonlijke Prestatie geen significante invloed heeft gehad op de ‘Comfortbeleving’ en de ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’, leidde de vergrote controle die AfaG biedt - ondanks de lage temperaturen - tot een (relatief) hoge ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’ en een positieve ‘Comfortbeleving’.

De bewijsvoering is misschien indirect, maar desondanks mag geconcludeerd worden dat het bedienen en de aanwezigheid van AfaG een positieve invloed heeft gehad op de ‘Comfortbeleving’ en de ‘Tevredenheid over het binnenklimaat’.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(Literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(Literatuuronderzoek & Praktijkonderzoek)
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
(Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek)
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
(Workshop)

7 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) & Milieuvriendelijkheid

'Je bent
wat
je hebt'

(Belk, 1988)

§ 7.1 Inleiding

Bij het bepalen van de doelen van de Activerende, flexibele en adaptieve Gevel (AfaG) zijn in Hoofdstuk 4 twee perspectieven onderscheiden. Allereerst moet AfaG voor de gebruiker een meerwaarde hebben (Ajzen, 1985; 1991; Bamberg & Möser, 2007; Vringer et al., 2008; Steg et al., 2015). Wat wordt hij wijzer van de extra inspanningen die de gevel vergt. In de vorige hoofdstukken is aangetoond dat door het benutten van de adaptieve kwaliteiten van de gevel energiewinst geboekt zou kunnen worden. Deels gebeurt dit direct omdat het adaptieve van de gevel ervoor kan zorgen dat er minder energie nodig is om te koelen of te verwarmen. Daarnaast blijkt een vergrotere controle tot een lager energiegebruik te leiden (Zmeureanu & Doramjian, 1992; Stoops, 2004; Newsham, 1997; Van den Ham & Nobel, 2009; Hawkes, 1982; Yang et al., 2014; Veselý & Zeiler, 2014; Hoyt et al., 2014; Brager et al., 2015)

In dit hoofdstuk zal het tweede perspectief van AfaG worden onderzocht. Het impliciete, in het ontwerp verborgen doel van AfaG (Arnold & Mettau, 2006; Tromp, 2013) is om het gedrag – het 'zijn' van de gebruikers – iets te veranderen (Blevis, 2007). Uitgangspunt voor de ontwikkeling van AfaG is dat de milieuproblemen niet met alleen een verbeterde technologische efficiëntie kunnen worden opgelost. Het gedrag van de gebruikers - het 'zijn' van de gebruikers - zal moeten veranderen om tot een werkelijk duurzamere maatschappij te komen (Midden et al., 2008; Midden, 2006; 2008; Midden et al., 2007; Mont & Plepys, 2008; Scott et al., 2012).

Dat het gedrag mee moet veranderen blijkt onder meer uit het feit dat wanneer het werkelijke energiegebruik van duurzame gebouwen vergeleken wordt met de theoretische waarden de resultaten tegenvallen (Van den Wijngaart et al., 2014; Aydin et al., 2013, Tigchelaar & Leidelmeijer, 2013; Brown & Cole, 2009; Laurent et al., 2014; Leaman & Bordass, 1999; Scofield, 2009; Oosterhuis et al., 2013; Haas & Biermayr, 2000; Greening et al., 2000; Majcen et al., 2013). Een verkeerd gebruik van de aangereikte technieken, maar ook de reboundeffecten zorgen ervoor dat een deel van de potentiële energiewinst verloren kan gaan (Guerra Santin et al., 2009; Van den Wijngaart et al., 2014; Midden, 2006; Hens et al., 2010; Galvin, 2015).

Zoals eerder gesteld is het veranderen van gedrag niet eenvoudig (Thøgersen & Ölander, 2002; Turaga et al., 2011; Fischer et al., 2012). Veel van het gedrag wordt bepaald door routines (Bargh et al., 2001; Steg & Vlek, 2009; Smith et al., 2008; Cosmides & Tooby, 1997; Carrus et al., 2008). Een van de strategieën om die routines te doorbreken is door de context ingrijpend te veranderen (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009;). De nieuwe context kan aanleiding geven tot het herbeoordelen

van het gewoontegedrag. Daarom is bepaald dat AfaG voor een nieuwe context in een gebouw moet gaan zorgen en in niets op de hedendaagse, goed geïsoleerde gesloten geveldelen of op ramen mag lijken. De materialen waaruit de gevel is opgebouwd - vooralsnog doeken - roepen dan ook nauwelijks referenties op aan bekende gevelsystemen.

AfaG moet niet alleen voor een andere context zorgen, maar zij moet door het laten verrichten van handelingen - het opereren van de gevel om zo tot de meest efficiënte configuratie te komen die zowel tot een comfortabel binnenklimaat als tot een verlaging van het energiegebruik leidt - ook het milieubewustzijn stimuleren. Filosofen zoals Borgmann stellen dat om comfort waardevoller te krijgen er een activiteit van de ontvanger van dat comfort verlangd zou mogen en misschien wel moeten worden (Borgmann, 1984; Wilson, 2002; Anderson, 2003; Mahon & Caramazza, 2008; Pierce et al., 2003). Controle vergroot het gevoel van eigendom over het object (Pierce et al., 2003). Er kan zo respect voor de bronnen ontstaan; verspilling wekt een schuldgevoel op (Fujii, 2006).

Controle over het binnenklimaat kan derhalve niet alleen voor een hogere tevredenheid over het binnenklimaat zorgen (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012), maar zou ook kunnen leiden tot het zich toe-eigenen van het comfort en zo – misschien – van het zich bewuster worden van de energie die het kost om dat comfort tot stand te brengen.

In Paragraaf 6.8.4.1 is aangetoond dat de Testpersonen die AfaG mochten bedienen sterker het gevoel hadden dat het gecreëerde binnenklimaat een persoonlijke prestatie was dan de Testpersonen die dat niet mochten. In het verlengde hiervan kan bij de gebruiker het gevoel ontstaan dat door de juiste handelingen te verrichten en op die manier een comfortabel binnenklimaat tegen lage energiekosten tot stand te brengen milieuvriendelijk gedrag wordt uitgevoerd.

Milieuvriendelijk gedrag zou door AfaG manifest gemaakt kunnen worden. Dit is belangrijk omdat zo de zelfidentiteit van iemand enigszins zou kunnen veranderen. Hierdoor kan iemand ervan overtuigd worden dat hij milieuvriendelijker is dan hij zelf heeft gedacht. Dat hij eigenlijk een milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff et al., 2013a; 2013b). Hoe sterker die milieugeoriënteerde zelfidentiteit is hoe sterker men zich moreel verplicht zal voelen om zich milieuvriendelijk te gedragen (Van der Werff et al., 2013; 2013a; 2013b; Gatersleben et al., 2010; Whitmarsh & O'Neill, 2010). Dan is de kans groter dat hij dat in de nabije toekomst en in andere situaties ook zal doen (Thøgersen & Crompton, 2009; Thøgersen & Ölander, 2003; Van der Werff et al., 2013a; Verplanken et al.,

1997). Dit zogenaamde positieve spillover effect zou de kans op reboundeffecten misschien kunnen verkleinen.

In dit hoofdstuk zal worden onderzocht of AfaG een invloed op de milieuvriendelijkheid kan uitoefenen. Hiermee zal het antwoord worden gegeven op deelvraag 8:

Wat zijn de invloeden van de activerende gevel op het milieuvriendelijke gedrag ?

§ 7.2 Testopstelling en –procedure

Om te onderzoeken of het al dan niet bedienen van AfaG invloed heeft gehad op het milieuvriendelijke gedrag van de Testpersonen is hetzelfde Testpaviljoen gebruikt als in Paragraaf 6.2 is omschreven (zie bijlage 6-1 voor de volledige testprocedure). In het Testpaviljoen zijn twee soorten tests uitgevoerd. Met de data uit Test_1 is vooral onderzocht of de vergrote controle over het binnenklimaat invloed heeft op de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat'. Dit onderzoek is beschreven in Hoofdstuk 6. De data uit Test_2 zal worden gebruikt om de invloed van het kunnen bedienen van AfaG op het milieuvriendelijke gedrag te bestuderen.

De configuratie van AfaG in Unit 1 was bij aanvang dusdanig bepaald dat het binnen niet comfortabel gevonden kon worden. Zo werden de Testpersonen verleid om de configuratie van AfaG te veranderen (om controle uit te oefenen). De configuratie van AfaG in Unit 2 was door de Testafnemer afgestemd op de buitentemperatuur. Welke persoon in Unit 1 of in Unit 2 plaats moest nemen, werd random bepaald.

De Testpersonen in beide Testunits kregen de controle over een staande lamp voorzien van een gloeilamp (75 Watt), een elektrisch kacheltje (1200 Watt) en een plaid die eventueel omgeslagen kon worden. Aan het begin van de tests was in beide Testunits de lamp aangezet. De Testpersonen werden expliciet op de aanwezigheid van de lamp gewezen en er werd verteld dat de lamp uitgerust was met een milieuonvriendelijke gloeilamp, maar dat zij hierdoor wel wat warmte verspreidde. De Testpersonen mochten zelf beslissen of ze de lamp aanlieten of uit zouden doen. Zoals reeds in Paragraaf 6.2 is uitgelegd, is de kachel voorafgaand aan de tests gebruikt om ervoor te zorgen dat het bij aanvang in de Units niet kouder zou zijn dan 10°C. De kachel was aan het begin van de test weer uitgeschakeld. Zowel de aanwezigheid van de kachel als het feit dat de Testpersonen de kachel mochten bedienen is voor aanvang van de tests aan de Testpersonen duidelijk gemaakt.

Voorafgaand aan de tests is gevraagd naar de milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de Testpersonen (zie bijlage 6-2). Dit is niet gebeurd in het Testpaviljoen, maar in de (geklimatiseerde) hal van de HvA Leeuwenburg omdat daar een prettiger klimaat heerste dan in de Testunits. De omstandigheden (zowel het binnenklimaat als het 'anderszijn' van AfaG) zullen hierdoor de Testpersonen bij het antwoorden van deze vragen niet hebben afgeleid en beïnvloed.

In dit hoofdstuk zal worden geanalyseerd of het aan- en uitzetten van de milieuonvriendelijke, maar comfort verhogende kachel en lamp te voorspellen zijn op basis van de gerapporteerde milieugeoriënteerde zelfidentiteit en/of op het al dan niet mogen gebruiken van AfaG. Met andere woorden zeggen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het kunnen controleren van AfaG iets over het gedrag in de Testunits.

Om het gebruik van de apparaten en de gevel goed te kunnen monitoren is aan de Testpersonen gevraagd om een logboek bij te houden. Hierin moesten zij vermelden welke maatregelen zij op welk moment namen om het binnen comfortabeler te krijgen, waarom zij dat deden en wat op dat moment de binnentemperatuur was.

Na de tests die 90 minuten duurden, is in de Testunits een enquête afgenomen. Hierin werd enerzijds gevraagd naar de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' gedurende de test. De data uit dit deel van de enquête is geanalyseerd in Hoofdstuk 6. Daarnaast is aan een deel van de Testpersonen gevraagd om een fictieve keuze uit een reeks van 10 producten in 2 verschillende uitvoeringen te maken. Het verschil school zowel in de kosten als in de milieuvriendelijkheid. De milieuvriendelijke varianten waren steeds 10 procent duurder dan de niet-milieuvriendelijke varianten.

Ten slotte is aan alle testpersonen ongeveer een maand na het beëindigen van de test een bedankmail gestuurd. Hierin werd gesteld dat als dank voor de inspanning een tegoedbon van € 50,- onder de deelnemende Testpersonen zou worden verloot. Er kon hierbij gekozen worden uit vier verschillende beloningen: Oxfam Novib bon, Fair Trade pakket, Reischeque en Mediamarkt-bon. Ook deze data is gebruikt om de milieuvriendelijkheid van de Testpersoon te meten en om te achterhalen of het mogen bedienen van AfaG en de milieugeoriënteerde zelfidentiteit invloed heeft gehad op de keuze van de bon.

Dezelfde bedankmail is ook gestuurd naar de gebruikers van een aantal energiezuinige en oudere, minder energiezuinige kantoren in Nederland die hebben deelgenomen aan de enquête die in Hoofdstuk 3 is behandeld en waarmee het verschil in de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' tussen energiezuinige en minder energiezuinige gebouwen is onderzocht. Hun cadeaukeuze zal worden vergeleken met de keuze van de Testpersonen in de Testunits.

§ 7.3 Hypothesen

Aan de basis van het ontwikkelen van de testmiddelen lagen de volgende hypothesen ten grondslag:

Hypothese H_1 =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van comfort verhogende maatregelen die in de Testunits worden genomen.
Hypothese H_{01} =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen relatie met het comfort verhogende gedrag in de Testunits.
Hypothese H_2 =	Het hebben van controle over AfaG heeft een invloed op het milieuvriendelijk gedrag en beïnvloedt welke comfort verhogende maatregelen in de Testunits worden genomen.
Hypothese H_{02} =	Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op het comfort verhogende gedrag in de Test-Units.
Hypothese H_3 =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van de producten.
Hypothese H_{03} =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen invloed op de keuze van de producten.
Hypothese H_4 =	Het hebben van controle over AfaG heeft invloed op de keuze van de producten.
Hypothese H_{04} =	Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op de keuze van de producten.

Hypothese H_5 = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van het type cadeaubon.

Hypothese H_{05} = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen invloed op de keuze van het type cadeaubon.

Hypothese H_6 = Het hebben van controle over AfaG heeft een relatie met de keuze van het type cadeaubon.

Hypothese H_{06} = Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op de keuze van het type cadeaubon.

§ 7.4 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het hebben van Controle op Comfort verhogende maatregelen

In deze paragraaf zullen de volgende hypothesen worden onderzocht:

Hypothese H_1 = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van comfort verhogende maatregelen die in de Testunits worden genomen.

Hypothese H_{01} = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen relatie met het comfort verhogende gedrag in de Testunits.

Hypothese H_2 = Het hebben van controle over AfaG heeft een invloed op het milieuvriendelijk gedrag en beïnvloedt welke comfort verhogende maatregelen in de Testunits worden genomen.

Hypothese H_{02} = Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op het comfort verhogende gedrag in de Test-Units.

Zoals besproken in de vorige Paragraaf is voorafgaand aan de test de milieugeoriënteerde zelfidentiteit bepaald van de Testpersonen. Dit is gedaan aan de hand van drie vragen: 'Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben'; 'Ik ben het type mens dat zich milieuvriendelijk gedraagt'; 'Ik zie mezelf als een milieuvriendelijk persoon'. Deze vragen zijn afkomstig uit en gevalideerd in eerder onderzoek (Fielding et al., 2008; Van der Werff et al., 2013; 2013a; 2013b). De

Testpersonen konden deze vragen beantwoorden op een 7 punts-schaal die liep van 'Helemaal mee eens' tot en met 'Helemaal mee oneens'.

Het is te verwachten dat de antwoorden op deze vragen elkaar dicht zullen benaderen. Mensen zoeken naar continuïteit in hun gedrag (Lanzini & Thøgersen, 2014). Met de Cronbach α-analyse, de betrouwbaarheidscoëfficiënt, kan worden vastgesteld of de drie items waaruit de milieugeoriënteerde zelfidentiteit is opgebouwd ondergebracht mogen worden in één schaal zonder dat dit ten koste gaat van de statistische juistheid. De analyse in SPSS 23 levert een Cronbach α = .852 op. De betrouwbaarheid van de nieuwe schaal is hoog en er is één schaal (de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit) geïntroduceerd (M = 4.49, SD = 1.03).

Zowel het bedienen van de kachel als van de lamp is een categorische variabel: hij is aangezet of niet. Naast de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het hebben van controle over AfaG is het voorstelbaar dat de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' invloed zullen hebben uitgeoefend op het kachel- en lampgedrag in de Units. Conform het stroomschema van Field (2013 – blz 822) is een logistische regressie (Backward LR) uitgevoerd om de invloeden van deze onafhankelijke variabelen op de afhankelijke variabel te achterhalen. Voor deze analyses worden de uitkomsten uit Test_2 gebruikt (n = 99).

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 3[a]	Gemgedr	,541	,264	4,200	1	,040	1,718
	Tbia	,256	,081	10,039	1	,002	1,291
	Klimaat	-,562	,329	2,911	1	,088	,570
	Constant	-4,716	1,786	6,974	1	,008	,009

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, controleunit, Tbia, Klimaat, Tevreden.

FIGUUR 7.1 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de kachel laat zien.

Figuur 7-1 laat zien dat Temperatuur binnen bij Aanvang (Tbia) en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit (Gemgedr) een significante invloed hebben gehad op het al dan niet bedienen van de kachel.

De kracht van het effect kan berekend worden door $r = \sqrt{\frac{wald\text{-}2\ x\ df}{\text{-}2ll\ (original)}}$.

Voor de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit levert dit

$$r = \sqrt{\frac{4.200-(2x1)}{88.351}} = .16 \text{ op.}$$

Het voorspellende effect van de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit op het bedienen van de kachel is significant, maar zwak. Het effect van de Temperatuur binnen bij Aanvang is .3; R^2 = .09, wat wil zeggen dat 9% van de variantie in het kachelgedrag verklaard kan worden op basis van de temperatuur aan het begin van de test. Het hebben van controle over AfaG, de 'Comfortbeleving' en de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' hebben geen significant effect gehad op het wel of niet bedienen van de kachel.

Dat het kunnen bedienen van AfaG geen rol heeft gespeeld bij het aanzetten van de kachel kan gelegen hebben aan de verschillen in temperaturen in de Units. Zoals eerder gesteld heerste er in de Testunits geen constant klimaat en kunnen er temperatuurverschillen tussen de tests en zelfs tussen beide Units zijn opgetreden. De verschillen in klimaatklassen tussen Unit 1 (controle) en Unit 2 (geen controle) zijn betrekkelijk gering (zie Tabellen 7-2 en 7-3). Wel heerste er bij Aanvang in de Tests zonder controle een beduidend hoger percentage B-klasse klimaten.

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	10	20,4	20,4	20,4
	C-klasse	8	16,3	16,3	36,7
	D-klasse	8	16,3	16,3	53,1
	Geen klasse	23	46,9	46,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	19	38,8	38,8	38,8
	C-klasse	14	28,6	28,6	67,3
	D-klasse	6	12,2	12,2	79,6
	Geen klasse	10	20,4	20,4	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

FIGUUR 7.2 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 2 (geen controle)

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	7	14,0	14,0	14,0
	C-klasse	14	28,0	28,0	42,0
	D-klasse	7	14,0	14,0	56,0
	Geen klasse	22	44,0	44,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	20	40,0	40,0	40,0
	C-klasse	13	26,0	26,0	66,0
	D-klasse	3	6,0	6,0	72,0
	Geen klasse	14	28,0	28,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

FIGUUR 7.3 SSPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle)

Worden deze verschillen gerelateerd aan de procentuele verschillen in bediening van de kachel dan blijkt het hebben van controle toch invloed te hebben gehad. In Unit 2 heeft 32,7% van de Testpersonen de kachel tijdens de tests aangezet – wat gezien de heersende temperaturen vrij laag is. Aan het begin van de test vielen de temperaturen in 63,2% van de gevallen in D-klimaatklasse of was het zelfs voor deze klasse te koud/te warm. Van de Testpersonen die wel controle mochten uitoefenen, heeft 24% de kachel uiteindelijk aangezet. Terwijl er in 58% van de tests sprake was van een Temperatuurklasse D of lager. Hier komt bij dat in 9 van de 12 gevallen eerst de thermische isolerende capaciteiten van AfaG volledig door de Testpersonen waren benut voordat de kachel alsnog werd aangedaan. In 3 gevallen werd in de Unit 1 de kachel vanuit milieutechnische optiek 'te vroeg' aangedaan. Desondanks mag geconcludeerd worden dat het hebben van controle een positieve invloed op het kachel-gedrag lijkt te hebben gehad.

Wordt dezelfde logistische regressie uitgevoerd maar dan om te controleren of het uitzetten van de lamp beïnvloed is door de milieugeoriënteerde zelfidentiteit, het hebben van controle en de Temperatuur binnen bij Aanvang dan blijkt dat alleen voor Comfortbeleving (Klimaat) te gelden. De kracht is .21 en dat is vrij zwak. Zie Figuur 7-4.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 4[a]	Klimaat	-1,108	,511	4,702	1	,030	,330
	Constant	1,142	,806	2,004	1	,157	3,132

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, Tbia, Klimaat, Tevreden.

FIGUUR 7.4 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de lamp laat zien.

Ten slotte wordt iets dieper ingegaan op de invloed van het hebben van controle (het kunnen bedienen van AfaG) op het bedienen van de kachel en de lamp. Zoals in Paragraaf 6.8.2.1 is besproken kan worden afgevraagd of de Testpersonen in Unit 1 het feit dat zij AfaG mochten bedienen wel als controle zullen hebben ervaren die uit henzelf stamde. Door de aanwezigheid van de Testafnemer tijdens het voor de eerste keer bedienen van AfaG kan van enige sociale druk sprake geweest zijn. Misschien heeft deze druk het gevoel dat de Testpersoon daadwerkelijk zelf milieuvriendelijk bezig was geweest negatief beïnvloed.

In hoeverre de Testpersonen het gecreëerde binnenklimaat als een persoonlijke prestatie hebben ervaren - en in hoeverre zij zich beïnvloed door anderen voelden - is gevraagd in de na afloop van de test ingevulde enquête (zie bijlage 6-2 en in Paragraaf 6.8.4.1). Hieruit bleek dat de Testpersonen in Unit_1 het gecreëerde binnenklimaat sterker als een 'Persoonlijke Prestatie' hebben beschouwd dan de Testpersonen in Unit_2: Mdn = 5,0 om Mdn = 2,0. Het hebben van controle heeft een significant en sterk effect op het gevoel dat het gecreëerde binnenklimaat een persoonlijke prestatie is: $U = 259.5$, $z = -5.389$, $p < .05$, $r = .6$.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de invloed van de Testafnemer aan het begin van de test gering is geweest, desondanks zal net zoals in Paragraaf 6.8.1 de logistische regressie opnieuw worden uitgevoerd maar dan alleen met de Testpersonen in Unit 1 – alleen zij mochten immers AfaG bedienen. Hierbij wordt niet alleen gebruik gemaakt van Test 2, maar ook van Test 1B (n = 77).

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 4[a]	Klimaat	-,907	,421	4,644	1	,031	,404
	Tbia	,216	,096	5,100	1	,024	1,241
	Constant	-,939	1,836	,262	1	,609	,391

a. Variable(s) entered on step 1: Adaptatie, Gemgedr, Tevreden, Klimaat, Tbia.

FIGUUR 7.5 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het hebben van 'Controle', de 'Gemiddelde milieu-identiteit', de 'Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de kachel laat zien.

De Comfortbeleving (Klimaat) en de 'Temperatuur binnen bij Aanvang' hebben een significante invloed uitgeoefend op het bedienen van de kachel. De effecten zijn respectievelijk: .21 en .22 (R^2 = .04).

Om de hierboven gevonden resultaten beter op waarde te kunnen schatten moeten de omstandigheden in ogenschouw worden genomen. Tussen de tests waarin de Testpersonen wel en niet AfaG opnieuw hebben bediend waren de omstandigheden praktisch gelijk. Wel heerste er in de Tests waarin AfaG niet opnieuw is bediend na Afloop van de Tests een hoger percentage B-klasse binnenklimaten.

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	8	20,0	20,0	20,0
	C-klasse	10	25,0	25,0	45,0
	D-klasse	4	10,0	10,0	55,0
	Geen klasse	18	45,0	45,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	14	35,0	35,0	35,0
	C-klasse	9	22,5	22,5	57,5
	D-klasse	6	15,0	15,0	72,5
	Geen klasse	11	27,5	27,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

FIGUUR 7.6 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle) - Testpersonen hebben AfaG opnieuw bediend.

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - aanvang

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	7	18,9	18,9	18,9
	C-klasse	10	27,0	27,0	45,9
	D-klasse	8	21,6	21,6	67,6
	Geen klasse	12	32,4	32,4	100,0
	Total	37	100,0	100,0	

Binnen welke ATG-categorie valt de temp - afloop

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	B-klasse	15	40,5	40,5	40,5
	C-klasse	10	27,0	27,0	67,6
	D-klasse	3	8,1	8,1	75,7
	Geen klasse	9	24,3	24,3	100,0
	Total	37	100,0	100,0	

FIGUUR 7.7 SPSS- uitdraai - klimaatklassen in Unit 1 (controle) - Testpersonen hebben AfaG niet opnieuw bediend.

Het percentage Testpersonen dat AfaG voor een tweede keer heeft ingesteld, maar de kachel niet heeft aangezet is beduidend hoger (87,2%) dan het percentage Testpersonen dat de configuratie niet heeft veranderd en ook de kachel niet heeft aangezet (70,3%).

Wordt ten slotte door middel van een logistische regressie de relatie tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit, de Temperatuur binnen bij Aanvang en het opnieuw bedienen van AfaG (Adaptatie(1)) en het uitschakelen van de lamp in kaart gebracht dan blijkt het opnieuw bedienen van AfaG een zeer significante relatie te hebben met het uitschakelen van de lamp:

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 5[a]	Adaptatie(1)	1,590	,512	9,659	1	,002	4,904
	Constant	-,493	,256	3,711	1	,054	,611

a. Variable(s) entered on step 1: Adaptatie, Gemgedr, Tevreden, Klimaat, Tbia.

FIGUUR 7.8 SPSS uitdraai – logistische regressie die de invloed van het 'Opnieuw bedienen van AfaG', de -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit', de Temperatuur binnen bij Aanvang', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en de 'Comfortbeleving' op het bedienen van de lamp laat zien.

Het effect van het bedienen van AfaG op het al dan niet uitschakelen van de lamp is matig: r =.29.

§ 7.4.1 Conclusies Gebruik van de Kachel

In een aantal tests hebben Cornelissen et al. (2008) en Van der Werff et al. (2013a) aangetoond dat door het milieuvriendelijke gedrag dat testpersonen in het verleden hebben uitgevoerd saillant te maken zij milieuvriendelijker gedrag vertoonden.

Eén van de vooronderstellingen van AfaG was dat de Testpersonen die AfaG mochten bedienen zichzelf als milieuvriendelijk zouden gaan beschouwen. Zij hebben door het bedienen van de gevel - wat als een milieuvriendelijke manier van het reguleren van het binnenklimaat kan worden omschreven - getracht om het binnenklimaat comfortabeler te krijgen. Verder was aangenomen dat door het beantwoorden van de vragen over iemands milieugeoriënteerde zelfidentiteit er nagedacht moest worden over het eigen milieuvriendelijke gedrag en op een impliciete manier het milieuvriendelijke gedrag saillant zou worden. De redelijk hoge gemiddelde score op de milieugeoriënteerde zelfidentiteit gaf aan dat de Testpersonen zichzelf als behoorlijk milieuvriendelijk beschouwden (M = 4.49, SD = 1.03).

Beide uitgangspunten (het bedienen van AfaG en het bewustmaken van het milieuvriendelijke van iemand) leidden tot de hypothesen die stelden dat de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het bedienen van AfaG een positieve invloed zouden hebben op het bedienen van de milieuonvriendelijke controlemechanismen (de kachel en de lamp). Naast het hebben van 'Controle' en de 'Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit' is ook onderzocht of de 'Comfortbeleving', de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' en 'Temperatuur bij Aanvang' invloed hebben gehad op het aan- en uitzetten van de kachel en lamp.

De 'Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit' heeft een significante relatie met het al dan niet bedienen van de kachel (B = .541 (SE = .264); Exp (B) 1.718, $p < .001$; $r = .16$; $R^2 = .03$. Het effect was zwak (de invloed van de Temperatuur bij Aanvang op het kachelgedrag was beduidend krachtiger). Nulhypothese H01 die stelde dat de milieugeoriënteerde zelfidentiteit geen invloed zou hebben op het gedrag met betrekking tot de kachel moet worden verworpen.

Het hebben van controle lijkt in eerste instantie geen invloed te hebben gehad en nulhypothese H_{02} moet worden behouden. Wordt ingezoomd op het percentage Testpersonen dat de kachel heeft ingeschakeld dan blijkt dat in Unit 1 (controle) lager te liggen dan in Unit 2 (geen controle), respectievelijk 25 om 34,7%. En dat terwijl er in Unit 1 een minder gunstig klimaat heerste dan in Unit 2. Bovendien waren in 9 van de 12 gevallen waarin de kachel in Unit 1 uiteindelijk werd bediend de mogelijkheden van AfaG uitgeput – met andere woorden op dat moment was de gevel volledig gesloten.

In Paragraaf 6.8.2.1 is afgevraagd of de Testpersonen in Unit 1 bij binnenkomst wel het idee hadden dat zij AfaG op een vrijwillige manier hadden bediend. Zij konden zich min of meer verplicht voelen om de gevelconfiguratie te veranderen. Daarom is de logistische regressie nogmaals uitgevoerd, maar dan alleen over de Testpersonen in Unit 1, waarbij het verschil is onderzocht tussen degenen die AfaG opnieuw hebben bediend en zij die dat niet nodig vonden.

De 'Comfortbeleving' en de 'Temperatuur binnen bij Aanvang' hebben een significante invloed uitgeoefend op het bedienen van de kachel, respectievelijk B = -.907 (SE = .421); Exp (B) = .404; $p < .05$; $r = .21$; $R^2 = .04$ en B = .216 (SE = .096); Exp (B) = 1.241; $r = .22$; $R^2 = .04$. Hoewel de binnentemperaturen elkaar weinig ontliepen, liet een hoger percentage Testpersonen dat AfaG opnieuw had bediend de kachel uit (87,2%) dan het percentage de Testpersonen dat AfaG niet heeft veranderd (70,3%). Er mag geconcludeerd worden dat het hebben van controle – of het willen ontdekken van de mogelijkheden om het binnenklimaat eerst op een milieuvriendelijker wijze naar de hand te zetten – een temperende werking op het gebruik van de kachel heeft gehad.

§ 7.4.2 Conclusies Gebruik van de Lamp

Bij binnenkomst kregen de Testpersonen in beide Testunits te horen dat de staande lamp een gloeilamp van 75 Watt bevatte, die warmte verspreidde maar ook milieuonvriendelijk was. Het uitschakelen van de lamp kan derhalve worden uitgelegd als een milieuvriendelijke actie. Het uitzetten van de lamp bleek beïnvloed te worden door het opnieuw bedienen van AfaG (B = 1.590, SE = .512, Exp (B) 4.904; $R^2 = .08$). De kans dat iemand het licht uitschakelde als hij ook de gevel had bediend, was 4,904 keer zo groot als iemand die AfaG niet voor een tweede keer had bediend.

§ 7.4.3 Milieuvriendelijk gedrag - Discussie

Met het feit dat dat de bediening van de lamp is beïnvloed door het opnieuw bedienen van AfaG kan de nulhypothese H_{02} (Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op het comfort verhogende gedrag in de Testunits) worden verworpen.
Met de lagere percentages van het inschakelen van de kachel in Unit 1 dan in Unit 2 en bij de Testpersonen die AfaG voor een tweede maal hebben bediend dan de Testpersonen die dat niet noodzakelijk vonden, werd de vooronderstelling dat het

bedienen van AfaG invloed heeft op het milieuvriendelijke gedrag bevestigd. Dat de kachel ondanks het bedienen van de gevel toch werd aangezet is goed te verklaren. Op sommige momenten in de tests was het koud (zie Figuur 6-8 in Paragraaf 6.5). Als de mogelijkheden om met AfaG een aangenamer binnenklimaat te creëren waren uitgeput, is het begrijpelijk dat naar een laatste 'redmiddel' werd gegrepen: de kachel. Dit is conform de Trias Energetica (Lysen, 1996).

Beide acties (het in- uitschakelen van de kachel en het uitschakelen van de lamp) passen binnen de lage kosten theorie. In Paragraaf 2.5.2 is deze theorie omschreven. Zij stelt dat de neiging bestaat om duurzaam gedrag te laten varen als de kosten van de gevergde inspanning - uitgedrukt in tijd, geld of ongemak - te hoog worden (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Turaga, Howarth & Borsuk, 2011). Het lage comfort in de Units kan worden beschouwd als de kosten (het ongemak). Het uitschakelen van de lamp lijkt een geringe inspanning tegen een geringe beloning – maar een inspanning die in Unit 1 waar de Testpersonen AfaG mochten bedienen wel werd gebracht, terwijl dat in Unit 2 minder het geval was. Ook met betrekking tot het bedienen van de kachel kan worden gesteld dat in Unit 1 de Testpersonen bereid bleken langer het mindere klimaat te gedogen. De neiging om de kachel aan te zetten is in Unit 1 langer onderdrukt dan in Unit 2.

AfaG lijkt derhalve milieuvriendelijk gedrag in de Testunits gestimuleerd te hebben.

§ 7.5 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Reboundeffecten

In deze Paragraaf zullen de volgende hypothesen worden onderzocht:

Hypothese H_3 = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van de producten.

Hypothese H_{03} = De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen invloed op de keuze van de producten.

Hypothese H_4 = Het hebben van controle over AfaG heeft invloed op de keuze van de producten.

Hypothese H_{04} =	Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op de keuze van de producten.
Hypothese H_5 =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft een relatie met de keuze van het type cadeaubon.
Hypothese H_{05} =	De milieugeoriënteerde zelfidentiteit heeft geen invloed op de keuze van het type cadeaubon.
Hypothese H_6 =	Het hebben van controle over AfaG heeft een relatie met de keuze van het type cadeaubon.
Hypothese H_{06} =	Het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op de keuze van het type cadeaubon.

§ 7.5.1 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Keuze Producten

De milieugeoriënteerde zelfidentiteit blijkt een betrouwbare voorspeller van hoe milieuvriendelijk iemand zich gedraagt. Hoe hoger de milieugeoriënteerde zelfidentiteit hoe groter de kans op milieuvriendelijk gedrag (Van der Werff et al., 2013a; 2013b). De relatie is onder meer getest op de aanschaf van al dan niet milieuvriendelijke producten. De milieuvriendelijke variant was hierbij 10% duurder dan de niet milieuvriendelijke variant (ibid).

Deze test is in dit onderzoek herhaald; om zo het gedrag in de Testunits te relateren aan eerder uitgevoerd onderzoek. Na afloop van de tests is in de Testunits een enquête afgenomen waarin aan (een deel van) de Testpersonen gevraagd is om een fictieve keuze uit reeks van 10 gevarieerde producten in 2 verschillende uitvoeringen te maken. Er kon worden gekozen uit een milieuvriendelijke, maar duurdere en een niet-milieuvriendelijke maar goedkopere variant. Het verschil in prijs bedroeg 10%. De reeks bestond uit goedkopere (spijkerbroek, koffie, t-shirt, eieren, tas, pen en broodje kip gezond) en duurdere (laptop, fiets en smartphone) producten. Dit onderscheid is gemaakt om zo de lage kosten theorie ook in deze testopstelling te onderzoeken. Hoeveel hebben de testpersonen over voor het milieu? Het aantal gekozen milieuvriendelijke producten is bij elkaar opgeteld (M = 6.70, SD = 2.44).

Er is niet alleen onderzocht of de milieugeoriënteerde zelfidentiteit de keuze voor (milieuvriendelijke) producten heeft beïnvloed. Een van de uitgangspunten van

AfaG was dat het zelf bedienen van de gevel - het actief bezig zijn met comfort en energiebesparing - de milieuvriendelijkheid van de testpersoon op een positieve manier zou kunnen beïnvloeden. En in het kader van dit onderzoek, invloed zou kunnen uitoefenen op de productkeuze.

Om de relatie tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de controle over AfaG enerzijds en het kiezen van milieuvriendelijke producten anderzijds te onderzoeken zijn twee aparte analyses in SPSS uitgevoerd, omdat de beide onafhankelijke variabelen in zekere zin geen relatie met elkaar hebben.

Niet aan alle testpersonen is gevraagd naar de productkeuze - waardoor de analyses niet over de volledige populatie kon worden uitgevoerd (n = 105). De milieugeoriënteerde zelfidentiteit is een kwantitatieve variabel; het hebben van 'controle' een kwalitatieve variabel. De afhankelijke variabel 'Producten' is ten slotte een kwantitatieve variabel. Om de relatie tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de productkeuze te bepalen is een Pearson's correlatie uitgevoerd; de invloed van het hebben van controle op de productkeuze is onderzocht met een ongepaarde t-test.

Correlations

			Het gemiddelde gedrag	Totaal aantal duurzame producten
Spearman's rho	Het gemiddelde gedrag	Correlation Coefficient	1,000	,380**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	105	105
	Totaal aantal duurzame producten	Correlation Coefficient	,380**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	105	105

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

FIGUUR 7.9 SPSS uitdraai – Pearson's correlatie Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit – Totaal aantal gekozen milieuvriendelijke producten.

Het model laat zien dat (r (105) = .38) R^2 = 14% van de variantie in Productkeuze kan verklaard worden door de milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Dat is niet heel krachtig - al is het effect wel zeer significant (p < .001). Eenzelfde beeld levert de analyse op tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de goedkope (r (105) = .281; p < .0-1) en dure milieuvriendelijke producten (r (105) = .355; p < .01).

De nulhypothese H_{03} die stelde dat er geen relatie bestaat tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de keuze van de Producten mag voor deze testpopulatie derhalve worden verworpen.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Totaal aantal duurzame producten	Equal variances assumed	5,872	,017	-2,524	103	,013	-1,17544	,46577	-2,09918	-,25169
	Equal variances not assumed			-2,599	99,981	,011	-1,17544	,45232	-2,07283	-,27805

FIGUUR 7.10 SPSS uitdraai – Ongepaarde t-test die relatie tussen het hebben van 'Controle' en aantal gekozen milieuvriendelijke producten laat zien.

De relatie tussen het hebben van controle en het aantal gekozen milieuvriendelijke Producten is significant ($p < .05$). Maar wel anders dan de hypothese stelde. De Testpersonen die AfaG niet mochten bedienen, hebben een hoger gemiddeld aantal milieuvriendelijke producten gekozen dan de Testpersonen met controle: M = 6.2; SD = 2.71 om M = 7.3; SD = 1.91. De standaardafwijkingen zijn evenwel fors – de spreiding van de data is groot (Ellis, 2014), waardoor geconcludeerd mag worden dat het gemiddelde de data eigenlijk vrij slecht verbeeldt (Field, 2013, blz 38). Veel waarde mag niet aan het verschil aan de gevonden gemiddelden worden gehecht. De kracht van het effect (r) is .24.

De Testpersonen zonder controle kiezen gemiddeld gesproken ook meer duurdere milieuvriendelijke producten (M = 2.4; SE =.18) dan de Testpersonen met controle (M = 2.0; SE = .20), maar het verschil van het hebben van controle op de keuze van dure milieuvriendelijke producten was niet significant $t(103) = -1.397$, $p > .05$. Ook als naar de Testpersonen wordt gekeken die in Unit 1 AfaG voor een tweede maal hebben bediend dan blijken zij minder milieuvriendelijke producten (M = 4.00; SE = .31) te kiezen dan de Testpersonen in Unit 1 die dat niet hebben gedaan (4.35; SE = .38). Wel is de standaardafwijking weer vrij fors. Het effect is niet significant: $t(55) = -.703$, $p > .05$; $r = .09$.

Ten slotte is het mogelijk interessant om het verschil tussen studenten (n= 71) en niet-studenten (n =34) te bestuderen. De waarde van de Producten kan voor studenten die relatief minder te besteden zullen hebben anders liggen bij niet-studenten. Bij de niet-studenten ligt het gemiddeld aantal milieuvriendelijke producten (M = 6.91; SD = 2.75) net iets hoger dan bij de studenten (M = 6.59 SD = 2.29). Bij de niet-studenten zijn significante relaties tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het aantal milieuvriendelijke producten gevonden. Dit geldt zowel voor de goedkope ($r = .409$, $p < .05$), de dure ($r = .383$, $p < .05$) als de totale hoeveelheid milieuvriendelijke producten ($r = .468$, $p < .01$). Bij de studenten zijn vergelijkbare resultaten gevonden: goedkope ($r = .244$, $p < .05$), dure ($r = .323$, $P < .01$) en het totaal aantal milieuvriendelijke producten ($r = .363$, $p < .01$). De effecten van de relaties bij de studenten zijn iets significanter, maar wel minder krachtig.

De relatie tussen het hebben van controle en de keuze van de milieuvriendelijke producten blijkt alleen bij de studenten tussen het aantal goedkope producten en controle ($t = (69) = 2.064$, $p < .05$; $r = .24$) te bestaan. Alle andere analyses leverden geen significante relaties op.

§ 7.5.2 Invloed Milieugeoriënteerde zelfidentiteit en Controle op Keuze Cadeaubonnen

Hoewel net als in eerder onderzoek de relatie tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de keuze van milieuvriendelijke producten is aangetoond, zou de keuze voor de iets duurdere maar milieuvriendelijke producten als redelijk vrijblijvend beschouwd kunnen worden. Voor de producten hoeft immers niet daadwerkelijk betaald te worden. Daarom zijn de kosten in dit onderzoek voor de Testpersonen opgeschroefd.

Ongeveer een maand na het beëindigen van de test kregen alle Testpersonen (zowel Test_1 als Test_2; n = 181) een mail waarin werd gesteld dat als dank onder de deelnemers vier verschillende cadeaubonnen zouden worden verloot van ieder € 50,- (zie bijlage 7-1). De Testpersonen mochten aangeven voor welke beloning zij in aanmerking wilden komen: een Oxfam Novib bon, een Fair Trade pakket, een Reischeque en een Mediamarkt-bon.

In de mail naar de Testpersonen die in Unit 1 hadden gezeten, is benadrukt dat zij AfaG hebben mogen bedienen.

46 Testpersonen (25%) hebben niet op de bedankmail gereageerd. 135 Testpersonen hebben derhalve wel een voorkeur aangegeven. De niet-respondenten zijn uit de analyse gehaald. Er zou betoogd kunnen worden dat zij geen beloning wilden en dat zij zich derhalve altruïstisch hebben gedragen, maar er kunnen ook andere redenen zijn waarom niet is gereageerd.

Van de 135 Testpersonen die in deze analyse zullen worden meegenomen heeft 57.8% (78) de test in Unit 1 afgelegd. Zij hadden controle. De gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteiten tussen de Testpersonen in Unit 1 en Unit 2 zijn praktisch gelijk. Ter herinnering voorafgaand aan de werkelijke test is naar de milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de Testpersonen gevraagd. De gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteiten in Unit 1 was 4.65 (SD = 1.00) en in Unit 2 4.88 (SD =.98).

De keuze van de bonnen bleek wel te verschillen.

Geschaalde tegoedbon

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Mediamarkt	45	57,7	57,7	57,7
	Reisbon	4	5,1	5,1	62,8
	Fairtrade	6	7,7	7,7	70,5
	Oxfam	23	29,5	29,5	100,0
	Total	78	100,0	100,0	

Geschaalde tegoedbon

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Mediamarkt	39	68,4	68,4	68,4
	Reisbon	2	3,5	3,5	71,9
	Fairtrade	5	8,8	8,8	80,7
	Oxfam	11	19,3	19,3	100,0
	Total	57	100,0	100,0	

FIGUUR 7.11 SPSS uitdraai – Keuze Cadeaubonnen Unit 1 (Controle) (boven) Keuze Cadeaubonnen Unit 2 (Geen Controle).

In Unit 1 heeft een hoger percentage Testpersonen voor een Oxfam Novib bon gekozen. Het verschil wordt vooral veroorzaakt door het groter aantal Testpersonen in Unit 2 dat voor een Mediamarkt-bon heeft geopteerd.

Geschaalde tegoedbon

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Mediamarkt	14	29,2	29,2	29,2
	Fairtrade	6	12,5	12,5	41,7
	Oxfam	28	58,3	58,3	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Geschaalde tegoedbon

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Mediamarkt	70	80,5	80,5	80,5
	Reisbon	6	6,9	6,9	87,4
	Fairtrade	5	5,7	5,7	93,1
	Oxfam	6	6,9	6,9	100,0
	Total	87	100,0	100,0	

FIGUUR 7.12 SPSS uitdraai –Keuze Cadeaubonnen niet-studenten (boven); Keuze Cadeaubonnen studenten (onder).

Verder behoorden zowel studenten (n = 87) als niet-studenten (n = 48) tot de Testpopulatie. De verwachting dat studenten voor een andere bon hebben gekozen dan niet-studenten wordt waargemaakt. Ruim 80 procent van de studenten kiest voor een Mediamarkt-bon en 'slechts' 6,9% voor een Oxfam Novib-bon. Door de gemiddelde student zal € 50, -als relatief veel geld worden beschouwd; de lage kosten theorie voorspelt dan dat het duurzame gedrag verlaten wordt (Diekman & Preisendörfer 2003; Steg et al., 2014; Turaga, Howarth & Borsuk, 2011).

Het 'type' Testpersoon heeft derhalve invloed op de keuze van de bon. Daarom zullen drie analyses worden uitgevoerd: de totale populatie, alleen studenten en alleen niet-studenten. Verder bevat de verschillende typen bon nog een onduidelijkheid. Het Fair Trade pakket kan in zekere zin (deels) als altruïstisch worden beschouwd. Er wordt een hogere prijs betaald voor producten zodat de 'makers' een beter inkomen gegeven kan worden; er wordt iets ingeleverd. Tegelijkertijd echter zijn die producten wel bestemd voor de Testpersoon zelf - hij verwerft een fysieke beloning. Daar is niet veel altruïstisch aan. Om die onduidelijkheid tussen intentie en uitvoering weg te nemen zijn de Testpersonen die een Fair Trade pakket hebben aangevraagd uit de analyses gehaald. Dat waren er 11 en blijven 124 Testpersonen over.

Dit betekent ook dat er 3 typen beloning overblijven. Twee kunnen als hedonistisch worden bestempeld en één als altruïstisch. Om een logistische regressie mogelijk te maken zijn de twee hedonistische bonnen in één categorie ondergebracht - de Oxfam Novib bon (de altruïstische bon) vormt de andere categorie. Het hebben van controle is een categorische variabel en de gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit is een kwalitatieve variabel.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Gemgedr	,202	,212	,905	1	,342	1,223
	controle01(1)	,581	,426	1,865	1	,172	1,788
	Constant	-2,004	1,049	3,649	1	,056	,135
Step 2[a]	controle01(1)	,559	,423	1,746	1	,186	1,750
	Constant	-1,036	,212	23,959	1	,000	,355
Step 3[a]	Constant	-,973	,201	23,384	1	,000	,378

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, controle01.

FIGUUR 7.13 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (volledige populatie)

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Gemgedr	-,157	,332	,222	1	,638	,855
	controle01(1)	1,886	,739	6,524	1	,011	6,595
	Constant	1,461	1,677	,759	1	,383	4,311
Step 2[a]	controle01(1)	1,833	,725	6,397	1	,011	6,250
	Constant	,693	,362	3,661	1	,056	2,000

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, controle01.

FIGUUR 7.14 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (niet studenten)

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Gemgedr	,128	,478	,072	1	,788	1,137
	controle01(1)	-,339	,858	,156	1	,693	,713
	Constant	-3,130	2,326	1,811	1	,178	,044
Step 2[a]	controle01(1)	-,373	,849	,193	1	,661	,689
	Constant	-2,522	,425	35,272	1	,000	,080
Step 3[a]	Constant	-2,539	,424	35,848	1	,000	,079

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, controle01.

FIGUUR 7.15 SPSS uitdraai – Invloed -Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit- en hebben van -Controle- op cadeaukeuze (studenten)

Zoals de Figuren laten zien heeft de gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit (Gemgedr) geen significante invloed op de keuze voor een hedonistische of een altruïstische bon. Het hebben van controle blijkt bij de studenten evenmin een invloed te hebben. Bij niet-studenten echter heeft de controle over AfaG wel een significante invloed ($B = 1.833$; $SE = .725$; $p < .05$, $Exp(B) = 6.250$; $r = .32$; $R^2 = .10$). Het gemiddeld aantal hedonistische bonnen ligt bij de niet-studenten die in Unit 1 (controle) hebben getest lager (16,7%) dan bij de niet-studenten uit Unit 2 (52,7%).

Nu duidelijk lijkt dat bij niet-studenten het hebben van controle over AfaG invloed heeft op de keuze van de bon, is het belangrijk om te onderzoeken of het gedurende de test nogmaals aanpassen van AfaG de cadeaukeuze verder heeft beïnvloed. Om deze redenen zullen nogmaals de analyses worden uitgevoerd maar dan alleen over Unit 1 ($n = 72$). In deze analyse zal ook worden onderzocht of het als een 'Persoonlijke Prestatie' ervaren van het gecreëerde binnenklimaat invloed heeft gehad op de cadeaukeuze. Dit zou namelijk een positieve invloed kunnen hebben op de zelfeffectiviteit (Bandura, 1977; 1993). Het zo ontstane zelfvertrouwen kan er toe leiden dat in andere situaties - bij de keuze van een cadeaubon - vergelijkbaar gedrag wordt tentoongespreid (ibid).

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Gemgedr	,347	,298	1,351	1	,245	1,414
	Adaptatie(1)	1,325	,612	4,688	1	,030	3,762
	Prestatie	-,375	,179	4,416	1	,036	,687
	Constant	-,900	1,595	,318	1	,573	,407
Step 2[a]	Adaptatie(1)	1,203	,587	4,200	1	,040	3,331
	Prestatie	-,362	,176	4,221	1	,040	,696
	Constant	,714	,805	,786	1	,375	2,042

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, Adaptatie, Prestatie.

FIGUUR 7.16 SPSS uitdraai – Invloed Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit-, het opnieuw bedienen van AfaG en de 'Persoonlijke Prestatie' op de cadeaukeuze (volledige populatie).

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Gemgedr	-,206	,573	,130	1	,719	,814
	Adaptatie(1)	2,312	1,405	2,709	1	,100	10,094
	Prestatie	-,304	,388	,614	1	,433	,738
	Constant	4,009	3,663	1,198	1	,274	55,112
Step 2[a]	Adaptatie(1)	2,319	1,385	2,803	1	,094	10,162
	Prestatie	-,285	,386	,545	1	,461	,752
	Constant	2,870	1,820	2,487	1	,115	17,634
Step 3[a]	Adaptatie(1)	1,946	1,254	2,410	1	,121	7,000
	Constant	1,666	,627	7,066	1	,008	5,292

a. Variable(s) entered on step 1: Gemgedr, Adaptatie, Prestatie.

FIGUUR 7.17 SPSS uitdraai – Invloed Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit-, het opnieuw bedienen van AfaG en de 'Persoonlijke Prestatie' op de cadeaukeuze (niet studenten).

Over de hele populatie wordt een significante invloed van het als een 'Persoonlijke Prestatie' beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat en het opnieuw bedienen van AfaG op de keuze van de bon: resp. B = 1.203, SE = .587, $p < .05$, Exp (B) = 3.331 $R^2 = .03$; B = -.362, SE = .176, $p < .05$; Exp (B) = .696; $R^2 = .03$. De negatieve waarde bij Persoonlijke Prestatie betekent dat hoe meer het klimaat als een 'Persoonlijke Prestatie' werd beschouwd hoe meer hedonistische bonnen werden gekozen. Bij de niet-studenten wordt geen significante invloed van het opnieuw bedienen van de gevel op de cadeaukeuze gevonden. Al blijkt bij de niet-studenten die AfaG opnieuw hebben bediend een groter percentage altruïstische bonnen te zijn gekozen (93.3%) dan bij degenen die dat niet hebben gedaan (66.7%). Ook de Exp (B) ligt hoog (7.0). Dat er geen significante invloed is gevonden kan gelegen hebben aan de kleine testpopulatie (n = 24).

Ten slotte is dezelfde bedankmail ook gestuurd naar de gebruikers van een aantal energiezuinige en minder energiezuinige kantoren in Nederland die hebben deelgenomen aan de enquête die in Hoofdstuk 3 is behandeld. Met deze data is het verschil in de 'Tevredenheid over het binnenklimaat', 'Comfortbeleving' en 'milieugeoriënteerde zelfidentiteit' tussen energiezuinige en minder energiezuinige gebouwen onderzocht. Hun cadeaukeuze zal worden vergeleken met de keuze van de Testpersonen in de Testunits.

In totaal hebben 414 mensen aan dit onderzoek meegedaan, verdeeld over 10 gebouwen. Hiervan zijn er 5 erkend energiezuinig, zoals besproken in Paragraaf 3.5.1.1.

Van de 414 Geënquêteerden hebben 192 gereageerd op de bedankmail (46%). Net als in de vorige analyse zijn degenen die voor de Fair Trade pakketten hebben gekozen uit de analyse gehaald en zijn de Mediamarkt- en de Reisbon (respectievelijk 74,7 en 3,2%) in de categorie Hedonistische bon worden ondergebracht en de Oxfam Novib bon (22,1%) in de categorie Altruïstische bon.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	Duur01(1)	,083	,403	,043	1	,836	1,087
	Gemgedr	,276	,203	1,857	1	,173	1,318
	Constant	-2,678	1,071	6,253	1	,012	,069
Step 2[a]	Gemgedr	,273	,202	1,826	1	,177	1,314
	Constant	-2,652	1,063	6,229	1	,013	,071
Step 3[a]	Constant	-1,261	,194	42,137	1	,000	,283

a. Variable(s) entered on step 1: Duur01, Gemgedr.

FIGUUR 7.18 SPSS uitdraai – Invloed Energiezuinigheid Gebouw, Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit op de cadeaukeuze

Er is geen significante invloed gevonden van het werken in een al dan niet energiezuinig kantoorgebouw en de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de Geënquêteerden op de keuze van de bon. Het percentage Geënquêteerden dat voor hedonistische bonnen heeft gekozen in energiezuinige gebouwen is ook praktisch gelijk aan het percentage Geënquêteerden dat in minder energiezuinige gebouwen werkt (77,7 om 78,3%); ook de Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit van de kantoorgebruikers in beide gebouwtypen verschilt weinig (M = 4.96; SE = 1.02 om 5.11; SE = 1.01). Zoals eerder geconcludeerd straalt het milieuvriendelijke van het kantoorgebouw niet af op de kantoorgebruikers.

Tot de Geënquêteerden behoorden ook docenten en medewerkers van de Hogeschool van Amsterdam locatie Leeuwenburg (HvA) die niet hadden deelgenomen aan de tests in de Testunits. Hoewel het aantal Geënquêteerden dat heeft gereageerd op de bedankmail klein is (n = 20) kan deze groep vergeleken worden met de niet-studenten die aan de tests hebben deelgenomen (n = 42). Zij vormen in zekere zin dezelfde populatie als de docenten en medewerkers die wel aan de tests hebben deelgenomen.

De Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit bij de HvA-Geënquêteerden lag hoger (M = 5.53; SE = .95) dan bij de Testpersonen (M = 4.91; SE = 1.08).

65% van de HvA-Geënquêteerden heeft gekozen voor een hedonistische Mediamarkt-bon. Van de niet-studenten die hebben deelgenomen aan de tests was dat 33,3%. Wordt het aantal Geënquêteerden dat heeft gekozen voor een hedonistische bon vergeleken met de niet-studenten die controle mochten uitoefenen en in Unit 1 hun test hebben doorstaan dan is het verschil groter (65% om 16,7%). 52,7% van de niet-studenten in Unit 2 (geen controle) heeft voor een hedonistische bon gekozen.

§ 7.6 Activerende, flexibele, adaptieve Gevel versus Milieuvriendelijkheid - Conclusies

In dit Hoofdstuk is Deelvraag 8 beantwoord:

Wat zijn de invloeden van de activerende gevel op het milieuvriendelijke gedrag ?

1 AfaG heeft een positieve invloed op milieuvriendelijk gedrag.

Om het verschil in milieuvriendelijk gedrag tussen het hebben van controle en geen controle te achterhalen, mochten de Testpersonen in Unit 1 de Activerende, flexibele, adaptieve Gevel (AfaG) bedienen en mochten de Testpersonen in Unit 2 dat niet. Beide Units waren uitgerust met een lamp en een kachel die door alle Testpersonen in- of uitgeschakeld mocht worden. Aan de Testpersonen is gevraagd om een logboek bij te houden. Zo kon het gebruik van de apparaten en de gevel worden gemonitord.

Weliswaar is er in de statistische analyses geen invloed gevonden van het hebben van 'Controle' op het in- en uitschakelen van de kachel en de lamp (kachel: B = -.248, SE =

.565, p > .05, Exp (B) 0.780; lamp: B =.529, SE = .565, p > .05, Exp (b) 1.698), maar toch lijkt AfaG milieuvriendelijk gedrag in de Testunits gestimuleerd te hebben.

Deze conclusie is vooral gebaseerd op de constatering dat het percentage Testpersonen dat de kachel in Unit 1 (controle) heeft ingeschakeld lager ligt dan het percentage Testpersonen in Unit 2 (geen controle), respectievelijk 25 om 34,7%. En dat terwijl in Unit 1 een minder gunstiger klimaat heerste dan in Unit 2. Bovendien waren in 9 van de 12 gevallen waarin de kachel toch werd bediend de mogelijkheden van AfaG uitgeput.

In de analyses is verder ingezoomd op Unit 1. Dit is belangrijk omdat er vanuit wordt gegaan dat het al dan niet voor een tweede keer bedienen van AfaG het gevoel van controle versterkt en dit een positieve invloed kan hebben op het milieuvriendelijke gedrag. Uit de analyses op basis van de data uit Unit 1 blijkt het uitschakelen van de lamp een relatie heeft met het opnieuw bedienen van AfaG (B = 1.590, SE = .512 p < .05, Exp (B) 4.904; R^2 = .08). De kans dat iemand het licht uitschakelde als hij ook de gevel had bediend was derhalve bijna 5 keer zo groot als iemand die AfaG niet had bediend. De relatie tussen het inschakelen van de kachel en het veranderen van de gevelconfiguratie was net niet significant (p = .076); (B = 1.112 SE =.627, p > .05, Exp (B) = 3.041, R^2 = .02).

Het voor de tweede keer bedienen van AfaG had een invloed op het aanzetten van de kachel. Degenen die AfaG opnieuw hadden bediend bleken gemiddeld gesproken minder geneigd om de kachel aan te zetten (87,2%) dan de Testpersonen die dat niet hebben gedaan (70,3%). Dit verschil had misschien verklaard kunnen worden doordat er verschillende binnentemperaturen geheerst hebben – het Testpaviljoen had immers niet een constant binnenklimaat – maar daar bleek in deze tests geen sprake van. De verschillen in de gemeten binnenklimaten waren gering.

AfaG heeft een positieve invloed gehad op het milieuvriendelijke gedrag in de Testunit.

Dat het uitschakelen van de lamp wel significant is beïnvloed door het hebben van controle en dat over het bedienen van de kachel een minder scherpe conclusie kan worden getrokken past binnen de lage kosten theorie. Zij stelt dat de neiging bestaat om het duurzame gedrag te laten varen als de kosten van de gevergde inspanning - uitgedrukt in tijd of geld of ongemak - te hoog worden. Tijdens sommige tests was het echt koud (zie Figuur 6-10) en nadat de mogelijkheden om het discomfort met behulp van AfaG te herstellen waren uitgeput, is het niet meer dan verklaarbaar dat de kachel wordt ingeschakeld. Hoewel de gloeilamp wel warmte verspreidde, is het uitschakelen van de lamp een minder groot 'offer'.

2 De milieugeoriënteerde zelfidentiteit voorspelt milieuvriendelijke gedrag

De milieugeoriënteerde zelfidentiteit is bepaald aan de hand van drie vragen: Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben; Ik ben het type mens dat zich milieuvriendelijk gedraagt; Ik zie mezelf als milieuvriendelijk persoon. Deze vragen zijn afkomstig uit en gevalideerd in eerder onderzoek.

De Gemiddelde milieugeoriënteerde zelfidentiteit had een significante voorspellende werking op het bedienen van de kachel ($B = .541$; $SE = .264$; $p < .05$; $Exp (B) = 1.1718$; $r = .16$; $R^2 = .03$). Dat effect werd niet gevonden bij het bedienen van de lamp.

Niet alleen het gedrag in de Units is bestudeerd, ook is onderzocht of het milieuvriendelijke gedrag zich tot buiten de tests zou uitstrekken.

Na afloop van de tests is aan de Testpersonen gevraagd een enquête (zie bijlage 6-2) in te vullen. Hierin is onder meer gevraagd om een keuze uit een reeks van 10 producten in 2 verschillende uitvoeringen te maken. Het verschil school zowel in de kosten als in de milieuvriendelijkheid. De milieuvriendelijke variant was 10 procent duurder dan de niet-milieuvriendelijke variant. Deze test is door anderen opgezet en uitgevoerd.

In alle tests zijn significante relaties tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het kiezen van milieuvriendelijke producten gevonden. Over alle producten bleek dat 14% van de variantie in Productkeuze verklaard kan worden op basis van de milieugeoriënteerde zelfidentiteit. Dat is niet heel krachtig - al is het effect wel zeer significant ($p < .001$). Eenzelfde beeld levert de analyse op naar de relatie tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de goedkope ($r = .281$; $p < .0-1$) en dure milieuvriendelijke producten ($r = .355$; $p < .01$). De nulhypothese die stelde dat er geen relatie bestaat tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en de keuze van de Producten mag voor deze testpopulatie derhalve worden verworpen.

3 Het bedienen van AfaG heeft een negatief effect op de (fictieve) keuze van milieuvriendelijke producten

In de analyse is onderzocht of de keuze van de producten voorspeld kan worden op basis van het hebben van controle over AfaG. Er is onderzocht of het hebben van controle tot milieuvriendelijker keuzes leidt.

De Testpersonen zonder controle bleken meer milieuvriendelijke producten te kiezen dan de Testpersonen met controle: $M = 6.2$; $SD = 2.71$ om $M = 7.3$; $SD = 1.91$. De standaardafwijkingen zijn evenwel fors – de spreiding van de data is groot, waardoor

geconcludeerd mag worden dat het gemiddelde de data eigenlijk slecht verbeeldt. Veel waarde mag niet aan het verschil in de gevonden gemiddelden worden gehecht. De kracht van het effect (r) is .24.

Er is geen relatie gevonden tussen het bedienen van AfaG en het aantal milieuvriendelijke producten dat door de Testpersonen is gekozen. Nulhypothese H_{04} moet aangehouden worden.

Het kiezen voor minder milieuvriendelijke producten kan mogelijk gerelateerd worden aan de gezien de omstandigheden relatief hoge 'Tevredenheid over het binnenklimaat', zoals die is omschreven in het vorige hoofdstuk. De Testpersonen die AfaG opnieuw hadden bediend, hadden te maken met slechte omstandigheden. Tijdens deze tests was het kouder dan tijdens de tests waarin AfaG niet is aangepast aan de omstandigheden. Dit had het logisch gemaakt dat deze Testpersonen minder tevreden zouden zijn geweest over het binnenklimaat. Echter, uit de gegevens uit de enquête blijkt die mate van ontevredenheid gezien de omstandigheden mee te vallen. Relatief gezien kan gesteld worden dat zij tevredener waren dan de Testpersonen die AfaG niet hebben aangepast aan de omstandigheden. Deze 'opoffering' wordt ook teruggevonden in het feit dat de Testpersonen die AfaG hebben bediend minder snel geneigd waren om de kachel aan te zetten.

Het feit dat zij aan het eind van de test voor minder milieuvriendelijke producten hebben gekozen dan de Testpersonen die AfaG niet hebben bediend kan misschien verklaard worden uit die getrooste opoffering en kan dan worden beschouwd als soort van 'moral licensing' (Merritt et al., 2010; Tiefenbeck et al., 2013). Hierbij wordt voor zichzelf het foute – in dit geval het niet milieuvriendelijke – gedrag goed gepraat door te wijzen op het eerder uitgevoerde goede gedrag als een vorm van compensatie.

4 Het bedienen van AfaG stimuleert milieuvriendelijk gedrag

Het milieuvriendelijke gedrag is getest door een maand na afloop van de tests alle Testpersonen een bedankmail te sturen. Als beloning voor deelname zouden verschillende cadeaubonnen onder de Testpersonen worden verloot. Het ging hierbij om een echte beloning waarbij er kon gekozen worden uit een Oxfam Novib bon, een Fair Trade pakket, een Reischeque en een Mediamarkt-bon. Vanwege het ambivalente karakter van de Fair Trade pakketten zijn deze bonnen uit de analyse gehaald.

De logistische regressieanalyses tonen bij de niet-studenten (docenten en medewerkers van de Hogeschool van Amsterdam) een significante invloed aan van het uitoefenen van controle op de keuze van de bon ($B = 1.833$; $SE = .725$; $p < .05$, Exp (B)

= 6.250; R^2 = .10). Het gemiddeld aantal hedonistische bonnen ligt bij de Testpersonen die in Unit 1 (controle) hebben getest lager (16,7%) dan bij de Testpersonen uit Unit 2 (52,7%).

Wordt alleen naar Unit 1 gekeken en naar de invloed van het opnieuw bedienen van AfaG op de keuze van de cadeaubonnen, dan wordt die invloed niet gevonden (B = 1.946, SE = 1.254, p > .05, Exp (B) = 7.0). Al blijkt bij de niet-studenten die AfaG opnieuw hebben bediend een groter percentage altruïstische bonnen te zijn gekozen (93.3%) dan bij degenen die dat niet hebben gedaan (66.7%). Dat er in Unit 1 geen significante invloed is gevonden tussen het opnieuw bedienen van AfaG en de cadeaukeuze kan gelegen hebben aan de vrij kleine testpopulatie (n = 24).

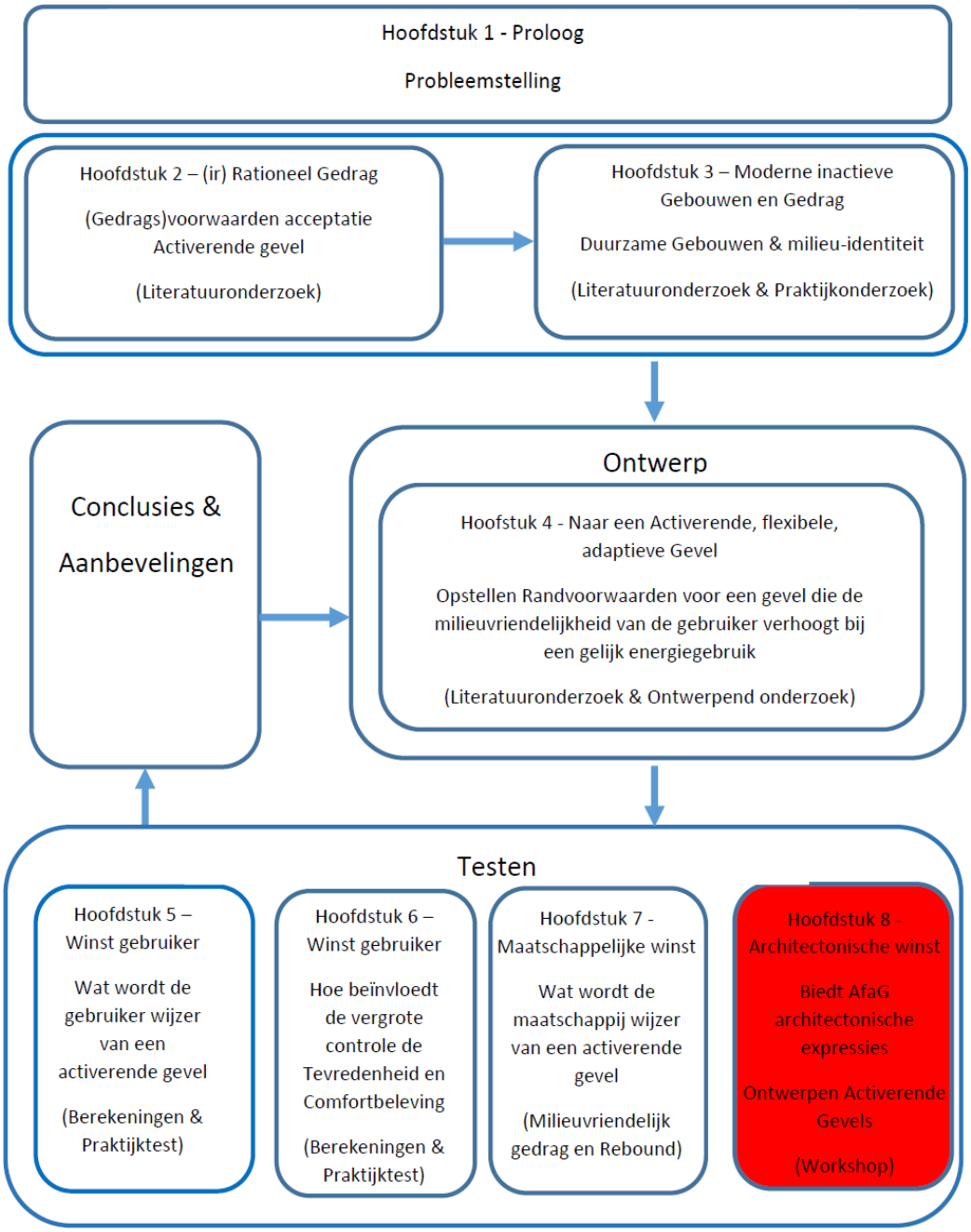
Studenten hebben vooral voor de hedonistische bonnen gekozen. Een verschil tussen Unit 1 en Unit 2 werd bij hen nauwelijks gevonden. Studenten die geen controle mochten uitoefenen kozen in 91,4% van de gevallen voor hedonistische bonnen; studenten met controle 93,7%.

Worden de resultaten van de niet-studenten vergeleken met de medewerkers van de HvA die niet aan de tests hebben deelgenomen maar wel zijn geënquêteerd dan ligt het percentage hedonistische bonnen bij de Testpersonen lager (33,3%) dan bij de Geënquêteerden (65%). Wordt het aantal Geënquêteerden dat heeft gekozen voor een Hedonistische bon vergeleken met de niet-studenten die controle mochten uitoefenen en in Unit 1 hun test hebben doorstaan dan is het verschil groter (65% om 16,7%).

52.7% van de Testpersonen in Unit 2 heeft voor een hedonistische bon gekozen – dan is verschil met de Geënquêteerden niet zo heel groot meer.

Nulhypothese H_{06} (het hebben van controle over AfaG heeft geen invloed op de keuze van het type cadeaubon) mag worden verworpen.

AfaG stimuleert het milieuvriendelijke gedrag. Ook een maand na beëindigen van de tests.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(Literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(Literatuuronderzoek & Praktijkonderzoek)
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
(Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek)
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
(Workshop)

8 Architectonische Activerende, flexibele, adaptieve Gevels

'Tomorrow never knows'

Lennon & McCartney, 1966

§ 8.1 Inleiding

Hopwood, Mellor en O'Brein (2005) hebben drie wegen onderscheiden die naar een duurzamer maatschappij kunnen leiden: *status quo*, *hervormingen* en *transformatie*. Activerende, flexibele en adaptieve Gevels (AfaGs) kunnen het best onder de noemer *hervormingen* worden gebracht. *Status quo* volgt in hun definitie het pad van geleidelijke, technologische verbeteringen. Van evolutie. In een getransformeerde wereld speelt de natuur en niet langer de mens een dominantie rol (ibid). Tussen deze twee wegen in bevinden zich *hervormingen* die zich onderscheiden van *status quo* omdat zij alleen tot stand kunnen komen via radicale vernieuwingen (Van Lente, 2006 - blz 212; Norman & Verganti, 2014; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990).

AfaG kan als radicaal worden beschouwd.

Zoals omschreven in Hoofdstuk 4 is het doel om met AfaG een nieuwe context in gebouwen te creëren. AfaG vervangt de normaal gesproken gesloten en statische geveldelen; deze delen zijn dynamisch gemaakt en zijn door de gebruiker te bedienen. Een andere context is belangrijk omdat zij aanleiding blijkt te kunnen geven tot een herijking van dat wat belangrijk wordt gevonden (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009).

Door een andere context die direct gerelateerd is aan energiegebruik en milieuvriendelijkheid, zouden biosfeervriendelijke waarden en/of normatieve doelen die mede bepalen welk gedrag wordt vertoond, saillanter gemaakt kunnen worden (Feather 1982; 1995; Fishbein & Ajzen, 1975; Cosmides & Tooby, 1997; Steg et al., 2014; Steg et al., 2014a; Vlek & Steg, 2007; Verplanken & Holland, 2002; Verplanken et al., 2008).

De vraag die in dit hoofdstuk mede beantwoord zal worden is of die nieuwe context - het activerende, de flexibiliteit en het adaptief vermogen - van AfaG een radicale innovatie maakt die voor *hervormingen* noodzakelijk is (Van Lente, 2006 - blz 212; Norman & Verganti, 2014; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990).

Verganti en Öberg (2013) stellen dat om radicaal genoemd te mogen worden de betekenis van een product veranderd moet worden. Volgens hen gaat de betekenis van een product niet zo zeer over 'hoe' maar 'waarom' een product wordt gebruikt. Deze benadering geeft *betekenis* een sociaal-culturele context en maakt tevens duidelijk dat een radicale innovatie niet over het optimaliseren van een product kan gaan. Betekenissen kunnen niet geoptimaliseerd worden, maar ze kunnen wel veranderd

worden. Dit onderscheidt een verandering in betekenis van een verandering in technische prestaties die immers wel verbeterd kunnen worden.

Verder komt, volgens hen, de vraag om radicale veranderingen niet van de gebruiker die vaak genoegen neemt met kleine, geleidelijke verbeteringen in het functioneren van een bekend product; met optimalisaties en dus met evolutie (ibid). Het kan zelfs zo zijn dat een radicale innovatie in eerste instantie helemaal niet beter functioneert dan een bestaand product. Dat mag misschien ook niet verwacht worden. Zij staat immers aan het begin van een ontwikkeling en moet nog doorontwikkeld worden (Dahlin & Behrens, 2005).

Zoals reeds hierboven en in voorgaande hoofdstukken geschetst zijn de randvoorwaarden van AfaG niet ontwikkeld op basis van gebruikersonderzoek en -participatie, maar zijn ze tot stand gekomen op basis van verwachte en gewenste sociale, culturele en technologische veranderingen (Norman & Verganti, 2014; Verganti, 2008). Zo beschouwd kan AfaG als een radicale innovatie worden bestempeld (Verganti & Öberg, 2013; Verganti, 2008) - de Westerse betekenis van de gesloten gevel is gewijzigd en met AfaG is zowel een nieuw 'hoe' als een nieuw 'waarom' van het gebruik van de gevel geïntroduceerd.

Gevoelsmatig lijken radicale innovaties verbonden te moeten zijn aan nieuwe kennis en/of technieken. Hiervan is bij AfaG niet echt sprake. In de onderzochte versie van AfaG zijn bekende principes en materialen toegepast. Nieuwe kennis blijkt echter niet noodzakelijk te zijn om binnen de definitie van een radicale innovatie te vallen. Nieuwe betekenissen kunnen ook verkregen worden door bestaande kennis op een nieuwe manier te combineren (Dahlin & Behrens, 2005; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990; Norman & Verganti, 2014). Zo kan het nieuwe product zich onderscheiden van vorige en hedendaagse producten met een vergelijkbare functie.

Dit nieuwe en unieke wordt als twee van de drie criteria voor radicale vernieuwingen beschouwd (Dahlin & Behrens, 2005). Als derde wordt de adoptie van de innovatie genoemd – zij moet uiteindelijk een soort van revolutie in de industrie teweeg brengen en de toekomst van het product mede gaan bepalen (Gersick, 1991 in Dahlin & Behrens, 2005; Dahlin & Behrens, 2005; Ahuja & Lampert, 2001; Schoenmakers & Duysters, 2010). Haar invloed zou zelfs verder moeten reiken. Radicale innovaties kunnen tot een nieuw sociaal-cultureel paradigma leiden. Als voorbeeld wordt de minirok in de jaren zestig genoemd die niet alleen een totaal nieuwe vorm van kleding was, maar tegelijkertijd een symbool van de vrijheid van vrouwen (ibid). Kortom, radicale innovaties moeten daadwerkelijk tot *hervormingen* leiden (Van Lente, 2006; Norman & Verganti, 2014; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990).

Op dit moment kan niet worden voorspeld of AfaG, op welke manier dan ook, zal leiden of zelfs maar een aanzet zal geven tot *hervormingen*. En of AfaG inderdaad een radicale vernieuwing zal blijken te zijn. Wat wel onderzocht kan worden is of aan de uitgangspunten van de Activerende, flexibele en adaptieve Gevels architectonische betekenissen gegeven kunnen worden. Dit is relevant omdat alleen wanneer architecten voldoende expressie aan de gevel kunnen geven zij de principes van AfaG zullen adopteren. Gevels zijn er niet alleen om warmte en koude binnen of juist buiten te houden. Of om de gebruikers te activeren om zo de milieugeoriënteerde zelfidentiteit te stimuleren. Gevels vormen een belangrijk architectonisch expressiemiddel; ze zijn een uiting van culturele identiteiten (o.a Semper, 1863). Bovendien kunnen door de architectonische mogelijkheden te onderzoeken nieuwe, andere betekenissen van AfaG worden ontdekt en aan AfaG worden gegeven (Krippendorff, 1989; Verganti & Öberg, 2013).

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 9 beantwoord:

In hoeverre kan aan de uitgangspunten van een activerende gevel architectonische expressies worden gegeven?

Om dit te kunnen doen is een workshop onder jonge architecten gehouden.

Na de workshop zijn de concepten verder gematerialiseerd en bouwkundig uitgewerkt tot schetsdetails en is onderzocht of er met de concepten aan de vereiste en gewenste bouwfysische randvoorwaarden zou kunnen worden voldaan. Getracht is om het experimentele een realistischer basis te geven.

De ontwikkelde concepten zijn daarnaast geëvalueerd op hun activerend vermogen, hun mogelijkheden tot adaptatie en flexibiliteit en de mate van radicaliteit. Verder is onderzocht of met de gevelconcepten de context in gebouwen voldoende wordt gewijzigd. Ten slotte is afgevraagd of de gebouwgebruikers de gevels daadwerkelijk zullen gaan gebruiken. Uiteindelijk is het de bedoeling dat zij zich op een actievere manier bezig gaan houden met het creëren van comfort in hun gebouwen.

De vraag is daarbij waarom zij dit zouden willen gaan doen. In de Hoofdstuk 2 zijn verschillende vormen van 'winst' beschreven – uiteindelijk blijken mensen op de een of andere manier beter van gedrag te willen worden – waarmee de gebruikers zouden kunnen worden overreed om de noodzakelijke extra handelingen te gaan verrichten (Ajzen, 1985; 1991; Bamberg & Möser, 2007; Vringer et al., 2008; Steg et al., 2015). De ontwerpen worden afgezet tegen deze verschillende vormen van winst om zo de acceptatie door de gebruiker te kunnen voorspellen.

§ 8.2 Workshop

§ 8.2.1 Workshop – Doelen

De eendaagse-workshop diende drie doelen.

Allereerst moest duidelijk worden of architecten met de principes van Activerende, flexibele en adaptieve Gevels (AfaGs) uit de voeten kunnen. Met andere woorden of aan AfaG verschillende architectonische expressies gegeven kunnen worden. Hiermee zou deelvraag 9 zijn beantwoord. Om verschillende architectonische uitdrukkingen te verkrijgen zijn jonge architecten werkzaam bij uiteenlopende Nederlandse architectenbureaus uitgenodigd – van conceptueel (OMA en Powerhouse-Company) via technisch (cepezed) en expressionistisch (UW architecten/Uytenhaak en Team V) naar ambachtelijk (Studio AA). Hoewel de handschriften van de bureaus verschillen, hebben alle deelnemende bureaus gemeenschappelijk dat zij het nieuwe niet schuwen.

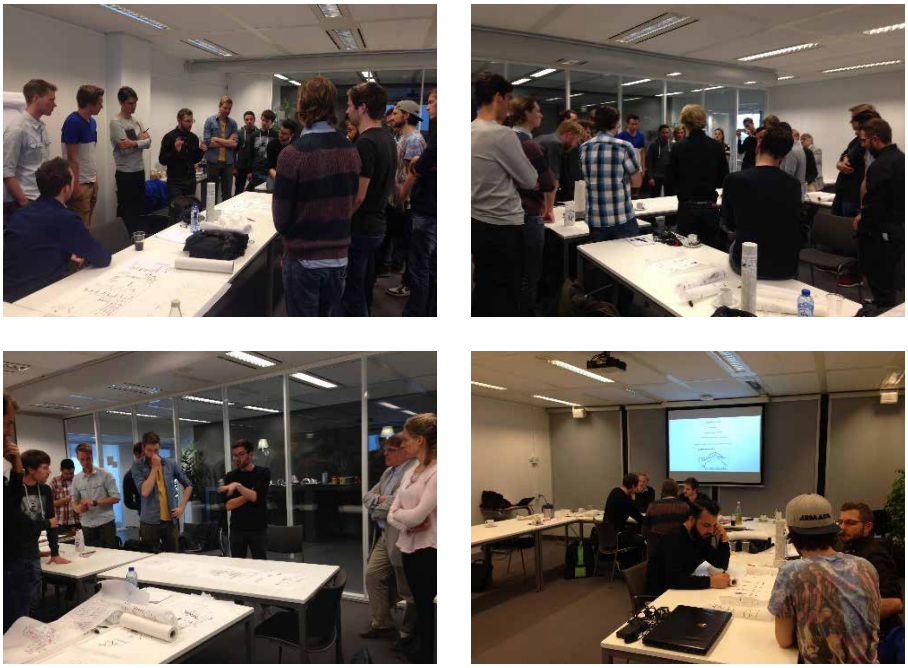
Het tweede doel van de workshop was om een inspirerende middag en avond aan de deelnemers aan te bieden die allen vrijwillig aan de workshop hebben deelgenomen.

De verborgen agenda van de workshop, ten slotte, was om de ideeën achter AfaG nu al te introduceren bij jonge architecten in de hoop dat zij ze - ergens in de toekomst; in welke vorm dan ook; bewust of onbewust - zouden kunnen toepassen.

§ 8.2.2 Workshop – Opzet

De workshop bestond uit vier delen.

Een presentatie waarin de achtergronden, het belang en de randvoorwaarden van AfaG werden uitgelegd, vormde de aftrap tot de workshop (voor de Powerpoint-presentatie: zie Bijlage 8-1). De onderzochte gevel opgebouwd uit verschillende lagen doek zoals omschreven in Hoofdstuk 4 en onderzocht in de Hoofdstukken 5, 6 en 7 werd echter in de presentatie niet toegelicht. Dit om te voorkomen dat het ontwerpproces te zeer zou worden beïnvloed.



FIGUUR 8.1 Impressies Workshop

Hierna zijn zeven 'ontwerpteams' gevormd bestaande uit de architect aangevuld met twee/drie studenten van de afdeling Architectonische Techniek van de Hogeschool van Amsterdam en volgden drie ontwerpsessies. Elke ontwerpsessie werd afgesloten met een korte presentatie en discussie.

In de eerste sessie werd aan de ontwerpteams gevraagd om de gesloten geveldelen in traditionele gebouwen als het ware te deconstrueren om de mogelijkheden te onderzoeken om statische geveldelen adaptiever en flexibeler te krijgen. Dit moest leiden tot een nieuw gevelconcept dat de gebruiker van het gebouw op een actievere manier bij het creëren van comfort zou moeten gaan betrekken. Tegelijkertijd moest de nieuwe gevel een architectonische element blijven. Het probleem mocht niet alleen technisch worden beschouwd, maar als een architectonisch vertrekpunt. Hierbij werd het besef benadrukt dat een gevel normaal gesproken niet als een zelfstandig element - zonder context, zonder gebouwprogramma - wordt ontworpen.

In de tweede sessie werden de concepten gematerialiseerd; aan de verschillende elementen moest expressie en dikte gegeven worden. Zij moesten realistischer worden.

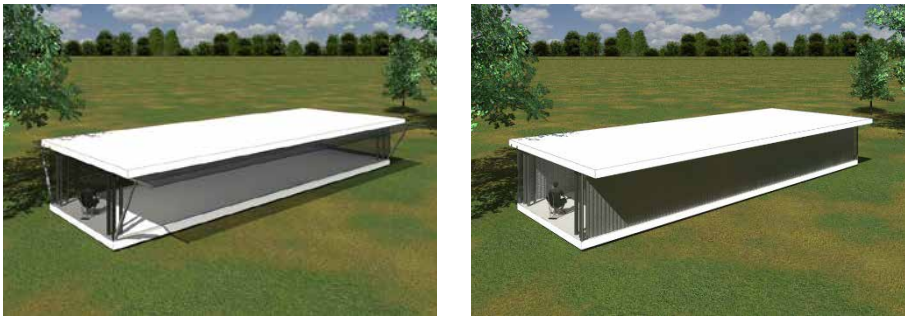
In de laatste sessie werd aan de ontwerpers gevraagd de mechanismen en de 'user interface' te ontwerpen waarmee de verschillende geveldelen bediend kunnen gaan worden. Dit met als doel om het intuïtieve van de nieuwe concepten eerst door de ontwerpers zelf te laten onderzoeken.

De ontwikkelde concepten zijn later samen met studenten die aan de workshop hebben deelgenomen bouwkundig uitgewerkt tot schetsdetails.

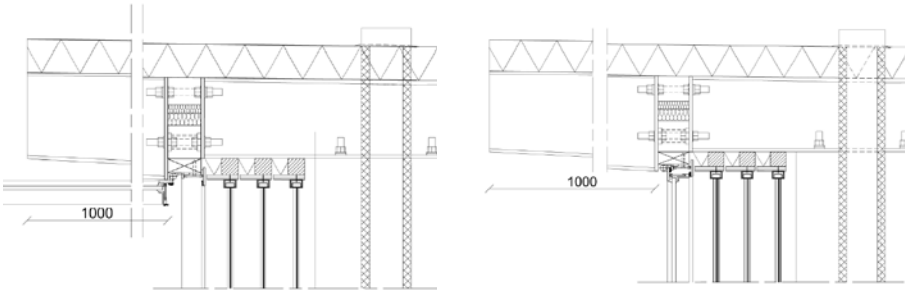
§ 8.3 Architectonischer, Adaptieve, flexibele, adaptieve Gevels

Tijdens de workshop bleken de principes van AfaG door de ontwerpers niet moeilijk te doorgronden. Het zonder context en zonder programma ontwerpen van een gevel en toch tot een specifieke architectonische uitstraling te komen bleek in eerste instantie lastiger. Door het uitgangspunt – het context-loos ontwerpen van een gevel – werden de architecten echter min of meer gedwongen om vooral uit de randvoorwaarden van AfaG inspiratie op te doen. Dit is op verschillende manieren gebeurd die hieronder zullen worden besproken. De manieren zeggen misschien iets over de wijze waarop binnen de afzonderlijke bureaus architectuur wordt bedreven en ontwerptechnische problemen worden opgelost.

§ 8.3.1 Aris Gkitzias (OMA)



FIGUUR 8.2 Het paviljoen voorzien van een glasgevel die kan worden opengeklapt (links) en van gordijnen om de bouwfysische kwaliteiten te verbeteren.



FIGUUR 8.3 Aansluiting glasgevel, gordijn en luifel. In het linker detail is de glasgevel opengeklapt.

Het ontwerp van Gkitzias is praktisch identiek aan de in deze studie onderzochte versie van AfaG. Doeken zijn ingezet om de gevel de noodzakelijke bouwfysische kwaliteiten te geven. Ook voor dit ontwerp is de analogie met kleding gebruikt om een activerende gevel te ontwerpen. Intuïtief zijn mensen in staat om de juiste kleding te kiezen. Anders dan bij (de meeste) mensen kunnen gebouwen zonder schaamte in het openbaar volledig naakt zijn - op de momenten dat de weersverwachtingen of de activiteiten dat mogelijk maken. Van deze mogelijkheid om zich te ontdoen van ook de laatste laag wordt in dit concept gebruik gemaakt.

Het belangrijkste verschil tussen dit ontwerp en de in deze dissertatie onderzochte versie van AfaG is dat de buitenste laag uit glas bestaat om zo de luchtdichtheid en waterdichtheid van de gevel beter te kunnen garanderen.

Het gevelconcept is vooralsnog toegepast in een paviljoenachtig gebouw waarvan bij mooi weer of bij bijzondere gelegenheden de glasgevel opengeklapt kan worden – dan is het gebouw gevelloos en daarmee 'naakt'. Normaal gesproken echter is het de bedoeling dat de glasgevel dicht blijft.

§ 8.3.1.1 Aris Gkitzias – Post-workshop uitwerking & Discussie

Om de gewenste variaties aan warmteweerstanden te verkrijgen zonder dat dit tot onhandelbaar dikke doeken leidt, worden lagen met verschillende diktes aerogel in tijken genaaid. In Paragraaf 5.5.2.4 is deze mogelijkheid reeds ter sprake gebracht. Aerogel heeft poriën van 10-50 µm en voorkomt geleiding en convectie (Gibson & Lee, 2006). Hierdoor heeft het materiaal een warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) van ongeveer 0.0135 W/mK en is op dit moment het best isolerende materiaal voor gebouwen (Baetens et al., 2011; Jelle, 2011).

Er is gekozen voor 3 doeken met diktes van respectievelijk 6 mm, 20 mm en 40 mm die respectievelijk een Rc van 0,5, 1,5 en 3 m^2K/W hebben. De keuze voor de verschillende diktes is enerzijds ingegeven door de wens om minimaal aan de eis van het huidige Bouwbesluit te kunnen voldoen (Rc-gevel = 4,5 m^2K/W). Anderzijds zijn de verschillende diktes goed van elkaar te onderscheiden. Daar zowel volwassenen als kinderen in staat blijken te zijn om hun kleding gedurende de dag op subtiele manieren aan de thermische omgeving aan te passen door bijvoorbeeld knoopjes los te maken of de mouwen op te stropen (Morgan & De Dear, 2003; Wyon & Holmberg, 1973), wordt verondersteld dat de gebruikers intuïtief de dikte van de doeken zullen associëren met de mate van isoleren. In Hoofdstuk 6 Paragraaf 6.8.4.1 is aangetoond dat AfaG inderdaad op een dergelijke wijze intuïtief wordt doorgrond. Het onderscheid tussen de lagen met ieder een eigen warmteweerstand zou verder versterkt kunnen worden door de doeken kleuren te geven die geassocieerd worden met koude/warmte (Wastiels et al., 2012a; 2012b; Fenko et al., 2010). Een nadeel van dit concept – althans in deze versie – is dat AfaG tegelijkertijd ook als gevelopening werkt. Er is geen onderscheid gemaakt tussen het activerende en adaptieve geveldeel en de glazen delen. Met het sluiten van de doeken en het verbeteren van de thermische kwaliteiten van de gevel zal het paviljoen zich afsluiten van de omgeving. Daglicht komt niet meer binnen – het uitzicht is verdwenen. Dit zou het gebruik ervan kunnen frustreren.

Dankzij de buitenste laag van glas is deze gevel eenvoudiger bouwfysisch 'goed' te krijgen dan de in Hoofdstukken 5 en 6 onderzochte AfaG. De naaddichting van bewegende en bovenal flexibele delen blijft – zeker op de lange duur – lastig te garanderen. Met dit concept is in ieder geval tussen binnen en buiten het aantal naden sterk gereduceerd en bovendien zijn de aansluitingen stabieler. Deze gevel zal hierdoor minder gevoelig zijn voor infiltraties. Daarnaast zullen de spouwen tussen de verschillende lagen gordijn minder in breedte fluctueren. De wind heeft geen grip op de doeken, waardoor de invloed van convectie, geleiding en straling tussen de doeken beter voorspeld kan worden.

Om optimaal van de thermische kwaliteiten van de doeken te kunnen profiteren is het wel belangrijk dat de dichting tussen geveldoeken en kozijn en tussen de geveldoeken onderling voldoende is om convectie tussen de doeken en condensatie ergens in het gevelsysteem te voorkomen. In de tijdens de workshop geschetste gevels zijn de doeken vooral esthetisch en minder bouwfysisch ingezet. In de uitwerking zijn twee alternatieven onderzocht om beide potentiële bouwfysische problemen te voorkomen. In het eerste alternatief zijn de gordijnen voorzien van rubberen profielen die voor voldoende afdichting tussen de verschillende lagen moeten zorgen. Dit vraagt echter om een extra handeling van de gebruiker. Hij/zij moeten de profielen in elkaar drukken. Dit is lastig en zal snel 'vergeten' worden.

Als alternatief zijn 'oversized' doeken toegepast die royaal op de grond liggen en aan de bovenzijde tegen het plafond drukken. Dit zal de bediening enigszins bemoeilijken maar zo zullen de luchtstromingen van het glas naar binnen (koudeval) en van binnenuit naar de glasgevel toe wel worden belemmerd. De breedtematen van de doeken zijn daarnaast zo gekozen dat zij niet zullen plooien wat kan bijdragen aan een verminderde convectie tussen de verschillende lagen. Ten slotte zullen doeken moeten worden geselecteerd met een geringe dampdoorlatendheid.

Het gevelconcept lijkt in wezen flexibel en adaptief. Het regelen van de gevel op intuïtie oogt gelijk aan het regelen van het in dit onderzoek gegenereerde gevelsysteem. Zoals betoogd, is het de bedoeling dat de gevel gaat functioneren als een soort van kleding. Ook als die associatie door de gebruiker niet wordt gelegd en de gevel als een reeks gordijnen wordt beschouwd - dan nog vraagt dit niet om een nieuw cognitief proces. Het sluiten/openen van gordijnen is geen nieuwe handeling. Gordijnen worden 's avonds gesloten om de privacy te waarborgen en soms ook om warmte binnen te houden (Van Raaij & Verhallen, 1983; Kim et al., 2013). Hierbij blijken echter met name jongeren steeds minder geneigd om de gordijnen te sluiten als het buiten koud is (Lindén, Carlsson-Kanyama & Eriksson, 2006). Om hen – en anderen – te verleiden tot een actiever gebruik van de gordijnen en om misschien de neiging te onderdrukken om te vroeg in de ochtend de gordijnen weer te openen is voor de glazen schil geen relatief goed isolerend 3-laags glas gevuld met edelgassen gebruikt, maar nauwelijks isolerend

enkel glas. Het glas vormt hierdoor alleen een laag die voor de wind- en waterkering moet zorgen. Om een comfortabel binnenklimaat te verkrijgen zullen de doeken bediend moeten worden. Het activerende vermogen van het concept wordt zo versterkt.

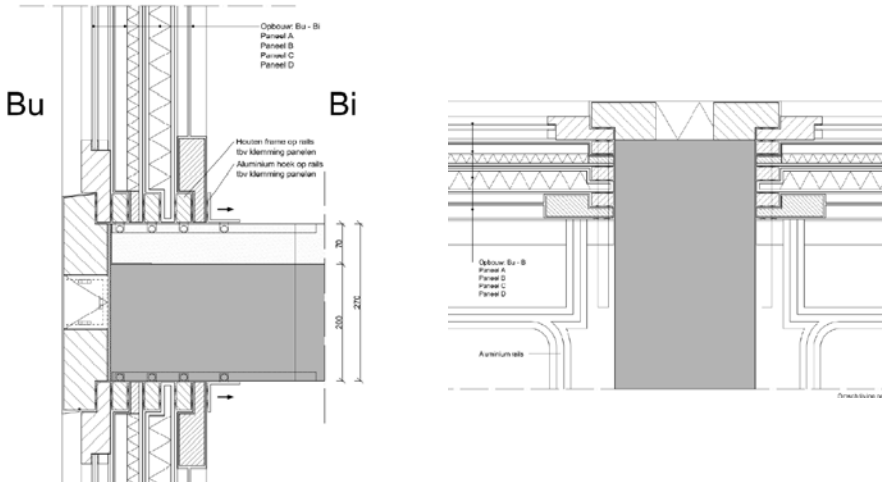
Worden opnieuw de verschillende vormen gedragsbeïnvloeding bestudeerd dan ligt deze vorm ergens tussen seductive (verleidend) en decisive (bepalend) in (Tromp, 2013; zie Paragraaf 6.8 voor een uitgebreidere omschrijving van het model). Hoewel het glas wel - zoals gesteld - als een vangnet zal fungeren, zal de gebruiker van de gevel het gevoel hebben dat hij zelf controle over zijn handelingen heeft (ibid). Het hebben van controle is een belangrijke voorwaarde voor tevredenheid (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).

Het kunnen uitoefenen van controle met als mogelijkheid om tot een redelijke energiebesparing te komen (zie Paragraaf 5.6) krijgen de gebruikers van AfaG terug voor hun activiteiten. De mogelijkheden hiertoe zijn ook groot – ook al omdat de samenstelling van de gevel gemakkelijk kan worden aangepast. De doeken kunnen worden beschouwd als controlemechanismen waarmee het binnenklimaat aangenaam gekregen kan worden. Er kunnen hierdoor vormen van Alliesthesia optreden, zoals betoogd in Paragraaf 6.8.2.5 (Cabanac, 1971; Parkinson & De Dear, 2015; De Dear, 2011). De gevel verwordt tot een object van affectie waarmee een emotionele band wordt verkregen (Norman, 2004; Cohen et al., 1999).

Of het bedienen van de gevel net als bij de geteste AfaG zou kunnen leiden tot een gevoel milieuvriendelijk bezig geweest te zijn, is niet helemaal duidelijk. Het is de vraag of hiertoe de context wel ingrijpend genoeg verandert. Het zou kunnen zijn dat in het gebruik de gevel als een 'gewone' glasgevel voorzien van gordijnen zal worden beschouwd. Het openen van gordijnen die daadwerkelijk de gevel vormen is/voelt anders dan dezelfde handeling uitvoeren waarbij tussen binnen en buiten nog een laag glas aanwezig is. Het is minder risicovol waardoor het openen/sluiten van de gordijnen misschien minder bewust geschiedt. Met andere woorden wellicht is de context van deze gevel wel niet voldoende anders om uiteindelijk tot een ander gebruik en als het gevolg daarvan tot een ander gedrag te komen.

Ten slotte is de flexibiliteit mogelijk ook minder. Niet wat betreft het inregelen van de bouwfysische kwaliteiten van de gevel. De doeken kunnen eenvoudig worden verwisseld om ze aan de nieuwe eisen aan te passen. De identiteit van de gevel en van het gebouw zal echter minder ingrijpend veranderen dan bij de gevel die volledig is opgebouwd uit doeken. Ook al zijn binnen andere doeken opgehangen omdat bijvoorbeeld de functie andere eisen aan de doeken had gesteld, het glas – en met name het reflecteren van het glas – zal het gevelbeeld blijven domineren.

§ 8.3.2 Lisen Hablé (Team V)



FIGUUR 8.4 Verticaal en horizontaal (rechts) detail aansluiting verschuifbare panelen op buitenblad.

Het deconstrueren van de gevel in verschillende lagen met specifieke functies - wat in feite de eerste opdracht tijdens de workshop was - is het thema van het ontwerp van Hablé gebleven. Het gevelconcept was in eerste instantie opgebouwd uit vier verschillende lagen die respectievelijk voor de isolatie moest zorgen, de zonnewarmte moest buitenhouden, voor de wind- en waterdichting moest zorgen en geluid moest absorberen. Tijdens de workshop was alleen de wind- en waterkerende laag werkelijk gedefinieerd: een goudkleurige aluminiumplaat. De overige materialen zijn toen nog in het midden gelaten.

Doordat elk gevelpaneel een eigen uitstraling heeft, bepalen de wensen binnen en de eisen afkomstig uit de omgeving uiteindelijk de identiteit van het (woon)gebouw. Dit uitgangspunt maakt het noodzakelijk dat elk paneel in principe op elke plek in het gevelpakket gepositioneerd moet kunnen worden.

§ 8.3.2.1 Lisen Hablé - Post-Workshop Uitwerking & Discussie

Dit concept is de meest radicale vorm van AfaG die tijdens de workshop is ontwikkeld. De gesloten gevel is getransformeerd in een gevel waarvan de gebruiker en zijn comfortwensen bepalen hoe zij is opgebouwd. De context kan als wezenlijk veranderd beschouwd worden.

Na de workshop is in overleg met de architect besloten om de materialisatie enigszins aan te passen en verder aan te vullen. De gevel bestaat nu uit vijf lagen met verschillende gradaties aan transparantie. Hierbij is enigszins van het concept van één te onderscheiden functie per laag afgeweken. Enerzijds is dit bewust gedaan om zo het adaptieve vermogen van de gevel te versterken. De gevel kent daarom twee isolerende panelen. Het ene is translucent en heeft een warmteweerstand van 1,5 m^2K/W ; de ander is een gesloten aluminium sandwichpaneel met een warmteweerstand van 3 m^2K/W.

Anderzijds bleek die strikte scheiding tussen bouwfysische functies niet altijd gewenst. Met het bevredigen van één eis worden ook andere bouwfysische kwaliteiten van de gevel beïnvloed en het leek een gemiste kans om niet optimaal van de mogelijkheden van een gevelpaneel te profiteren. Het aluminium sandwichpaneel is dusdanig opgebouwd dat zij niet alleen voor de thermische, maar ook voor (een deel van) de akoestisch isolatie zorgt. Door een relatief dunne laag isolatiemateriaal aerogel toe te passen (Baetens et al., 2011; Jelle, 2011) kon een luchtlaag tussen de metalen buitenplaat en het isolatiemateriaal worden gecreëerd (Ballagh, 2010). De gevel bestaat verder uit een (eventueel gezeefdrukte) transparante glasplaat wiens belangrijkste functie de wind- en waterdichting is. Door haar gelaagde opbouw met tussen de twee lagen glas een dempende PVB (A)-folie helpt de glasplaat ook bij het buitenhouden van straatgeluiden (Naticchia & Carbonari, 2007; Buratti & Moretti, 2012). Ten slotte is semi-transparante zonwering toegepast met een lage emissiecoëfficiënt (ε = 0,05) die een bijdrage kan leveren aan de warmtehuishouding (zie Hoofdstuk 5). Worden geen bouwfysische eisen aan de gevel gesteld dan zorgt een soort gaaswerk voor de veiligheid.

Hoewel minder intuïtief dan een gevel opgebouwd uit doeken heeft het systeem door de materialisatie wel een logica gekregen. Hoe geslotener het materiaal – hoe minder transparant – hoe beter het isoleert. Hierdoor is het aannemelijk dat het op de juiste manier zal worden gebruikt (Heijs, 2006; Tromp, 2013).

Problematischer is het garanderen van de vereiste naaddichting tussen gevelpaneel en kozijn en daarmee de luchtdichtheid van het gevelsysteem. Schuivende delen hebben ruimte nodig om te kunnen schuiven en op de een of andere manier moet die ruimte

op het moment dat de panelen op hun plek in de gevel zijn geplaatst, afgedicht kunnen worden. Complicerende factor hierbij is dat elke laag van de adaptieve gevel aan de buitenzijde gepositioneerd moet kunnen worden – en elke laag ook aan de binnenzijde. Dit om de gewenste uitstraling te verkrijgen.

Er zijn twee verschillende systemen onderzocht.

Het eerste bestaat uit losse panelen die indien ze niet worden gebruikt elders bijvoorbeeld in een kast kunnen worden opgeslagen. Zijn ze gewenst dan worden de panelen naar de gevel gereden – de verschillende gevelelementen zijn gevat in een frame dat voorzien is van wieltjes – en over daartoe ontwikkelde thermisch geïsoleerde klikpennen geschoven. Aan de zijkanten van de frames zijn rubberprofielen opgenomen die voor de noodzakelijke luchtdichtheid moeten zorgen. Het nadeel is dat het nogal bewerkelijk is om de gevelconfiguratie te veranderen en het is derhalve de vraag of zij uitnodigt om dusdanig vaak te veranderen dat het gevoel ontstaat milieuvriendelijk bezig te zijn geweest. De kosten voor verandering kunnen te hoog worden waardoor de kans bestaat dat de meest optimale configuratie aan panelen permanent wordt toegepast.

Om de kosten terug te brengen en zo de potentiële effectiviteit te verhogen is de bediening gebaseerd op het railsysteem dat tijdens de workshop is geschetst verder onderzocht. Voor de buitenste en voor de luchtdichting dominante laag is aan de boven- en onderzijde een -harmonica- rail ontworpen die voorzien is van rubber profielen en dichtgedrukt kan worden op het moment dat de panelen op hun plek zijn geschoven. Hiermee kan de noodzakelijke dichting tussen paneel en kozijn worden verkregen.

Het nadeel van het ontwerp is dat aan de zijkanten van de opengewerkte, gesloten delen van de gevel opslagruimte voor de panelen gevonden moet worden. Deze 'parkeerplaatsen' voor de gevelpanelen zijn vrij fors. De panelen zijn 900 mm breed en 2000 mm hoog. Door de ontwerpers zijn steeds twee panelen aan elkaar gekoppeld om zo een totale gevel van 3.6 meter te kunnen bestrijken. De dikte van de afzonderlijke panelen is teruggebracht door aerogel in de aluminium sandwichpanelen toe te passen. Om de gewenste Rc's van 1,5 en 3 m^2K/W te behalen zijn diktes van 2 en 4 cm noodzakelijk. De winst in dikte wordt deels teniet gedaan omdat in de panelen een spouw is aangebracht om ze zo ook als akoestische isolatie in te kunnen zetten.

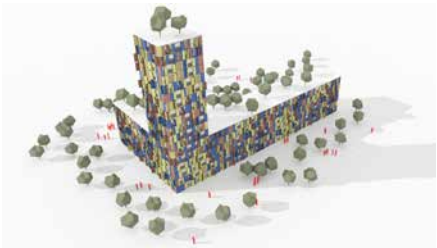
Het bedienen van het systeem zal ook als de panelen voortbewogen kunnen worden over rails intensief blijven.

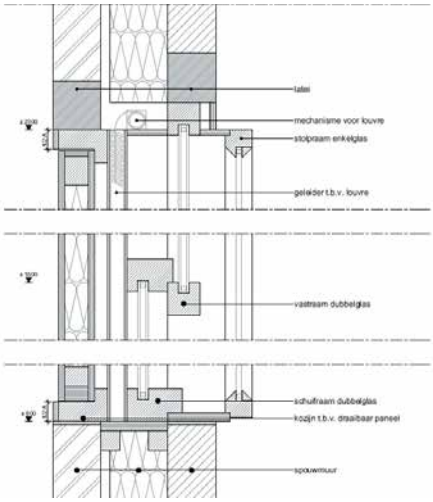
De grotere inspanning die de bediening van de gevel vergt, zou maatschappelijk gezien een gunstig effect kunnen hebben. Gedrag dat onderscheidend is, blijkt invloed op de (milieu-) identiteit te kunnen hebben (Cornelissen et al., 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b). Het 'goed' doen – ook al is het werk niet leuk of uitdagend – laat mensen zich verder goed voelen (Andreoni, 1990; Taufik et al., 2014); ze worden er gelukkiger van (Tamir & Ford, 2012).

Door de opbouw van de gevel uit verschillende lagen met ieder een specifieke functie en identiteit kan het bedienen van de gevel wel als een vorm van verbeelding van de identiteit worden beschouwd (Belk, 1985; Ericksen, 1997). Of in ieder geval een verbeelding van (het gevoel van) comfort bij de gebruiker.

De flexibiliteit is relatief hoog. Weliswaar zullen de panelen lastiger te vervangen zijn dan de doeken in de vorige concepten, maar door de panelen demontabel te maken kan de isolerende werking later eventueel worden aangepast. De identiteit van het gebouw kan ten slotte veranderen door de verschillende onderdelen waaruit het gevelsysteem bestaat te vervangen.

§ 8.3.3 Ard Hoksbergen - Studio AA





FIGUUR 8.5 Gebouwimpressie - Verticaal schetsdetail KastenFenster 2.00

Niet de gesloten, statische geveldelen zijn in dit concept hervormd, maar voor de hele gevel is een generiek te openen module ontwikkeld. De gesloten delen van gebouwen zijn dynamischer gemaakt - maar ook de te openen delen zijn veranderd. Als basis voor het nieuwe gevelsysteem is het Duitse KastenFenster genomen dat is verbeterd door aan de buitenzijde een geïsoleerd luik aan te brengen. Daarnaast zijn niet alleen draairamen toegepast zoals de traditie wil. Van het raam in het midden van de constructie is een schuifraam gemaakt waarin dubbelglas (U = 1.1 W/m^{2}K) is geplaatst. Aan de binnenzijde bevindt zich een stolpraam met drie lagen glas (U = 0.6 W/m^{2}K). In het luik is aerogel als isolatiemateriaal gebruikt (Rc afhankelijk van de dikte van het luik). Het voordeel van dit isolatiemateriaal is dat bij geringe diktes al relatief goede warmteweerstanden bereikt kunnen worden – de warmtegeleidingscoëfficiënt is laag (λ = 0.0135 W/mK) (Baetens et al., 2011; Jelle, 2011). Verder laat het materiaal enigszins licht door.

§ 8.3.3.1 Ard Hoksbergen - Post-workshop Uitwerking & Discussie

Met dit systeem kunnen de te openen delen gesloten en de normaal gesproken gesloten delen geopend worden. Het radicale van dit ontwerp zit meer in het feit dat de volledige gevel is uitgerust met dit raamsysteem dan in het raamsysteem zelf. Het kan als een evolutie van het raam of van het KastenFenster worden beschouwd.

Een 'normaal' raam kent in feite slechts twee opties en deze beperking blijkt bepalend voor het functioneren ervan. Het kunnen bedienen van een raam wordt namelijk weliswaar gewaardeerd, maar de bijdrage aan het binnenklimaat is niet altijd even gunstig. Er blijkt weinig gevoel te bestaan over wanneer het raam wel of juist niet geopend moet worden (De Dear, 2013; Brown & Cole, 2009). Het luchten in de winter of het binnenhalen van verse lucht in de zomer zijn voorbeelden van situaties waarin het uit energetisch oogpunt mogelijk niet gunstig is om een raam te openen (Lindén et al., 2006). In beide gevallen worden vaak installaties gebruikt om het teveel aan binnen gekomen warmte of koude snel te compenseren (Tiwari et al., 2010). Het openen van een raam is dan ook niet altijd even gunstig voor het energiegebruik van een gebouw (Lin, 2005). Bovendien heeft glas – ook 3-laags glas met edelgassen in de spouw en geavanceerde coatings - een relatief hoge U-waarde. Dit maakt het toepassen van veel glas in gebouwen uit energetisch oogpunt ongewenst.

Door de gevelopening uit drie afzonderlijke lagen op te bouwen kan de warmtestroom beter worden gereguleerd. Aan de gevel kunnen meer verschillende warmteweerstanden worden gegeven. In plaats van maximaal een U van 0,6 W/m^{2}K of een Rc van 0 (in het geval het raam openstaat) kan met KastenFenster 2.0 meer gevarieerd worden. In het initiële ontwerp waren in het draairaam drie lagen en in het schuifraam twee lagen glas toegepast. Weliswaar wordt zo aan het transparante geveldeel een acceptabele warmteweerstand gegeven, maar het is de vraag of een dergelijke gevel ook tot actie verleidt. Zijn beide glas elementen gesloten dan zal de gevel mogelijk al 'comfortabel' voelen, waardoor er minder directe aanleiding is om in te grijpen.

In deze studie wordt niet alleen gezocht naar een optimaal raam, maar het doel van een activerende gevel is ook om de gebruiker min of meer tot actie te dwingen. Er is gezocht naar een configuratie van typen glas die de gebruiker tot de meeste handelingen zal verleiden. In de uiteindelijke versie is vooralsnog het draairaam met enkel glas (U = 5,6 W/m^{2}K) en het schuifraam met dubbelglas (U = 1,1 W/m^{2}K) uitgerust. Om comfort te realiseren tegen een laag energiegebruik zal de gebruiker moeten handelen en uiteindelijk het luik moeten sluiten. Het luik is 5 cm dik en heeft een Rc van 3,7 m^{2}K/W. Mede door de toepassing van zonwerend doek met een lage emissiecoëfficiënt, dat na de workshop

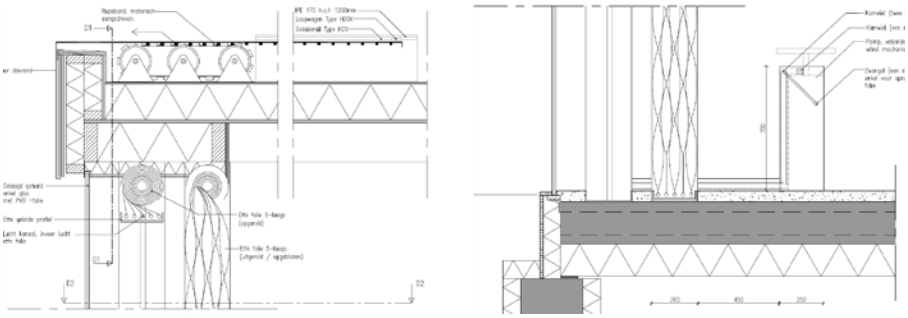
is toegevoegd, kan met het totale gevelpakket een maximale Rc van ongeveer 6 m^2K/W worden bereikt. Dit conform de berekeningen in Paragraaf 5.4.

Het aansluiten op het bekende blijkt de veronderstelde gebruiksvriendelijkheid te beïnvloeden. Aan producten met een totaal nieuw uiterlijk wordt een lagere gebruiksvriendelijkheid toegeschreven dan aan producten die dichter bij een archetype liggen (Mugge & Schoormans, 2012). Het aansluiten op het bekende kan daarentegen ook een gevaar inhouden. Zoals hierboven gesteld levert het bedienen van ramen niet altijd het gewenste binnenklimaat op. Een systeem dat oogt als een gewoon raam kan gedrag dat gekoppeld is aan een traditioneel raam uitlokken. Dat was één van de redenen om bij AfaG de gesloten gevel als uitgangspunt van de activerende gevel te nemen en niet de glasgevel. Of het gevelsysteem van Studio AA verkeerd gebruikt gaat worden, kan alleen met tests worden onderzocht. Mogelijk dat de gelaagde opbouw als een tijdelijke drempel voor het totaal openen van de gevel kan gaan functioneren. In het gebruik is een moment van bezinning ingebouwd. Of het openen/sluiten van de ramen en/of het luik een nieuwe context in het gebouw biedt die noodzakelijk bleek om tot een gedragsverandering te komen, is de vraag.

Het adaptieve vermogen van het gevelsysteem is redelijk – er kan gevarieerd worden van een Rc van 0 tot en met een Rc van 6 m^2K/W - maar de flexibiliteit van het gevelontwerp is beperkt. Het glas of het geïsoleerde luik kan vervangen worden door beter bij de omstandigheden passende exemplaren, maar de kosten hiervan - zowel wat geld als wat inspanning betreft - zijn naar verwachting hoog. Hoge kosten gaan ten koste van de flexibiliteit (Rajan et al., 2005; Ross et al., 2007) en ten koste van de potentiële levensduur (Silver & De Weck, 2006; Fricke & Schulz, 2005).

Door verschillende raamindelingen voor het stolpraam en het schuifraam toe te passen, verandert het gevelbeeld met het open en sluiten van de verschillende elementen. Deze veranderingen zijn subtiel. Pas als de luiken worden gesloten - en zoals besproken krijgt de gevel dan pas goede warmte-isolerende kwaliteiten - wordt de gevel milieuvriendelijker en wordt het milieuvriendelijke van de gebruiker ook zichtbaarder.

§ 8.3.4 Dirk Jan Schaap (Powerhouse-Company)



FIGUUR 8.6 Verticale doorsnede glasgevel met aansluiting op de verschuifbare luifel en de luchtkussenisolatie (links) en de vloeraansluiting met opblaassysteem

In dit ontwerp is in eerste instantie voorbij gegaan aan de principes van AfaG. Het doel van de ontwerpers was om verschillende klimaatzones in het gebouw te creëren en om de gebruiker de zone te laten zoeken die op dat moment het beste bij de behoeftes past. Het is een vorm van intramurale adaptatie (Steemers, 2003; Shove, 2003). De verschillende binnenklimaten zullen deels op natuurlijke wijze tot stand komen - door het ontwerp en de oriëntatie en het gebruik. De plattegrond met de relatief smalle lobben op het zuiden en westen, in combinatie met de uitkragende dakranden moeten de directe inval van zonnestraling en daarmee een ongecontroleerde opwarming van het gebouw voorkomen. De oriëntatie bepaalt de diepte van de luifels.

Het gebouw kent één doorlopende glasgevel - hiervoor is tijdens de workshop voor het op dit moment best isolerende 3-laags glas gekozen (U = 0,6 W/m^{2}K). Desondanks is ook dit glas een relatief slechte isolator. Om een te groot warmteverlies in de winter te voorkomen zijn daarom opblaasbare elementen op frames ontworpen die naar de gewenste plekken in de woningen gereden kunnen worden.

§ 8.3.4.1 Dirk Jan Schaap – Post-Workshop Uitwerking & Discussie

In de vernaculaire architectuur zijn voorbeelden te vinden van gebouwen met plattegronden en doorsneden waarmee in gebouwen verschillende binnenklimaten werden en worden gecreëerd. Zij stelden de gebruikers in de gelegenheid om bij de uit te voeren activiteiten de meest geschikte temperatuur te vinden (Roaf, 2005; Hawkes, 2012; Asquith & Vellinga, 2006; Oliver, 1969).

De plattegrond en de doorsnede in het ontwerp van Schaap dwingt de gebruiker in zekere zin tot actie (Shove, 2003). Een slim ruimtelijk ontwerp kan zeker helpen om het energiegebruik terug te dringen.

De materialisatie van de gevel is hierbij minstens zo belangrijk. De kritiek die Banham (1984) heeft op de architectuur van de Modernen - dat zij zonder rekening te houden met het klimaat hun gebouwen ontwierpen en de problemen met het binnenklimaat oplosten met installaties - is in zekere zin ook van toepassing op dit ontwerp.

Het ontwerp heeft een volledig glazen gevel. Zij is echter slimmer gemaakt door de uitkragende luifels zo te ontwerpen dat de hoogstaande zomerzon van de op het zuiden en westen georiënteerde gevels wordt geweerd. De uitgespreide noordgevel heeft geen uitkraging.

Het nadeel van een statisch element als de uitkraging is dat zij slechts op een beperkt aantal momenten ideaal functioneert. De gebruiker kon in het oorspronkelijke concept het element niet zelf sturen. Dit kan het gevoel geven gecontroleerd te worden wat de tevredenheid negatief kan beïnvloeden (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).

Het doel van activerende gevels is dat de gebruiker actief mee helpt om een comfortabel binnenklimaat te creëren. Daarom is in het uiteindelijke ontwerp van de luifel een actief element gemaakt dat aangestuurd moet worden door de gebruiker.

Om een te groot energieverlies in de koudere maanden te voorkomen zijn tijdens de workshop frames ontworpen die verschoven en opgeblazen kunnen worden. Zo wordt de warmteweerstand van dat geveldeel verhoogd - min of meer stilstaande lucht is een goede isolator. De frames passen in het ontwerpuitgangspunt dat er verschillende binnenklimaten gecreëerd moeten worden. Er zijn echter veel van dit soort frames nodig om een redelijk comfortabel binnenklimaat te creëren en het op de juiste plaats manoeuvreren van de frames en het opblazen ervan is arbeidsintensief. Dit kan het

gebruik frustreren (Diekman & Preisendörfer, 2003; SCP, 2010; Thøgersen & Grønhøj 2010).

Als alternatief zijn daarom na de workshop twee achter elkaar geplaatste luchtkussens van steeds vijf lagen EFTE in het plafond opgenomen. EFTE heeft als voordeel dat het gewicht laag is, de lichtdoorlatendheid hoog (al neemt deze in de loop van de tijd wel af (Mainini et al., 2014) en tegelijkertijd is mede dankzij low-e coatings een U van 0,6 W/m^{2}K mogelijk (Robinson-Gayle et al., 2001; LeCuyer, 2008; Poirazis et al., 2009).

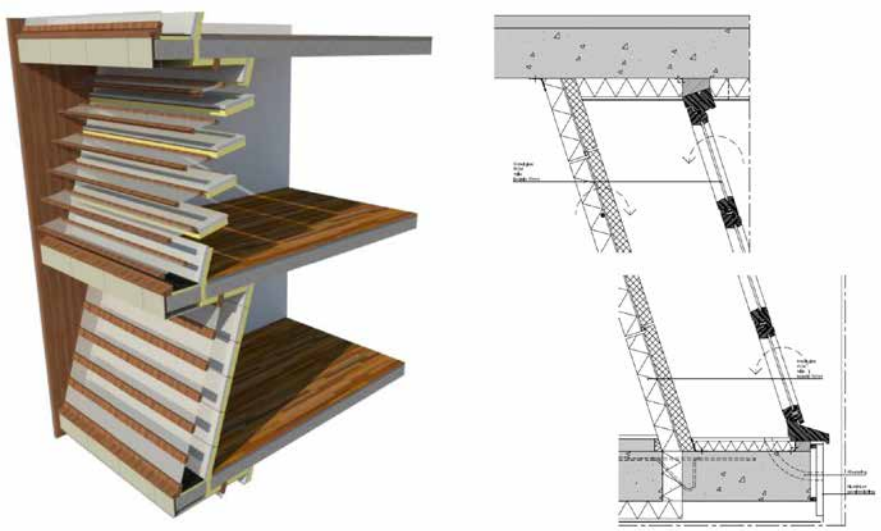
Net als in de hiervoor besproken concepten is enkel glas toegepast om zo de gebruiker aan te zetten tot actie. Om het warmteverlies te beperken en een comfortabel binnenklimaat te kunnen realiseren tegen een beperkt energiegebruik, zullen de luchtkussens neergelaten en opgeblazen moeten worden. Of de gebruiker dat ook daadwerkelijk doet, bepaalt hij zelf en dit zal als door hem/haar zelf geïnitieerd gedrag aanvoelen (Tromp, 2013). Er is overwogen om de kussens door de gebruiker met de hand op te laten blazen – zie detail. Het activerende is hiermee wel heel manifest gemaakt – maar de handeling is ook relatief belastend.

De gevelopbouw bestaat derhalve uit 1 laag enkelglas (U = 5,6 W/m^{2}K) en twee 5-laagse luchtkussens. Opgerold zit er geen lucht in de kussens - pas als zij neergelaten zijn, kunnen ze worden opgeblazen. Met de hoeveelheid lucht wordt de uiteindelijke warmteweerstand bepaald. De uiteindelijke maximale warmteweerstand van één luchtkussen bedraagt Rc = 1,67 m^{2}K/W (U = 0,6 W/m^{2}K). De gebruiker heeft derhalve de mogelijkheid om te variëren van een Rc van 0,18 m^{2}K/W tot een Rc van iets meer dan 5,2 m^{2}K/W. Bij de bepaling van de maximale Rc is ervan uitgegaan dat tussen de luchtkussens spouwen zullen ontstaan en dat ook aan de buitenzijde van de folies een laag aangebracht wordt met een lage emissiecoëfficiënt. In combinatie met de uitschuifbare luifels om de warmtelast binnen te beperken is dat redelijk goed.

Om de luchtstromen tussen de luchtkussens te controleren zijn aan de zijkanten van de EFTE-kussens thermisch onderbroken aluminiumprofielen aangebracht die er enerzijds voor moeten zorgen dat de kussens op hun plek blijven en anderzijds in elkaar grijpen zodat een doorlopende geïsoleerde laag voor de glasgevel kan ontstaan.

Daar waar het adaptieve vermogen en de mogelijkheden om het binnenklimaat naar de hand te zetten voldoende is, is de flexibiliteit van het systeem beperkt. Het vervangen van de luchtkussens - door kussens met meer of minder lagen, afhankelijk van de nieuwe wensen - is lastig en duur en zal niet snel worden uitgevoerd. Dit verlaagt de potentiële levensduur van het gebouw (Silver & De Weck, 2006; Fricke & Schulz, 2005).

§ 8.3.5 Duco Uytenhaak (Uytenhaak Architecten)



FIGUUR 8.7 Gevelimpressie (gesloten en open) en verticale doorsnede gevel

Dit gevelconcept is opgebouwd uit twee adaptieve lagen. Aan de binnenzijde bevinden zich isolerende panelen die weggedraaid en daarmee geopend kunnen worden. Zo kunnen de gebruikers de gesloten gevel transparanter maken. Het doel van de panelen is niet alleen isoleren, maar ook moeten zij warmte reflecteren en eventueel absorberen.

De buitengevel wordt gevormd door dakpansgewijs geplaatste glasplaten die eveneens door de gebruiker kunnen worden geopend. De glasplaten zijn gevat in houten kozijnen. Door de wijze waarop het glas is gedetailleerd en gematerialiseerd krijgt de gevel reliëf en structuur. Tijdens de workshop zijn verschillende varianten van de glasgevel gemaakt - waarbij het verschil vooral school in de afmetingen van de glasplaten. In de ene variant zijn de glasplaten verdiepingshoog, in de andere zijn meerdere glasplaten per verdieping toegepast.

§ 8.3.5.1 Duco Uytenhaak – Post-Workshop Uitwerking & Discussie

Met dit concept is onderzoek gedaan naar nieuwe betekenissen voor de gesloten gevel. Op het concept van Team V na kunnen de andere, tijdens de workshop ontwikkelde concepten ook als nieuwe betekenissen van de transparante gevel worden beschouwd. Hadden zij als basis een glasgevel, het binnenblad van de gevel van Uytenhaak is gesloten en is opgebouwd uit een reeks panelen die op hun beurt uit aluminium frames bestaan met aan de ene zijde als isolatiemateriaal aerogel en aan de andere Phase Change Materials (PCM). Vooralsnog zijn de panelen voorzien van 5 cm dik aerogel en dit levert dit een Rc van 3,7 m^2K/W op (Baetens et al., 2011; Jelle, 2011). Overdag moeten de PCM worden geladen (Tyagi & Buddhi, 2007; Chen et al., 2008; Wang et al., 2009; Pomianowski et al., 2013; Cabeza et al., 2011). Met PCM's wordt niet alleen korte termijn warmteopslag in de gevel geïntroduceerd, maar PCM dient hier ook als een massavervanger. Massa wordt beschouwd als een belangrijke voorwaarde om het energiegebruik in gebouwen te drukken (Balaras, 1996; Zeng et al., 2011; Yang & Li, 2008; Li et al., 2013; Zhu et al., 2009). Met het verwijderen van de gesloten geveldelen verdwijnt ook massa uit een gebouw. De toepassing van PCM kan de koellast in lichte gebouwen helpen verlagen (Voelker, Kornadt & Ostry, 2008; Soares et al., 2013). Zoals in Paragraaf 5.4 is aangetoond is het hebben van massa in de winter echter ongunstig. Het is daarom verstandig om massa ook adaptief te maken.

's-Avonds moeten de gebruikers de panelen 180° draaien zodat het PCM naar het woongedeelte gericht zal zijn en de overdag opgenomen warmte zal afgeven. Om te voorkomen dat de warmte naar buiten verdwijnt is in het aluminium paneel een doek met een lage emissiecoëfficiënt opgenomen en is het glas dat de buitenste laag van dit gevelconcept vormt, voorzien van een low-e coating. Het isolatiemateriaal dat nu aan de buitenzijde van het gevelpaneel zit, speelt hierbij eveneens een rol.

Of de nieuwe context leidt tot nieuw gedrag dat tot een herschikking van waarden en doelen zou kunnen leiden (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009) en in het verlengde hiervan tot een milieubewuster identiteit is niet alleen afhankelijk van een totaal andere context, maar ook van de frequentie van de handelingen en of men zich bewust is van die handelingen (Cornelissen et al, 2008; Van der Werff, Steg & Keizer, 2013a; 2013b). Daarom is ook in dit gevelconcept de buitenste laag uitgevoerd als enkel glas dat als wind- en waterkering en misschien als akoestische isolatie kan fungeren. De thermische kwaliteit haalt deze gevel vooral uit het isolerende paneel. De gebruiker kan zelf kiezen om deze kwaliteit te benutten, of niet. Hij/zij wordt verleid tot het gewenste gedrag (Tromp, 2013). Het goed isoleren houdt automatisch het sluiten van de gevel in. Om te kunnen profiteren van het daglicht en de zonnewarmte zal de gebruiker

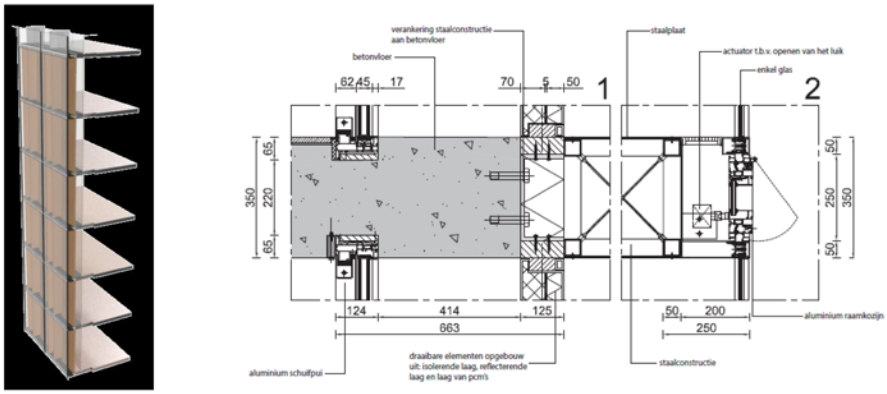
daarentegen de gevel moeten openen. Dit systeem is ontwikkeld als vervanger van gesloten geveldelen, andere geveldelen bevatten 'normale' daglichtopeningen.

De bediening van de gevel is eenvoudig. Dit is belangrijk voor het succes van een product (Klemperer, 1987; Deuble & de Dear, 2012; Bordass, 2004). Hij is weliswaar niet intuïtief zoals bij de doekengevel (Paragraaf 8.3.1) of dankzij de verschillende gradaties aan transparantie bij de panelengevel (Paragraaf 8.3.2) maar omdat de handelingen een direct en voorspelbaar effect sorteren zal de gevel worden vertrouwd (Norman, 2004). Dit voorspelbare van de effecten en het grote vertrouwen dat de gebruikers hierdoor zullen krijgen, neemt belemmeringen weg om op een regelmatige basis de gevel te bedienen (Bandura, 1977; 1993).

Het adaptieve vermogen van de gevel is geringer dan dat van de eerdere gevelconcepten. Er zijn twee lagen die bediend kunnen worden. Hierdoor zal het met dit gevelconcept lastiger zijn om de effecten van de gevelsamenstelling op het binnenklimaat af te stemmen en/of te verpersoonlijken.

Ook de flexibiliteit van de gevel is gering. Het paneel kan wel demontabel gemaakt worden om zo het isolerende vermogen van de panelen aan de nieuwe omstandigheden aan te kunnen passen. Glas laat zich echter lastiger upgraden. Om de buitenste schil een hogere isolatiewaarde te geven zal het glas vervangen moeten worden. Weliswaar kunnen de kozijnen zo gedimensioneerd worden dat zij beter isolerende glaspakketten aankunnen, maar desondanks zal dit een relatief tijdrovende en dure ingreep zijn.

§ 8.3.6 Frank Maas – cepezed



FIGUUR 8.8 Gevelimpressie en verticaal detail aansluiting vloer op adaptieve gevel

Maas wilde het activerende, flexibele en adaptieve van AfaG in één element integreren. Tussen twee glasplaten is een door de gebruiker bedienbaar element aangebracht waarin de isolatie, een warmte-absorberend materiaal en een reflecterende laag zijn ondergebracht. Het paneel is vergelijkbaar met dat van Uytenhaak dat in Paragraaf 8.3.5 is besproken.

Zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde moet (een deel van) de gevel geopend kunnen worden. Enerzijds om opwarming van de spouw te voorkomen, anderzijds om de gevel indien de omstandigheden binnen en buiten dat toestaan volledig te kunnen openen. Ten slotte moet 's avonds van de overdag opgeslagen warmte in de PCMs geprofiteerd kunnen worden.

Het glas heeft ook een architectonische betekenis – het onttrekt (het bewegen van) het paneel grotendeels aan het zicht. Zeker ook omdat het glas dat het buitenblad van dit gevelconcept vormt niet kan worden geopend. Het ventileren van de spouw geschiedt door middel van roosters die ter hoogte van de vloeren zijn aangebracht. Vergeleken met de andere concepten wordt het bedienen van de gevel hierdoor minder zichtbaar. Bij cepezed is dit in eerder werk het doseren van informatie genoemd (Melet, 1994).

§ 8.3.6.1 Frank Maas – Post Workshop Uitwerking & Discussie

Het gevelconcept kan als een geëvolueerde dubbele huidgevel worden beschouwd die op haar beurt een doorontwikkelde vliesgevel is (Compagno, 1997, Melet, 1999, Wigginton & Harris, 2002). Zoals in Paragraaf 3.4.2 is betoogd zijn dit soort intelligente gevelsystemen vooral ontwikkeld om aan de idealen van de Modernen een hogere energie-efficiëntie te kunnen geven. Hun gebouwen kenmerk(t)en zich door grote hoeveelheden glas. Daar glas slecht isoleert, gebruikten zij veel energie om een aangenaam binnenklimaat te kunnen creëren. Met een dubbele huidgevel wordt de isolerende werking van de gevel verbeterd. Verder biedt een dubbele huidgevel in theorie de gebruiker meer controle over dat binnenklimaat (ibid). De traditionele dubbele huidgevel functioneert niet in alle omstandigheden even goed. Bij verkeerde dimensionering, materialisatie en detaillering kan een dubbele huidgevel een negatief effect op het binnenklimaat hebben (Gratia & De Herde, 2004). In de zomermaanden kan een ongecontroleerde opwarming van de spouw optreden. Vanwege de complexiteit van de werking van de 'traditionele' dubbele huidgevel is een deel van de bediening uit handen van de gebruiker genomen. Gebouwbeheersysteem moeten ervoor zorgen dat de bijdrage van de dubbele huidgevel aan het binnenklimaat een positieve is (Compagno, 1997, Melet, 1999, Wigginton & Harris, 2002).

Het nieuwe van de tijdens de workshop gegenereerde dubbele huidgevel schuilt met name in de bediening van de verschillende gevelonderdelen. De dubbele huid is activerend gemaakt. De gebruiker moet de panelen bedienen, de schuiframen openen om warmte binnen te halen en de luiken die de dubbele huid ventileren openen om opwarming van de spouw te voorkomen. In wezen zijn de voorzieningen aanwezig en is de gevel zo gedetailleerd en gematerialiseerd dat de temperatuur in spouw van de dubbele huid onder controle gehouden zou moeten kunnen worden. En dat de dubbele huid en de panelen een positieve bijdrage aan de klimatisering van de gebruikersruimte kunnen leveren.

De vereiste interactie met de gebruiker is in het gevelconcept van Maas evenwel intensief en niet altijd voor de hand liggend; de cognitieve kosten zijn hoog (Diekman & Preisendörfer, 2003; SCP, 2010; Thøgersen & Grønhøj 2010). En het afbreukrisico evenzo. Werkt een systeem niet naar behoren en wordt ondanks de inspanning toch niet het gewenste resultaat geboekt dan is de ontevredenheid hoog (Lin,2005; Gou et al., 2013; Brown & Cole, 2009; Leaman & Bordass, 2001; Kurvers et al., 2013).

Aan de andere kant kan de voldoening dat de complexe gevel wordt 'getemd' – en dat door het gebruik energie wordt bespaard – groot zijn. Dit kan gelukkig maken (Andreoni, 1990; Taufik, Bolderdijk & Steg, 2014; Tamir & Ford, 2012). Verder kan – bij het juiste gebruik – een persoonlijker comfort worden bereikt. Het adaptieve

vermogen van de gevel dat hiertoe noodzakelijk is, lijkt hiertoe toereikend. Er is voldoende variatie mogelijk.

Door de gevelopbouw en de geveldetaillering zullen de adaptieve activiteiten in dit gevelconcept redelijk anoniem verlopen. Het glas zal door haar reflectieve vermogen een deel van de gevelaanpassingen aan het zicht onttrekken. De flexibiliteit van de gevel is verder beperkt. De onderdelen zullen moeilijk op een dusdanige manier veranderd kunnen worden dat de uitstraling van het gebouw verandert of dat andere bouwfysische kwaliteiten van de gevel bereikt zullen kunnen worden omdat de omstandigheden (het gebruik/het klimaat/et cetera) anders zijn dan tijdens het ontwerpen van het gebouw. De kosten van deze veranderingen worden hierdoor hoog en dit kan de levensduur van de gevel negatief beïnvloeden (Rajan et al., 2005; Ross et al., 2007; Silver & De Weck, 2006; Fricke & Schulz, 2005).

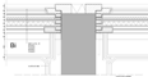
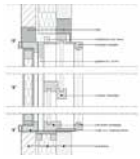
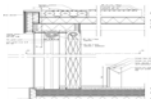
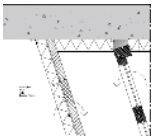
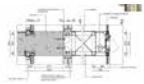
§ 8.4 Conclusies & Discussie

In dit hoofdstuk is het antwoord gezocht op de negende en laatste deelvraag, namelijk:

In hoeverre kan aan de uitgangspunten van Activerende, flexibele, adaptieve Gevels (AfaG) architectonische expressies worden gegeven.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is een eendaagse-workshop georganiseerd met zeven jonge architecten die allen bij Nederlandse architectenbureaus werken (OMA, Powerhouse-Company, Team V, cepezed, Studio AA, Uytenhaak) en zestien studenten van de Hogeschool van Amsterdam. De Architectonische Activerende flexibele adaptieve Gevels zijn niet alleen op hun architectonische expressie, hun activerende en adaptieve capaciteiten en flexibiliteit onderzocht, maar ook of door de inpassing ervan de context in een gebouw voldoende zou kunnen veranderen. Een nieuwe context zou mensen namelijk kunnen aanzetten om hun gedrag te heroverwegen (Verplanken et al., 2008; Steg & Vlek, 2009; Grothmann & Patt, 2005; Vlek, 2000; Adger & Barnett, 2009; Kaufmann, 2009). Verder is gekeken wat de gebruikers voor hun activiteiten terugkrijgen. Een activerende gevel maakt immers dat de gebruikers extra handelingen moeten verrichten voor een comfortabel binnenklimaat - wat zij nu voor praktisch niets krijgen. Ook van milieuvriendelijk gedrag willen mensen op de één of andere manier beter worden (Ajzen, 1985; 1991; Bamberg & Möser, 2007; Vringer, Aalbers & Visser, 2008; Steg et al., 2015). In Hoofdstuk 2 zijn verschillende vormen van winst omschreven waarmee mensen overreed zouden kunnen worden om hun gedrag te veranderen. Aan de hand van deze winstvormen zullen de concepten worden geëvalueerd. Ten slotte is de radicaliteit van de gevelconcepten gewogen. Om tot hervormingen te komen blijken radicale innovaties noodzakelijk (Van Lente, 2006 - blz 212; Norman & Verganti, 2014; Schoenmakers & Duysters, 2010; Henderson & Clark, 1990).

Daar er geen mogelijkheden zijn om van de concepten prototypen te ontwikkelen en ze werkelijk te testen, zullen de tijdens de workshop ontwikkelde activerende gevels worden vergeleken met de in Hoofdstuk 4 op basis van literatuuronderzoek gedefinieerde en in de Hoofdstukken 5 en 6 geteste versie van AfaG. Zo kan toch tot een gewogen oordeel gekomen worden.

ARCHITECT	Bouwfysische kwaliteiten	Adaptief	Flexibel	Verandering Context	Zichtbaarheid	Radicaliteit	Bedienings-gemak
Aris Gkitzias (OMA)	++	++	+	+-	+-	-	++
Lisen Hablé (Team V)	++	++	+-	++	++	++	-
							
Ard Hoksbergen (Studio AA)	++	+	+-	+	+	-	++
							
Dirk Jan Schaap (Powerhouse Company)	+-	+-	-	+	-	+	-
							
Duco Uytenhaak (Uytenhaak)	+	+-	+-	+	+-	+	+
							
Frank Maas (cepezed)	+-	+-	+-	+	-	+	+-
							

TABEL 8.1 Overzicht gevelconcepten verschillende kwaliteiten

§ 8.4.1 Adaptieve kwaliteiten architectonische activerende gevels

De adaptieve kwaliteiten van de voorgestelde activerende gevels hangen met zowel de instelbaarheid van de verschillende bouwfysische kwaliteiten van de gevel als met het verwachte bedieningsgemak van de activerende elementen samen. De bediening moet eenvoudig te begrijpen zijn. Gebruikers willen aan het doorgronden van apparaten niet veel tijd 'verspillen'. Door een eenvoudige, voor de hand liggende en intuïtieve bediening te ontwerpen kan worden geprofiteerd van de 'cognitieve gemakzucht' van de gebruikers. Ook het in Hoofdstuk 5 geïntroduceerde verbeterde Technology Acceptance Model ziet het waargenomen gebruikersgemak als voorwaarde voor de intentie om de vernieuwing te gaan gebruiken. Bovendien blijken mensen gemakkelijker overreed te kunnen worden om een nieuw product te gaan gebruiken als het wat bediening betreft, aansluit op een bekend voorwerp. Het nieuwe product blijft dan binnen de zelf-structuur van de gebruiker. Een goed te doorgronden bediening kan er verder voor zorgen dat een apparaat eerder wordt vertrouwd. Zij geeft het gevoel dat het apparaat eenvoudiger naar de hand gezet, verbeterd en verpersoonlijkt kan worden. Op deze manier komt het dichter bij de eigen, gewenste identiteit te liggen. Hierbij is het belangrijk dat dit door de gebruiker als natuurlijk ervaren gedrag ook het door de ontwerper gewenste gedrag is.

Het gevelconcept van Aris Gkitzias (OMA) lijkt het grootste bedieningsgemak te kennen. Om de gevel de gewenste thermische isolatiewaarden te geven moeten gordijnen met voelbaar verschillende diktes worden dichtgeschoven. Door de ontwerper is de associatie met kleding gemaakt. In zekere zin is echter ook het sluiten van gordijnen geen nieuwe handeling. Velen sluiten 's avonds de gordijnen om zichzelf meer privacy te gunnen en om warmte binnen te houden.

Het concept van Ard Hoksbergen (Studio AA) ligt eveneens dicht bij de belevingswereld van de gebruiker. In feite bestaat het concept uit twee typen raam en een gesloten luik. Het bekend zijn met de bediening kan in dit concept zowel een voordeel als een nadeel zijn. Zoals hierboven omschreven is het een voordeel dat het product dankzij haar bekendheid eerder omarmd zal worden, een nadeel is echter dat een normaal raam energetisch gezien niet altijd op de meest efficiënte manier wordt gebruikt. Dit verkeerde gedrag zou -geprojecteerd- kunnen worden op het nieuwe concept.

Lisen Hablé (Team V) heeft in haar materialisatie gezocht naar een methode om het systeem gemakkelijk te doorgronden te maken door materialen toe te passen die naarmate ze minder doorzichtig worden beter isoleren. Het systeem wint zo aan helderheid. Het bedienen van de panelen is wel arbeidsintensief. Dit geldt ook voor de activerende onderdelen van concept van Dirk Jan Schaap (Powerhouse-Company) die

neergelaten en al dan niet met de hand opgeblazen moeten worden. De concepten van Frank Maas (cepezed) en Duco Uytenhaak (Uytenhaak) zijn daarentegen niet zo zeer arbeidsintensief, maar lijken wel kritisch in het gebruik. Er wordt veel kennis en gevoel van de gebruikers verwacht. Het gevaar ontstaat hierdoor dat gebruikers er ondanks hun inspanningen niet in slagen om het gewenste binnenklimaat te realiseren. Dit is frustrerend en kan aanleiding geven tot hoge ontevredenheid. Het zou als falen kunnen gaan aanvoelen; iedereen wil zichzelf juist als competent en effectief beschouwen. Bovendien zou de neiging kunnen ontstaan om het discomfort met minder energiezuinige, maar sneller resultaat opleverende maatregelen op te heffen. De kachel of de koeling kan ingeschakeld worden.

Van de verschillende bouwfysische kwaliteiten die een gevel moet hebben, is tijdens de workshop door de verschillende ontwerpers vooral de nadruk op de thermische isolatie en de lucht- en waterdichting gelegd. Alleen het gevelsysteem van Hablé biedt aan de gebruiker de mogelijkheden om de akoestische isolatie te regelen. Alle concepten hebben een vergelijkbaar bereik wat het warmte-isolerend vermogen betreft- ook al omdat deze waardes later zijn bepaald. De maximale warmteweerstand ligt rond de 6 m^2K/W.

In theorie lijkt het dat uit hoe meer lagen de gevel is opgebouwd hoe persoonlijker het isolerende vermogen en daarmee het binnenklimaat gemaakt kan worden. Een te veel aan lagen kan ten koste gaan van de helderheid van het systeem en kan van de gebruiker te veel handelingen vragen. In Paragraaf 5.4 is daarom onderbouwd dat een gevel opgebouwd uit 4 lagen voldoende zou moeten zijn. Ook al omdat de verschillende lagen dan te onderscheiden diktes en functies zouden kunnen krijgen.

Als het zonwerend doek wordt meegerekend – waarop een laagje aluminium is gedampt en hierdoor een lage emissiecoëfficiënt van 0,05 heeft - dan hebben de concepten van Hablé, Hoksbergen, Gkitzias vier lagen die gezamenlijk voor de gewenste warmteweerstand moeten zorgen. Hierbij moet wel aangegeven worden dat het gebruik van zonwerend doek om warmte binnen te houden niet door alle gebruikers wordt begrepen. Het lijkt verstandiger om voor de tijken waarin de isolerende component zijn opgenomen (bij AfaG was dat gerecycled wol - in het concept van Gkitzias is dat aerogel) doeken te gebruiken die voorzien zijn van lage emissiecoëfficiënten. De werking van het doek hoeft dan niet doorgrond te worden en bovendien scheelt dat een handeling.

§ 8.4.2 Kosten & Identiteit & Sociale Erkenning

Het bedieningsgemak van de concepten is nauw verbonden aan de kosten van het systeem. Zoals in de vorige paragraaf is omschreven is het bedieningsgemak afhankelijk van het aantal handelingen dat moet worden verricht en hoe gemakkelijk het systeem te doorgronden is. Te hoge kosten die in dit geval vertaald worden in een te hoge inspanning zouden kunnen leiden tot het niet uitvoeren van het gewenste gedrag, zoals in Paragraaf 2.5.3 is besproken. Het gevolg hiervan zou kunnen zijn dat wordt gekozen voor de gevelconfiguratie die in veel situaties redelijk functioneert en niet voor een veranderende gevel die in vrijwel alle situaties optimaal is maar die hiervoor wel vaker aangepast moet worden. Het dynamische van de adaptieve gevel dreigt 'bevroren' te raken. Dit aspect van het met het binnenklimaat bezig zijn, is evenwel belangrijk omdat zo bij de gebruiker het gevoel kan ontstaan dat hij/zij niet alleen werkelijk een bijdrage levert aan een hoger comfort, maar ook aan het beperken van het energiegebruik. Hij kan zo het gevoel krijgen milieuvriendelijk 'bezig geweest te zijn'.

In zekere zin is het kiezen voor één statische gevel die in veel situaties redelijk functioneert ontmoedigd doordat van de glasgevels in alle in dit hoofdstuk gepresenteerde activerende gevels een slecht isolerend element is gemaakt. Er is steeds enkel glas toegepast om zo de gebruiker min of meer te verleiden tot handelingen. Het verbeteren van de thermische kwaliteiten van de gevel betekent automatisch het sluiten van de gevel. Hierbij moet wel gerealiseerd worden dat de activerende gevels in principe gesloten geveldelen vervangen en niet de transparante delen. Dit geldt alleen niet voor het concept van Gkitzias waar alle gevels identiek en van glas zijn, maar in zekere zin wel weer voor het concept van Hoksbergen waarbij de gevel volledig uit ramen is opgebouwd. Naast de eventueel gesloten AfaG bevinden zich gevelopeningen die voor de noodzakelijk daglichttoetreding zorgen. Desondanks zullen velen het prettig vinden om zo groot mogelijke delen van de gevel transparant te krijgen. Er zal gelaveerd moeten worden tussen goed isolerend, maar gesloten en praktisch niet isolerend, maar transparant. Hierbij moet bij de gebruiker het besef ontstaan dat het openen van de gevel winst is, maar het sluiten van de gevel ook winst oplevert in de vorm van behaaglijkheid – een hoger en persoonlijker comfort – privacy en een lagere energierekening.

Dat hiervoor gekozen zou kunnen worden - en niet voor een transparante, slecht geïsoleerde gevel waarbij de verwarming wordt aangezet om de koude te compenseren - blijkt uit het gedrag van mensen in oudere en slecht geïsoleerde huizen. Om de energierekening betaalbaar te houden, worden allerlei maatregelen genomen om de verwarming uit te kunnen laten. Dit adaptieve gedrag is besproken in Paragraaf 4.3 en

wordt overigens deels geweten aan energie-armoede. En wordt het prebound-effect genoemd.

Het door het slecht isolerend maken van het glas verleiden tot gedrag wordt volgens Tromp niet als vervelend ervaren. De gebruiker kan immers nog altijd kiezen of het gedrag wordt uitgevoerd of niet. Er is controle. Het hebben van controle is een belangrijke voorwaarde voor tevredenheid over het binnenklimaat.

Dat de gepercipieerde kosten in sommige concepten hoog zijn, met andere woorden dat de inspanningen die verricht moeten worden om de gevel te veranderen groot zijn (Lisen Hablé en Dirk Jan Schaap) en/of het gevelconcept ingewikkeld is (Duco Uytenhaak en Frank Maas), kan ook een positieve invloed hebben. Mensen ontlenen hun identiteit aan hun acties in het verleden - met name als dat onderscheidende activiteiten zijn. Het bedienen van de gevel is enerzijds gericht op een hoger comfort, anderzijds worden de gebruikers verleid om dit tegen zo laag mogelijke energiekosten te doen. Ze zijn milieuvriendelijk bezig. Dit gecombineerd met de hoge kosten en met een lastiger gevel zou dit tot een steviger milieuvriendelijke zelfidentiteit kunnen leiden. In Hoofdstuk 7 is aangetoond dat AfaG een positieve invloed kan hebben op het milieuvriendelijke gedrag.

De winst van de hoge kosten kan nog hoger worden als de inspanningen buiten zichtbaar zijn. Het is gebleken dat mensen eerder tot altruïstisch of maatschappelijk juist gedrag bereid zijn als dat in het openbaar gebeurt. Het maatschappelijke bewustzijn van de gebruiker wordt zo geëtaleerd en dit kan de sociale status verhogen.

Lisen Hablé heeft het zichtbaar maken van gevelverandering tot thema gemaakt. Zeker ook omdat het veranderen van de panelen op zich vrij inspannend zal zijn - zal dit effect kunnen hebben. Bij het concept van Ard Hoksbergen (Studio AA) wordt het alleen zichtbaar wanneer het geïsoleerde luik wordt gesloten. Op zich is dit geen inspannend werk - maar het sluiten van het luik zal er wel voor zorgen dat het binnen donker wordt. Dat is de prijs die de gebruiker voor een hoog comfort met een geringe hoeveelheid energie wil betalen. De adaptieve elementen van de andere activerende gevels bevinden zich alle achter een laag glas en zijn derhalve minder zichtbaar. Het reflecterende glas ontneemt de aangepaste gevel aan het zicht.

§ 8.4.3 Flexibiliteit

Het verschil tussen flexibiliteit en adaptiviteit is in Paragraaf 4.2.1 omschreven. Daar waar adaptiviteit gaat over de mogelijkheden om directe, voortdurende en laagdrempelige aanpassingen te kunnen doen, gaat flexibiliteit over veranderingen in de tijd en op het niveau van het gebouw. Hoe eenvoudiger de activerende gevels te veranderen zijn om in te spelen op veranderende omstandigheden hoe flexibeler het gevelsysteem zal zijn en hoe langer de levensduur van het systeem.

Bij de flexibiliteit van gevels spelen twee factoren een rol. De bouwfysische kwaliteiten van een gevel moeten veranderd kunnen worden. Dit kan noodzakelijk zijn wanneer bijvoorbeeld de klimaatverandering daadwerkelijk andere eisen aan de gevel gaat stellen of wanneer het gebouw een andere functie krijgt die een ander binnenklimaat vereist. Een andere functie betekent vaak ook dat het gebouw een andere uitstraling moet kunnen krijgen. Dit is een tweede factor. Een flexibele gevel zou ook die kwaliteit moeten herbergen.

In zekere zin is geen van de concepten volledig flexibel. Ogenschijnlijk is het Gkitzias-concept het meest flexibel. Het vervangen van de gordijnen – of preciezer: van de tijken die om het aerogel zijn aangebracht - is wat investering en inspanning betreft relatief goedkoop. Het is de vraag of hiermee ook de architectonische uitstraling van het gebouw werkelijk verandert. De laag glas waarmee de windkering en de luchtdichtheid is gegarandeerd, zal een deel van de verandering aan het zicht onttrekken.

Bij de concepten van Hoksbergen, Maas, Uyenhaak en Hablé is het isolatiemateriaal geïntegreerd in een of meerdere panelen. Wordt het paneel demontabel gemaakt dan zou de isolatiegraad van de gevel aangepast kunnen worden. Met het veranderen van het isolatiemateriaal in de luiken kan in het concept van Hoksbergen direct ook de uitstraling van het luik worden aangepast. Uiteraard is dit echter weer een zwaardere ingreep.

Het concept van Schaap is amper flexibel.

§ 8.4.4 Verandering van de Context & Radicaliteit

Als de context ingrijpend veranderd, blijken mensen bereid om het (gewoonte) gedrag te heroverwegen. Er wordt dan naar manieren gezocht om met de nieuwe context om

te gaan. Om deze reden is met AfaG een nieuwe context in een gebouw geïntroduceerd. Dit maakte het noodzakelijk om van AfaG een radicale innovatie te maken. Alleen met radicale innovaties kunnen hervormingen tot stand worden gebracht.

Werkelijk radicaal lijkt alleen het concept van Lisen Hablé (Team V). In dit concept wordt geen traditionele gevel meer aangeboden, maar de gevel bestaat uit een los pakket panelen met specifieke functies waarmee de gevel naar eigen behoefte kan worden samengesteld. Het enige vangnet is letterlijk een net dat moet voorkomen dat mensen naar buiten kunnen vallen. Bouwfysisch voegt deze laag echter niets toe. De andere concepten hebben een buitenste laag van glas die met de juiste detaillering voor de vereiste luchtdichting en waterkering moet zorgen.

Hoewel niet radicaal lijkt met alle concepten de context in een gebouw toch te kunnen veranderen. Dat is echter afhankelijk of de gebruikers onderkennen dat het glas van de activerende gevels niet als voornaamste doel heeft om licht naar binnen te halen en uitzicht te bieden. Het glas in een activerende gevel vormt de basis van een in principe gesloten geveldeel. Wordt de onduidelijkheid over de functie van de activerende gevel weggenomen door bijvoorbeeld naast deze nieuwe concepten 'echt' transparante delen met een specifieke detaillering in de gevel op te nemen - dan kunnen de gebruikers mogelijk verleid worden tot nieuw gedrag dat aan het gevelconcept is gekoppeld.

Het is de vraag of voor een nieuwe context in een gebouw een gevel werkelijk zo radicaal moet zijn als AfaG of het concept van Hablé.

§ 8.4.5 Architectonische kwaliteit

De workshop heeft zes verschillende activerende gevels opgeleverd.

Zelfs de concepten die eenzelfde technisch paneel toepassen om aan de bouwfysische en adaptieve eisen te voldoen zijn duidelijk van elkaar te onderscheiden. Frank Maas (cepezed) heeft de informatie over de gevel gedoseerd en plaatst het paneel achter een strak gedetailleerde glasgevel. Duco Uytenhaak daarentegen heeft voor de beweegbare panelen de glasplaten dakpansgewijs op elkaar gelegd waardoor de gevel textuur en diepte krijgt. De glasplaten kunnen ook opengeklapt worden waardoor de gevel een driedimensionaal karakter krijgt, terwijl in de activerende gevel van Maas de glasgevel gesloten en introverter blijft.

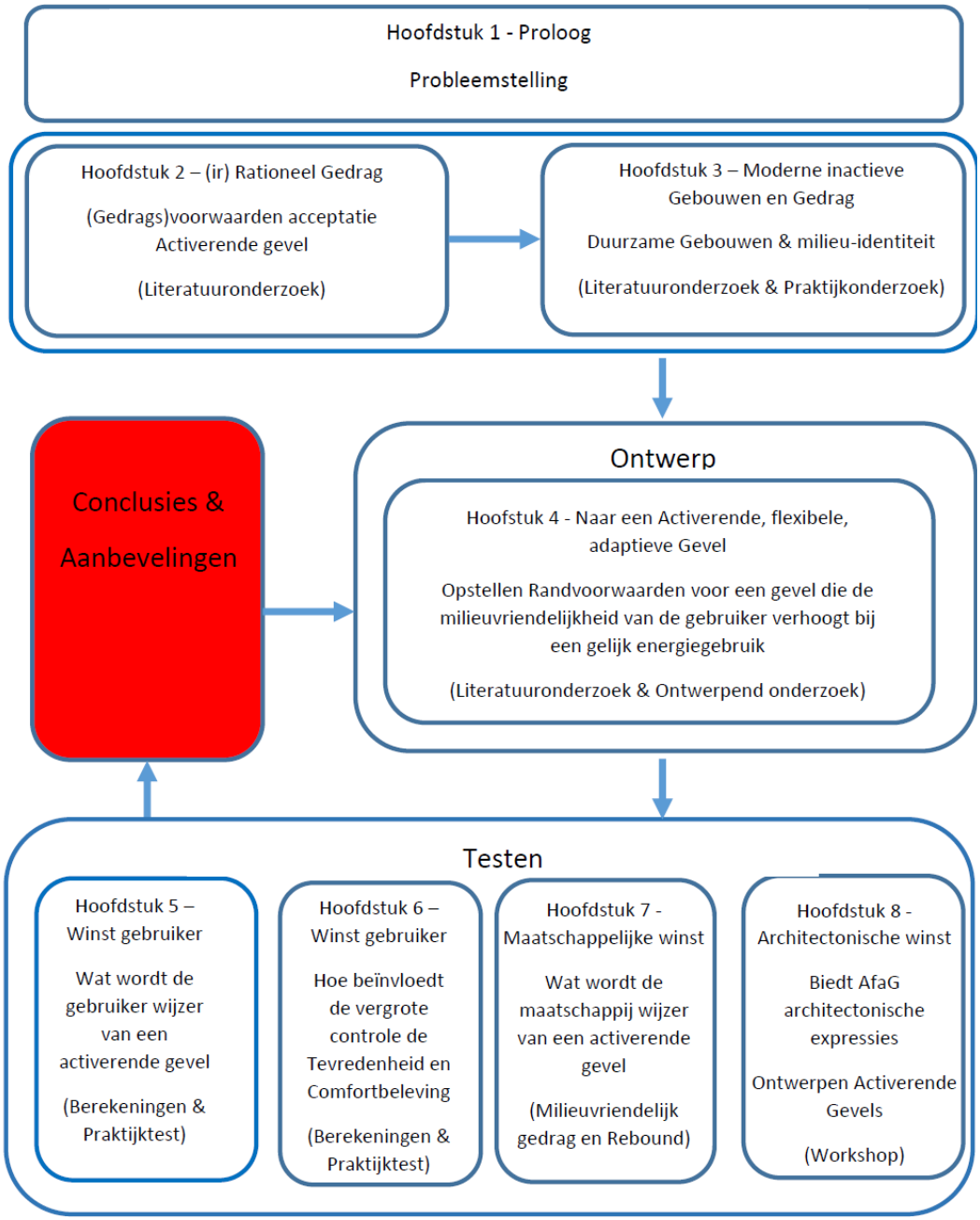
Ard Hoksbergen had niet de ambitie om perse iets nieuws te ontwerpen. Hij heeft het traditionele KastenFenster verder ontwikkeld – het is een ambachtelijke oplossing opgebouwd uit min of meer standaard kozijnen. Het radicale zit deels in de combinatie van de verschillende raamopeningen maar vooral in de toepassing van het gevelsysteem. De hele gevel is er namelijk uit opgebouwd waardoor het onderscheid tussen gesloten en open delen en eigenlijk ook tussen de ene woning en de andere is verdwenen.

Waar het ontwerp van Hoksbergen ambachtelijk is, is het ontwerp van Dirk Jan Schaap (Powerhouse-Company) conceptueel. De activerende gevel is niet als afzonderlijk deel van een gebouw ontwikkeld maar als uitvloeisel van de architectonische uitgangspunten. Hierbij is de plattegrond zo ontworpen dat er veel daglicht binnenkomt, maar zonnewarmte wordt geweerd. De gevel is volledig van glas, waarbij de thermische kwaliteit van het glas in eerste instantie wordt verbeterd door mobiele, op te blazen schermen die later na de workshop getransformeerd zijn in luchtkussens die geïntegreerd zijn in het plafond.

Aris Gkitzias (OMA) heeft een volledig glazen paviljoen ontworpen die geïnspireerd lijkt door het werk van Mies van der Rohe en kleding als associatie gebruikt om het adaptieve vorm te geven. Er zijn verschillende lagen gordijn opgenomen die de glasgevels verschillende warmteweerstanden kunnen geven. Het concept lijkt erg op de in hoofdstuk 4 gedefinieerde AfaG met als belangrijkste verschil dat een glasplaat binnen van buiten scheidt. De glasgevel kan wel opgeklapt worden. Niet alleen wordt dankzij het glas de wind- en waterdichting beter gewaarborgd, ook wint het paviljoen hierdoor aan abstractie. De gordijnen worden minder manifest dan bij AfaG.

Ten slotte heeft Lisen Hablé (Team V) de meest consequente en misschien daardoor ook meest vergaande variant van een architectonische activerende gevel ontwikkeld. Het is ook de meest arbeidsintensieve variant. Er is geen echte gevel meer – er zijn alleen panelen met ieder een eigen functie en met ieder een eigen uitstraling/doorzichtigheid. Hoe minder transparant hoe beter het paneel isoleert. De oplossing is expressief en oorspronkelijk.

De architectonische vertalingen van activerende gevels laten derhalve naast verschillende gradaties aan activerend vermogen van de gebruiker, van adaptiviteit en van flexibiliteit een eigen architectonisch beeld zien – die alle teruggevoerd kunnen worden op het handschrift van de architect.


Hoofdstuk 1 - Proloog
Probleemstelling
Hoofdstuk 2 – (ir) Rationeel Gedrag
(Gedrags)voorwaarden acceptatie Activerende gevel
(Literatuuronderzoek)
Hoofdstuk 3 – Moderne inactieve Gebouwen en Gedrag
Duurzame Gebouwen & milieu-identiteit
(Literatuuronderzoek & Praktijkonderzoek)
Conclusies & Aanbevelingen
Ontwerp
Hoofstuk 4 - Naar een Activerende, flexibele, adaptieve Gevel
Opstellen Randvoorwaarden voor een gevel die de milieuvriendelijkheid van de gebruiker verhoogt bij een gelijk energiegebruik
(Literatuuronderzoek & Ontwerpend onderzoek)
Testen
Hoofdstuk 5 – Winst gebruiker
Wat wordt de gebruiker wijzer van een activerende gevel
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 6 – Winst gebruiker
Hoe beïnvloedt de vergrote controle de Tevredenheid en Comfortbeleving
(Berekeningen & Praktijktest)
Hoofdstuk 7 - Maatschappelijke winst
Wat wordt de maatschappij wijzer van een activerende gevel
(Milieuvriendelijk gedrag en Rebound)
Hoofdstuk 8 - Architectonische winst
Biedt AfaG architectonische expressies
Ontwerpen Activerende Gevels
(Workshop)

9 Conclusies & Aanbevingen

'Haal me
hieruit
gilt de haas,
tuurt
uit zijn vacht'

Elke Erb

§ 9.1 Conclusies

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt of er een gevelsysteem kan worden ontwikkeld dat door de gebruiker aangepast moet worden aan veranderende omstandigheden en dat - doordat de gebruiker geactiveerd wordt - bijdraagt aan het creëren van een hoger milieubewustzijn.

De verschillende deelvragen zijn in de voorgaande hoofdstukken behandeld en per deelvraag zijn conclusies getrokken. Uit het geheel vallen de volgende algemenere conclusies te distilleren.

1 Milieuvriendelijke gebouwen maken hun gebruikers niet milieuvriendelijker

Het verkeerd gebruik van aangeboden technologieën in de nieuwe generatie energiezuinige gebouwen leidt tot minder energiewinst dan vooraf was berekend. De reboundeffecten vergroten dit afkalvende effect. Het reboundeffect stelt dat door een verhoogde efficiëntie de energie goedkoper wordt of lijkt en het aantrekkelijker wordt om er meer van te gebruiken. Een deel van de financiële winst die voortvloeit uit een lager energiegebruik kan daarnaast aan extra activiteiten buiten de gebouwen worden besteed. Ook dit zorgt ervoor dat de maatschappij als geheel minder energiezuinig wordt dan berekend en verwacht was. De reboundeffecten maken duidelijk dat voor een milieuvriendelijke maatschappij het menselijk gedrag moet veranderen en dat de hedendaagse gebouwen hiertoe te weinig aanzetten. Gedrag met betrekking tot het binnenklimaat wordt juist ontmoedigd omdat menselijke interventies de werking van de installaties kunnen ontregelen.

Een enquête onder 414 medewerkers in energiezuinige en wat oudere, minder energiezuinige kantoren maakt duidelijk dat de milieugeoriënteerde zelfidentiteit tussen hen nauwelijks verschilt. De milieugeoriënteerde zelfidentiteit is de mate waarin iemand zichzelf als persoon beschouwt wiens acties milieuvriendelijk zijn. Sterker, degenen die in de oudere gebouwen werken, hebben een iets hogere milieugeoriënteerde zelfidentiteit dan degenen die dat in hedendaagse energiezuinige gebouwen doen (M = 5.052, SE = .075 om M = 4.977, SE = .069).

2 Het adaptief vermogen van Activerende Gevels kan tot een verlaging van het energiegebruik van 25% leiden.

In VABI-elements zijn simulaties uitgevoerd om de potentiële energiewinst van een activerend gevelsysteem te achterhalen. Er zijn gevellagen gebruikt met Rc's van 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 6 en 8 m^2K/W. Daarnaast zijn simulaties uitgevoerd met adaptieve massa's (10, 100, 200 en 500 kg/m^2) en emissiecoëfficiënten (0,05, 0,5 en 0,9). Wordt alleen naar de aanpassingen van de warmteweerstanden gekeken dan kunnen vier handelingen op jaarbasis door de gebruiker 16,88% energiewinst opleveren ten opzichte van een statische gevel met een Rc = 8 m^2K/W. De energiewinst wordt vooral in de zomermaanden geboekt: door de warmteweerstand omlaag te brengen wordt de hoeveelheid energie die nodig is om te koelen, verlaagd. Als meer dan vier acties door de gebruiker acceptabel wordt gevonden, kan de energiewinst oplopen tot 20%. Hiervoor zijn 76 handelingen nodig. Hoeveel handelingen noodzakelijk zijn om tot een aangescherpt milieubewustzijn te komen is overigens niet duidelijk.

Ten slotte kan het aanpasbaar maken van de massa het energiegebruik verder drukken. In de zomermaanden is een zwaar gebouw voordelig, terwijl uit de computersimulaties is gebleken dat in de wintermaanden een geringe massa het energiegebruik op een gunstige manier beïnvloedt. Het aanbrengen en verwijderen van massa kan in combinatie met het aanpassen van de warmteweerstanden het totale energiegebruik met 25% terugbrengen. Bij deze berekeningen is overigens geen rekening gehouden met het na-ijlende effect van de massa die zich niet gemakkelijk laat in- of uitschakelen.

3 Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat worden positief beïnvloed door het gebruiken van Activerende Gevels.

Dit blijkt niet direct uit de statistische analyses die met SPSS 23 zijn uitgevoerd. Alleen het voor de tweede maal bedienen van een Activerende Gevel in de Testunit met controle laat een significante invloed zien op de Tevredenheid over het binnenklimaat. Het effect is evenwel vrij zwak: ($F(1,85) = 8.168$; $p < .05$; $\eta 2 = .088$). In de andere analyses zijn geen significante invloeden van het hebben van controle op de Comfortbeleving en de Tevredenheid over het binnenklimaat gevonden.

De Testunit was niet geklimatiseerd en het binnenklimaat fluctueerde mee met de buitenomstandigheden. In de testperiode was het koud. Bij aanvang van de tests vielen veel van de gemeten binnentemperaturen (40,3%) buiten de klimaatklassen zoals gedefinieerd door ISSO 74: 2014. Na afloop van de tests werden hogere temperaturen gemeten. Desalniettemin lag 22,1% van de binnentemperaturen nog onder de temperatuurgrenzen van een D-klasse. Gezien de lage temperaturen viel

de Comfortbeleving (17% vond het binnen 'Te koud'/'Te warm'), maar vooral de Tevredenheid over het binnenklimaat mee. Slechts 10,6% van de Testpersonen met controle was Ontevreden. Dit percentage lag in de Unit zonder controle beduidend hoger (17,1%), terwijl het gemeten binnenklimaat in deze Unit als iets gunstiger beschouwd kan worden.

4 Het met Activerende Gevels gecreëerde binnenklimaat wordt als een persoonlijke prestatie beschouwd

Er is een significante relatie gevonden tussen het hebben van controle en het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat ($U = 1896$, $z = -6.301$, $p < .05$, $r = .47$). Dit is relevant omdat het impliceert dat men het gevoel had als co-creator van het binnenklimaat op te treden. Uit literatuuronderzoek blijkt dat dit vergevingsgezinder maakt jegens dat binnenklimaat. Weliswaar is er geen relatie gevonden tussen het beschouwen van het binnenklimaat als een persoonlijke prestatie en de Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat (respectievelijk: $rs(181) = -.057$, $p > .05$ en $rs(181) = .092$, $p > .05$), maar de kracht van het effect van de persoonlijke prestatie op de Tevredenheid over het binnenklimaat nam met het aantal keer dat de gevel is bediend wel toe (al blijft zij niet significant). Wellicht is de - gezien de lage temperaturen - positieve Comfortbeleving en Tevredenheid over het binnenklimaat terug te voeren op het gevoel dat het gecreëerde binnenklimaat een persoonlijke prestatie was. En was men inderdaad vergevingsgezinder.

Daarnaast kan het als een persoonlijke prestatie beschouwen van het gecreëerde binnenklimaat in combinatie met een relatief hoge Tevredenheid over het binnenklimaat een positieve invloed hebben op de zelfeffectiviteit. Het zo ontstane zelfvertrouwen kan er toe leiden dat in andere situaties vergelijkbaar gedrag ten toon wordt gespreid.

5 Activerende Gevels opgebouwd uit doeken zijn intuïtief bedienbaar

De effectiviteit van de gehanteerde Activerende Gevel is op twee manieren bepaald. Allereerst is aan de Testpersonen gevraagd of het gevelsysteem in hun optiek een effectief middel was om het binnenklimaat te beheersen. De Mediaan (6.0) en het Gemiddelde (5.75) lagen vrij hoog. De effectiviteit van de gevel wordt door de Testpersonen die de gevel een tweede of derde keer hebben bediend hoger ingeschat ($Mdn = 6.0$) dan door de Testpersonen die alleen bij binnenkomst de Activerende Gevel hebben ingesteld ($Mdn = 5.0$), ($U = 763.0$, $z = -3.057$, $p < .05$, $r = -.31$). De mate van effectiviteit heeft een relatie met de Tevredenheid over het binnenklimaat ($rs(97) = .26$, $p < .05$).

Naast de effectiviteit is bepaald of het systeem intuïtief kon worden bediend. Voorafgaand aan de test was in de Unit met controle de gevel in een gezien de buitenomstandigheden verkeerde configuratie opgehangen. De Testpersonen moesten indien gewenst aan het begin van hun test de gevelsamenstelling veranderen. Gemiddeld duurde het iets minder dan 5 seconden voordat de Testpersoon zich een indruk had gevormd van de binnen- en buitenomstandigheden, de werking van de Activerende Gevel, het mogelijke effect van de verschillende lagen waaruit de Activerende Gevel was opgebouwd en begon met het (eventueel) veranderen van de gevel. De 5 seconden bedenktijd wordt gezien als de norm voor intuïtief gebruik. Deze norm is bepaald aan de hand van tests met fototoestellen. Dat de Activerende Gevel goed is begrepen en als effectief middel is ingezet, blijkt tevens uit de observering dat slechts 1 Testpersoon ontevreden was over het binnenklimaat terwijl nog niet alle mogelijkheden die de Activerende Gevel bood om het binnenklimaat prettiger krijgen, waren benut.

De effectiviteit en het intuïtieve van de gevel kunnen ervoor zorgen dat er een gevoel van gepercipieerde controle bij de gebruiker kan ontstaan. Binnen de Theorie van Gepland Gedrag is dit één van de voorwaarden om de intentie tot een bepaald gedrag te krijgen. Gepercipieerde controle houdt in dat men het gevoel heeft dat een bepaald gedrag leidt tot een positieve evaluatie.

6 Activerende Gevels bieden voldoende mogelijkheden tot verschillende architectonische expressies

Een radicaal systeem heeft pas een meerwaarde als het systeem uiteindelijk wordt omarmd. Gevels vormen een belangrijk architectonisch expressiemiddel; ze zijn een uiting van culturele identiteiten en dus is het belangrijk dat architecten met de uitgangspunten van activerende, flexibele en adaptieve gevels uit de voeten kunnen. Om te testen of Activerende Gevels voldoende architectonische potenties heeft, is een workshop onder 7 jonge architecten werkzaam bij Nederlandse architectenbureaus gehouden. De eindresultaten laten een grote verscheidenheid aan activerend vermogen van de gebruiker, van adaptiviteit en van flexibiliteit maar vooral ook eigen architectonische interpretaties van de Activerende Gevel zien die kunnen worden teruggevoerd op het handschrift van de architect.

7 Adaptieve en flexibele Gevels appelleren aan voldoende vormen van winst om Activerend te zijn.

De Theorie van Gepland Gedrag stelt dat voordat de intentie ontstaat om een bepaald gedrag uit te voeren, wordt geëvalueerd wat de uitkomsten van dat gedrag zullen zijn. De aangehangen (centrale) waarden zullen mede bepalen welke uitkomsten als gewenst zullen worden beschouwd. Er zijn 10 hoofdwaarden gedefinieerd die lang niet alle geassocieerd worden met milieuvriendelijk gedrag. Daarom is het belangrijk om te appelleren aan verschillende waarden. Het gedrag wordt dan niet zo zeer uitgevoerd uit zorg voor het milieu, maar uiteindelijk wordt het milieu door dat gedrag wel gespaard. Met de adaptieve en flexibele gevel kan financiële winst worden geboekt, kan het milieu worden gespaard, is de controle over de leefomgeving vergroot, kan door haar flexibele en activerende karakter het imago worden verbeterd (er wordt getoond dat men bereid is en fit genoeg is om het activerende van de gevel te onderkennen en te benutten) en er kan tegemoet gekomen worden aan sociale druk om zich milieuvriendelijker te gedragen.

8 Het bedienen van de Activerende Gevel leidt tot milieuvriendelijker gedrag

In zowel de Unit met controle als de Unit zonder controle waren een kachel en een staande lamp voorzien van een milieuonvriendelijke gloeilamp geplaatst. De lamp stond bij het begin van de test aan; de kachel niet. Het uitschakelen van de lamp dat als een milieuvriendelijke actie kan worden beschouwd, heeft een significante relatie met het voor de tweede keer bedienen van de gevel ((B = 1.590, SE = .512 $p < .05$, Exp (B) 4.904; $R^2 = .08$).

De invloed van het hebben van controle blijkt vooral uit het percentage Testpersonen met of zonder controle dat de kachel heeft aangezet. In de Unit met controle heeft 25% uiteindelijk de kachel aangedaan. Bij de Testpersonen zonder controle was dat 34,7% - de heersende binnentemperaturen verschilden evenwel weinig.

Uit het onderzoek naar de relatie tussen het uitoefenen van controle en de heersende klimaatklassen blijkt dat 83,3% van de Testpersonen de gevelconfiguratie heeft veranderd als er gedurende de test een D-klasse of Geen Klimaatklasse heerste. In negen van de twaalf gevallen waarin de kachel in de Unit met controle is ingeschakeld, gebeurde dat pas nadat alle mogelijkheden van de Activerende Gevel waren uitgeput. Ondanks de lage temperaturen hebben drie Testpersonen met controle de kachel te vroeg aangezet. De anderen vertrouwden er op dat met het bedienen van de Activerende Gevel het gevoel van discomfort zou worden opgeheven. Het bedienen

van de Activerende Gevel stelde het aanzetten van de kachel uit. Men gedroeg zich milieuvriendelijker.

9 Het bedienen van de Activerende Gevel leidt tot milieuvriendelijker gedrag buiten de Testomgeving.

Dit is op twee manieren getest. Direct na afloop is aan de Testpersonen gevraagd om een keuze te maken tussen goedkope, niet-milieuvriendelijke en 10% duurdere, maar milieuvriendelijke producten. De Testpersonen zonder controle hebben meer milieuvriendelijke producten gekozen dan de Testpersonen met controle M = 6.2; SD = 2.71 om M = 7.3; SD = 1.91. De standaardafwijkingen zijn evenwel fors; de spreiding van de data is groot, waardoor geconcludeerd mag worden dat het gemiddelde de data eigenlijk vrij slecht verbeeldt.

Tussen de milieugeoriënteerde zelfidentiteit en het aantal milieuvriendelijke producten worden bij zowel de studenten als bij de niet-studenten significante correlaties gevonden (r (105) = .38).

Onder alle Testpersonen zijn verschillende cadeaubonnen verloot. Zij mochten zelf kiezen voor welke bon zij in aanmerking wilden komen. Hiertoe kregen zij een maand na afloop van de test een bedankmail. De relatie tussen het hebben van controle en het kiezen van een daadwerkelijke altruïstische beloning was bij niet-studenten significant (B = 1.833; SE = .725; $p < .05$, Exp (B) = 6.250; r = .32; $R^2 = .10$).

Het gemiddeld aantal hedonistische bonnen ligt bij de niet-studenten die in Unit met controle hebben getest veel lager (16,7%) dan bij de niet-studenten uit Unit zonder controle (52,7%). Bij degenen die de gevel voor een tweede maal hebben bediend is het percentage altruïstische bonnen hoger dan bij hen die dat niet hebben gedaan (93.3% om 66.7%). Hoe actiever men zich opstelde hoe altruïstischer men zich een maand later gedroeg. Altruïsme kan leiden tot milieuvriendelijkheid.

Wordt de Testpopulatie vergeleken met HvA-medewerkers die niet aan de test hebben deelgenomen maar wel zijn geënquêteerd dan is het verschil in de keuze voor hedonistische bonnen opvallend. Van de geënquêteerden koos 65% voor een hedonistische bon. 16,7% van de Testpersonen die meer dan één keer de Activerende Gevel hebben bediend maakte dezelfde keuze.

§ 9.2 Aanbevelingen

1 Normaliseren Activerende Gevels

De bestudeerde en geteste Activerende Gevel opgebouwd uit doeken is een extreem gevelconcept. Dit leek noodzakelijk om zo te kunnen onderzoeken of een activerend element in een gebouw invloed zou kunnen hebben op het milieubewustzijn.

Om radicaal te zijn en een hervorming in gang te zetten moet het object echter uiteindelijk ook omarmd worden als zijnde een nieuwe standaard. Dit is moeilijk te testen, maar misschien was deze Activerende Gevel hiertoe te radicaal.

De workshop onder zeven Nederlandse architecten kan als eerste stap worden beschouwd om Activerende Gevels een architectonische en – na afloop van de workshop – ook bouwkundige uitstraling te geven. De uitkomsten uit de workshop gecombineerd met de oorspronkelijke uitgangspunten van een activerende, flexibele en adaptieve gevel kunnen de basis vormen van een nieuwe benadering van gevels en van de betrokkenheid van gebruikers bij de klimatisering van hun gebouwen. Voor deze dissertatie zijn schetsdetails van de ontwerpen ontwikkeld die verder uitgewerkt en bouwkundig getest moeten worden. Verder zullen zij moeten gaan voldoen aan alle bouwfysische eisen die aan een gevel worden gesteld. Ook hun invloed op het milieubewustzijn van de gebruiker zal aangetoond moeten worden. Waar ligt de grens van een bouwkundig 'veiliger' ontwerp waarmee de gebruiker toch tot een actie wordt aangezet en zich bewust wordt van zijn al dan niet milieuvriendelijke handelingen.

Activerende Gevels zouden daarnaast onderzocht moeten worden als een alternatieve methode om oudere gebouwen na te isoleren. In de huidige methode wordt aan de buitenzijde van de matig of niet geïsoleerde woningen bijvoorbeeld vaak een laag hard isolatiemateriaal aangebracht eventueel voorzien van steenstrips om het oorspronkelijke gevelbeeld in stand te houden. Van de gebouweigenaar wordt niet meer dan een investering gevraagd – dit is een te tijdelijke inspanning om invloed op de milieuvriendelijkheid te hebben. De uiteindelijke milieuwinst blijft hierdoor gering.

2 Onderzoeken andere Activerende Gebouwdelen

In deze dissertatie is onderzocht of gevels activerend gemaakt kunnen worden. Gevels leken het laaghangende fruit omdat gevels al vaak door de gebouwgebruikers worden gehanteerd. Er zijn in gebouwen ook andere bouwkundige onderdelen te vinden die

activerend gemaakt kunnen worden en waarmee in theorie de milieugeoriënteerde zelfidentiteit versterkt zou kunnen worden.

3 Visualiseren energiegebruik & Hedonistische Tredmolen

De adaptieve kwaliteiten van Activerende Gevels en het neerleggen van een grotere verantwoordelijkheid bij de gebruiker om een comfortabel binnenklimaat te creëren, kunnen een positieve invloed op het energiegebruik uitoefenen. Het bedienen van een systeem als Activerende Gevels is weliswaar zo ontworpen dat zij intuïtief kan geschieden, maar foutieve handelingen worden hiermee niet perse uitgesloten. Het gevaar bestaat bijvoorbeeld dat niet voor de energetisch meest optimale gevelconfiguratie wordt gekozen (de gevel wordt geopend om meer licht naar binnen te brengen, terwijl het buiten daarvoor te koud/te warm is) en er wordt gecompenseerd door energie gebruikende installaties in te schakelen.

Het idee achter Activerende Gevels is dat door het intensieve bezig zijn met het creëren van een binnenklimaat het milieubewustzijn wordt geprikkeld. Het gebruik van de kachel en de lamp in de Testunits lijkt dit beeld te bevestigen.

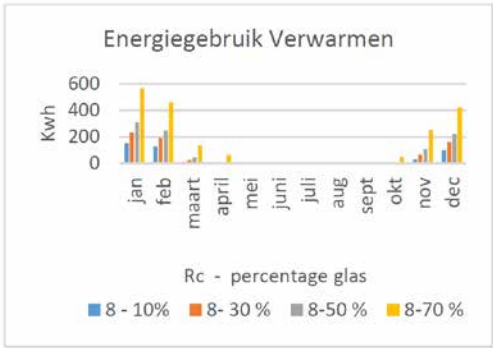
Het lijkt verstandig om de gebruiker desondanks te helpen de juiste configuraties te vinden. De intuïtie nodig voor het altijd juist instellen van de gevel ontbreekt vooralsnog. Het helpen kan door regelmatig feedback te geven, alternatieven aan te bieden en te laten zien wat de 'winst' in welke vorm dan ook kan zijn. Hiertoe zouden bijvoorbeeld slimme vezels in de doeken opgenomen kunnen worden die kunnen laten zien wat gezien de weersomstandigheden en het gebruik van de ruimte de meest gewenste configuratie van de gevel is. De technische mogelijkheden, maar ook hoe deze vorm van het sturen van gedrag de comfortbeleving en het milieubewustzijn beïnvloedt moeten verder worden onderzocht. De slimme vezels zouden ook gebruikt kunnen worden om de status van het energiegebruik naar buiten te etaleren. Sociale druk zou dan tot slimmer of breder gebruik van de gevels kunnen aanzetten.

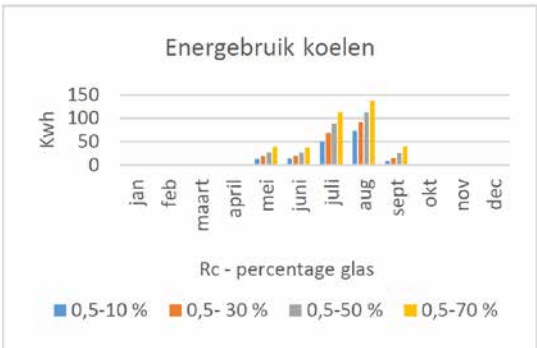
De flexibiliteit van het gevelsysteem biedt de mogelijkheden om de gevel preciezer aan te laten sluiten op de eigen of gewenste identiteit. Mensen wisselen snel van identiteit en hebben er tegenwoordig verschillende. Dit zou kunnen leiden tot ook een snelle vervanging van de gevels; Activerende Gevels worden dan onderdeel van de hedonistische tredmolen. Een Activerende Gevel is echter niet alleen een object dat de identiteit kan verbeelden, maar door het activeren ook een ervaring. Door de fysieke bediening ervan die een voorspelbaar effect sorteert – namelijk een comfortabeler binnenklimaat – en de materialisatie kan er een hechtere band tussen gebruiker en object ontstaan die tot langduriger gebruik kan verleiden. Bij design blijkt dit een snelle vervanging te voorkomen, of dit bij flexibele gevel ook zo werkt, zal onderzocht moeten worden.

4 Iets meer Hervormingen en iets minder Status Quo

De gebouwde omgeving moet veranderen om de CO_2-uitstoot terug te dringen. Hiervoor zijn nieuwe technologieën ontwikkeld waardoor de hedendaagse architectuur nauwelijks hoeft te veranderen om toch energiezuinig genoemd te mogen worden. Glas blijft vooralsnog een dominant gevelmateriaal. De tot nu toe geïmplementeerde veranderingen kunnen als Status Quo worden beschouwd: op zich blijft alles bij het oude alleen wordt gestreefd naar een hogere efficiëntie van vooral installaties.

Het lijkt vreemd dat de architectuur nauwelijks verandert. Niet alleen omdat glasvlakken thermisch gezien zwakke plekken in de gevel vormen (Onderstaande met behulp van VABI-elements gemaakte grafieken laten zien dat het reduceren van het glaspercentage tot een sterk verlaagd energiegebruik kan leiden), maar ook omdat architectuur een verbeelding van de tijd moet zijn.





FIGUUR 9.1 Energiegebruik Verwarming bij verschillende glaspercentages bij een Rc van 8 m²K/W (boven) Energiegebruik Koeling bij verschillende glaspercentages bij een Rc van 0,5 m²K/W (onder).

Er is nu een tijd van schaarste aangebroken. En dus mag verondersteld worden dat naar nieuwe architectuuruitingen gezocht gaat worden. Bij (architectonische/ bouwtechnische) hervormingen worden radicalere vernieuwingen doorgevoerd. Dit soort veranderingen is noodzakelijk om een volgende stap in de 'vooruitgang' te kunnen zetten waarbij bijvoorbeeld ook het gedrag van de gebruiker mee kan of zal veranderen. Waarschijnlijk zijn niet zulke radicale veranderingen noodzakelijk als in deze dissertatie zijn voorgesteld en onderzocht, maar iets meer Hervormingen lijken desalniettemin gewenst. Ook al omdat een andere context lijkt te leiden tot het heroverwegen van het (gewoonte)gedrag.

5 Aanpassing Regelgeving

Gebouwen worden geïsoleerd omdat het moet - niet per definitie omdat de gebruiker het energiegebruik wil terugdringen en op die manier het milieu wil sparen. Niet alleen is een statische gevelisolatie minder gunstig dan vooraf berekend, maar ook wordt zo de verantwoordelijkheid voor het energiegebruik bij de gebruiker weggenomen. Zijn gedrag hoeft hij niet te veranderen. Een activerende en adaptieve gevel stimuleert juist energiezuinig gedrag, maar zij past niet binnen de huidige regelgeving. Een activerende gevel maakt het mogelijk om warmteweerstanden 'in te stellen' die onder de norm vallen. Onderzoek heeft laten zien dat gebruikers bereid zijn om de noodzakelijke acties te nemen om de gevel in de juiste configuratie te manoeuvreren (ook al is er een kachel aanwezig). Dit milieuvriendelijke gedrag kan in andere situaties doorwerken. Om het gedrag derhalve te veranderen moeten er niet langer eisen worden gesteld, maar moeten prestaties worden verwacht. En dan vooral van de gebruiker.

6 Comfort moet individueel instelbaar zijn

Comfort is een ervaring die persoonlijk en bovendien niet stabiel is. Dat vraagt om mogelijkheden om ook in werkomgevingen te streven naar individueel instelbaar comfort. In de kantoortuinen is dat lastig. Hoe meer mensen een werkruimte delen hoe ingewikkelder het is om een op de persoonlijke behoefte afgestemd binnenklimaat te creëren. Als optimaal geprofiteerd wil worden van de adaptieve mogelijkheden en het activeren gestimuleerd moet worden dan moeten de kantoorruimtes zo individueel mogelijk gemaakt worden. Persoonlijk comfort is dan de drijfveer om in actie te komen.

Literatuur

Abrahamse, W. & Steg, L. (2009). How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings? Journal of Economic Psychology 30. 711–720.

Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., & Rothengatter, T. (2007). The effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback on household energy use, energy- related behaviors, and behavioral antecedents. Journal of environmental psychology, 27(4), 265-276.

Achterhuis, H. (1995). De moralisering van apparaten. Socialisme en democratie, 52(1), 3-18.

Achterhuis, H. (1996). Samenleving moet leren om moderne techniek te moraliseren. NRC 23 april.

Achterhuis, H (2013). Techniek redt de moral. Dagblad Trouw 23 maart 2013.

Ackerly, K., Baker, L., & Brager, G. (2011). Window Use in Mixed-Mode Buildings: A Literature Review.

Adger, W.N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M. Lorenzoni, I., Nelson, D.R., Naess, L.O., Wolf, J. & Wreford, A. (2009). Are There Social Limits to adaptation to Climate Change. Climatic Change April 2009, Volume 93,Issue 3. 335-354

Adger, W.N. & Barnett, J. (2009). Four reasons for concern about adaptation to climate change. Environment and Planning A 2009, volume 41. 2800-2805.

Adler, N. E., Epel, E. S., Castellazzo, G. & Ickovics, J. R. (2000). Relationship of subjective and objective social status with psychological and physiological functioning: Preliminary data in healthy white women. Health Psychology, 19(6), 586–592.

Agentschap NL. (2013). Kantoren gebouwd voor de toekomst. De NESK-kantoren duurzaam opgeleverd. Utrecht.

Agentschap NL. (2013). Monitor energiebesparing gebouwde omgeving 2012.

Ahuja, G. & Lampert, C. M.. (2001). Entrepreneurship in the Large Corporation: A Longitudinal Study of How Established Firms Create Breakthrough Inventions. Strategic Management Journal, 22(6/7), 521–543.

Ahuvia, A.C. (2005).Beyond the Extended Self: Loved Objects and Consumers' Identity Narratives. Journal of Consumer Research. Vol. 32. 171-184.

Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory op planned behavior. In: J. Kuhl & J. Beckman (Eds.), Action control: From cognition to behavior, p. 11-39. Berlijn: Springer-Verlag.

Ajzen, I. (1991). A theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50 (p. 179-211).

Ajzen, I. (1996). The directive influence of attitudes on behavior. In: P. M. Gollwitzer & J.A. Bargh (Eds.), The psychology of action: Linking motivation and cognition to behavior. 385–403. New York: Guilford Press.

Ajzen, I. (2001). Nature and Operation of Attitudes. Annual Review of Psychology 52, pp. 27–58.

Al-Homoud, M. S. (2005). Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. Building and environment, 40(3), 353-366.

Anderson, M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. Artificial intelligence, 149(1), 91-130.

Anderson, W., White, V., & Finney, A. (2012). Coping with low incomes and cold homes. Energy Policy, 49, 40-52.

Andreoni, J. (1990). Impure Altruism and Donations to Public Goods: A Theory of Warm-Glow Giving. The Economic Journal, Vol. 100, No. 401.464-477.

Anshuman, S. (2005). Responsiveness and Social Expression; Seeking Human Embodiment in Intelligent Façades, ACADIA, pp. 12-23.

Arens, E., Humphreys, M.A., de Dear, R. & Zhang, H. (2010). Are 'Class A' temperature requirements realistic or desirable? Building and Environment, 45, 4–10.

Aries, M.B.C. & Bluyssen, P.M. 2009. Climate change consequences for the indoor environment. HERON Vol. 54 (2009) No. 1.

Armstrong, F. (2009). The Age of Stupid. Why didn't we save ourselves, when we had the change. Spanner Films.

Arndt, J., Solomon, S., Kasser, T. & Sheldon, K.M. (2004). The Urge to Splurge: A Terror Management Account of Materialism and Consumer Behavior. Journal of Consumer Psychology. 14(3). 198–212.

Arnold, A. G., & Mettau, P. (2006). Action facilitation and desired behavior. In: Verbeek, P.P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Aronoff, S. & Kaplan, A. (1995). Total Workplace Performance: Rethinking the Office Environment. Applied Occupational and Environmental Hygiene, 2 (12). 144-145.
Asdrubali, F., D'Alessandro, F., & Schiavoni, S. (2015). A review of unconventional sustainable building insulation materials. Sustainable Materials and Technologies, 4, 1-17.
Asquith, L. & Vellinga, M. (Eds.). (2006). Vernacular architecture in the 21st century: Theory, education and practice. Taylor & Francis.
Atwood, A. (2003). Oryx en Crake. Bakker.
Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception International Journal of Biometeorology 25:2 109-22
Axsen, J. & Kurani, K.S., (2013). Developing sustainability-oriented values: Insights from households in a trial of plug-in hybrid electric vehicles. Global Environmental Change 23. 70–80.
Aydin, E., Brounen, D., & Kok, N. (2013). The Rebound Effect in Residential Heating.
Azzopardi, B., & Mutale, J. (2010). Life cycle analysis for future photovoltaic systems using hybrid solar cells. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(3), 1130-1134.
Backlund, S., Gyllenswärd, M., Gustafsson, A., Ilstedt Hjelm, S., Mazé, R., & Redström, J.(2007). Static! The aesthetics of energy in everyday things. In: Proceedings of Design Research Society Wonderground International Conference 2006.
Baetens, R., Jelle, B. P., & Gustavsen, A. (2011). Aerogel insulation for building applications: a state-of-the-art review. Energy and Buildings, 43(4), 761-769.
Baker, N. (2000). We are all outdoor animals. Architecture City Environment, Proceedings of PLEA, 2000, 553-555.
Baker, P. T. (1984). The adaptive limits of human populations. Man, 1-14.
Balaras, C. A. (1996). The role of thermal mass on the cooling load of buildings. An overview of computational methods. Energy and Buildings,24(1), 1-10.
Ballagh, K. O. (2010). Adapting simple prediction methods to sound transmission of lightweight foam cored panels. Building Acoustics, 17(4), 269-275.
Bamberg, S. & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behavior. Journal of Environmental Psychology 27. 14–25
Banham, R. (1980). Theory and design in the first machine age. MIT Press.
Banham, R. (1984) The architecture of the well-tempered environment. University of Chicago Press.
Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. Psychological review, 84(2), 191.
Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. Educational Psychologist Volume 28, Issue 2. 117-148.
Bargh, J.A. Lee-Chai, A. Barndollar, K., Gollwitzer, P.M. & Trötschel, R. (2001). The Automated Will: Nonconscious Activation and Pursuit of Behavioral Goals. J Pers Soc Psychol. December ; 81(6): 1014–1027.
Barr, S. (2003) Strategies for sustainability: citizens and responsible environmental behaviour, Area, Vol. 35, No. 3. 227-240.
Bastick, T. (1982). Intuition: How we Think and Act. Chichester: John Wileyand Sons.
Bauman, Z. (2001). Consuming Life. Journal of Consumer Culture. Vol 1(1). 9–29.
Baumeister, R.F. (2002). Yielding to Temptation: Self-Control Failure, Impulsive Purchasing, and Consumer Behavior. Journal of Consumer Research. Vol. 28. March. 670-676.
Baumeister, R.F., Bratslavsky, E., Muraven, M. & Tice, D.M. (1998). Ego Depletion: Is the Active Self a Limited Resource? Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 74.No. 5, 1252-1265.
Beckers, T.A.M., Harkink, E.W.F.P.M., Van Ingen, E.J., Lampert, M.A., Van der Lelij, B. & Van Ossenbruggen, R. (2004). Maatschappelijke waardering van duurzame ontwikkeling. Achtergrondrapport bij de duurzaamheidsverkenning. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (rivmrapport 500013007/2004).
Bedford, T (1936). The warmth factor in comfort at work: MRC Industrial Health Board Report No 76 HMSO.
Behera, B. K. & Mishra, R. (2007). Comfort properties of non-conventional light weight worsted suiting fabrics. Indian Journal of Fibre & Textile Research, 32(1), 72-79.

Belk, R.W. (1985). Materialism: Trait Aspects of Living in the Material World. Journal of Consumer Research. Vol. 12. 265-280.
Belk, R. W. (1988). Possessions and the extended self. Journal of consumer research, 15(2), 139-168.
Belk, R., Mayer, R. & Bahn, K. (1982). 'The eye of the beholder: Individual differences in perceptions of consumption symbolism', Advances in Consumer Research, 9, 523–530.
Bem, D. J. (1972). Self-perception theory. In: L. Berkowitz (Ed.), Advances in Experimental social psychology,. 1-62,. New York: Academic Press.
Ben-Bassat, T., Meyer, J. & Tractinsky, N. (2006). Economic and subjective measures of the perceived value of aesthetics and usability. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 13(2), 210-234.
Benesch, C., Frey, B.S. & Stutzer, A. (2010). TV Channels, Self-control and Happiness. The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy Vol. 10(1), Article 86 (2010).
Berg, N. & Gigerenzer, G. (2007). Psychology implies paternalism? Bounded rationality may reduce the rationale to regulate risk-taking. Soc Choice Welfare 28. 337-359.
Berger, J. & Heath, C. (2007). Where Consumers Diverge from Others: Identity Signaling and Product Domains. Journal of Consumer Research.Vol. 34. 121-134.
Bhamra, T., Lilley, D., & Tang, T. (2008). Sustainable use: changing consumer behaviour through product design. Changing the Change: Design Visions, Proposals and Tools, Turin, 2008, Proceedings.
Bhat, I. K., & Prakash, R. (2009). LCA of renewable energy for electricity generation systems—a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews,13(5), 1067-1073.
Bhattacharjee, D., & Kothari, V. K. (2008). Measurement of Thermal Resistance of Woven Fabrics in Natural and Forced Convections. Research Journal of Textile and Apparel, 12(2), 39-49.
Bhattacharjee, D., & Kothari, V. K. (2009). Heat transfer through woven textiles. International Journal of Heat and Mass Transfer, 52(7), 2155-2160.
Biddle, B. J., Bank, B. J. & Slavings, R. L. (1987). Norms, preferences, identities and retention decisions. Social Psychology Quarterly, 50, 322–337.
Bilgen, S. (2014). Structure and environmental impact of global energy consumption.Renewable and Sustainable Energy Reviews 38. 890–902.
Binswanger, M. (2001). Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect?. Ecological economics, 36(1), 119-132.
Blackler, A., Popovic, V., & Mahar, D. (2003). The nature of intuitive use of products: an experimental approach. Design Studies, 24(6), 491-506.
Blackler, A., Popovic, V., & Mahar, D. (2010). Investigating users' intuitive interaction with complex artefacts. Applied ergonomics, 41(1), 72-92.
Blevis, E. (2007). Sustainable Interaction Design: Invention & Disposal, Renewal & Reuse. CHI'07. Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems. 501-513.
Bloemendal, M., Olsthoorn, T., & Boons, F. (2014). How to achieve optimal and sustainable use of the subsurface for Aquifer Thermal Energy Storage. Energy Policy, 66, 104-114.
Bluyssen, P. M. (2009). The Indoor Environment Handbook: How to make buildings healthy and comfortable. Routledge.
Bockelandt, T. & De Mûelenaere, E. (2007). Analyse van energieprestatie en comfortniveau in rust-en verzorgingstehuizen. Masterscriptie. Universiteit Gent.
Boerstra, A.C., Loomans, M.G.L.C. & Hensen, J.L.M. (2014). Personal control over indoor climate and productivity. Conference Paper : Proceedings of Indoor Air 2014, 7-12 July 2014, Hongkong, China. 1-8.
Boerstra, A.C., Van Hoof, J. & Van Weele, A.M. (2014a). A new hybrid thermal comfort guideline for the Netherlands (ISSO 74: 2014). Proceedings of 8th Windsor Conference: Counting the cost of comfort in a changing world. Cumberland Lodge, Windsor, UK. 10-13 April 2014. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings.
Boerstra, A.C., Van Hoof, J. & Van Weele, A.M. (2015). A new hybrid thermal comfort guideline for the Netherlands: Background and Developments. Architectural Science Review. Vol. 58, No. 1, 24–34.
Bolderdijk, J.W., Steg, L., Geller, E.S., Lehman, P.K. & Postmes, T. (2012).Comparing the effectiveness of monetary versus moral motives in environmental campaigning. 9 December 2012. DOI: 10.1038/NCLIMATE1767.
Bong, J. (2013) Snowpiercer. Moho Film.
Boomkens, R. (1989). Modernisme, catastrophe en openbaarheid. Oase 24. 28-39.

Bord, R.J., O'Connor, R.E. & Fischer, A.(2000).In what sense does the public need to understand global climate change? Public Underst. Sci. 9. 205–218.
Bordass, B. (2004). Energy performance of non-domestic buildings: closing the credibility gap. In in Proceedings of the 2004 Improving Energy Efficiency of Commercial Buildings Conference.
Bordass, W., Leaman, A. & Willis, S. (1994). Control strategies for building services: the role of the user. BRE conference Buildings and the environment, May.
Borgmann, A. 1984. Technology and the Character of Contemporary Life: A Philosophical Inquiry. Chicago: University of Chicago Press.
Boundy, D. (2004). When money is the drug. In: Lane Benson A, editor. I shop, therefore I am: compulsive buying and the search for self. Maryland: Rowman & Littlefield.
Brager, G., Paliaga G. & De Dear, R. (2004). Operable windows, Personal Control and Occupant Comfort. ASHRAE Transactions 4695, RP-1161.
Brager, G., Zhang, H. & Arens, E. (2015). Evolving opportunities for providing thermal comfort. Building Research and Information, Vol. 43, No. 3, 1–14.
Brand, S. (1994). How buildings learn: What happens after they're built. Penguin.
Brekke, K.A. & Johansson-Stenman, O. (2008). The Behavioural Economics of Climate Change. School of business, economics and law, University of Gothenburg.
Brey, P. (2006). Ethical Aspects of Behavior-Steering Technology. In: Verbeek, P.P. en Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Brickman, P. & Campbell, D. T. (1971). Hedonic relativism and planning the good society. In: M.H. Appley (Ed.), Adaptation-level theory (pp. 287-302). New York: Academic Press.
Brierley, C. (1996). Acclimation: familiarization to hot humid environments, and its effects on thermal comfort requirements (Doctoral dissertation, M. Sc. thesis, Department of Human Sciences, Loughborough University, UK).
Brolin, B.C. (1979). The Failure of Modern Architecture. New York: Van Nostrand Reinhold.
Brown, Z. & Cole, R. J. (2009). Influence of occupants' knowledge on comfort expectations and behaviour. Building Research & Information, 37(3), 227-245.
Brunner, K. M., Spitzer, M., & Christanell, A. (2012). Experiencing fuel poverty. Coping strategies of low-income households in Vienna/Austria. Energy Policy, 49, 53-59.
Buenstorf, G. & Cordes, C. (2008). Can sustainable consumption be learned? A model of cultural evolution. Ecological Economics 67: 646 – 657.
Buratti, C. & Moretti, E. (2012). Experimental performance evaluation of aerogel glazing systems. Applied Energy, 97, 430-437.
Burger, J.M. & Caldwell, D.F. (2008). The Effects of Monetary Incentives and Labeling on the Foot-in-the-Door Effect: Evidence for a Self-Perception Process. Basic and Applied Social Psychology 25 (3). 235-241.
Bushnell, S.M. & Orr, F.B. (1915). District Heating - A Brief Exposition of the Development of District Heating and Its Position Among Public Utilities. Heating and ventilating magazine co.
Butala, V. & Muhič, S. 2007. Perception of air quality and the thermal environment in offices. Indoor Built Environ 16(4), 302-310.
Cabanac, M. (1971). Physiological Role of Pleasure. Science, New Series, Vol. 173, No. 4002. 1103-1107.
Cabeza, L. F., Castell, A., Barreneche, C., De Gracia, A., & Fernández, A. I. (2011).Materials used as PCM in thermal energy storage in buildings: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3), 1675-1695.
Carr, N. (2014). De Glazen Kooi. Amsterdam: Maven Publishing.
Carrico, A.R., Vandenbergh, M.P., Stern, P.C, Gardner, G.T., Dietz, T. & Gilligan, J.M.(2011.) Energy and Climate Change: Key Lessons for Implementing the Behavioral Wedge. Winter. Journal of Energy & Environmental Law. 61-67.
Carrus, G., Passafaro, P. & Bonnes, M. (2008).Emotions, habits and rational choices in ecological behaviors: The case of recycling and use of public transportation. Journal of Environmental Psychology 28. 51–62.
Cave, N. & Dominik, A. (2016). One more time with feeling. Iconoclast.
Cena, K. & De Dear, R. (2001). Thermal comfort and behavioural strategies in office buildings located in a hot-arid climate. Journal of Thermal Biology 26 .409–414.
Capitaine, L. (2008). In de ban van geluk: het maakbare geluk voor het tribunaal van de Filosofie. Universiteit van Gent.

Cater, C.I. (2007). Playing with risk? participant perceptions of risk and management implications in adventure tourism Tourism Management 27. 317–325.
CEU – Council of the European Union (1996), 1939th Council Meeting, Luxembourg, 25 June 1996.
Chaiken, S. & Baldwin, M.W. (1981). Affective-cognitive consistency and the effect of salient behavioral information on the self-perception of attitudes. Journal of Personality and Social Psychology, Vol 41(1). 1-12.
Chapman, J. (2015). Emotionally durable design: objects, experiences and empathy. Routledge.
Chapman, J. (2010). Subject/Object Relationships and Emotionally durable design, In: Cooper, T (ed). Longer Lasting Products: Alternatives to the Throwaway Society, Farnham: Gower Publishing ltd. 61-77.
Chappells, H. & Shove, E. (2003). The environment and the home. Paper for Environment and Human Behaviour Seminar 23rd June 2003, Policy Studies Institute, London.
Chappells, H. & Shove, E. (2004). Comfort: A review of philosophies and paradigms. University of Lancaster.
Chappells, H. & Shove, E. (2005). Debating the future of comfort: environmental sustainability, energy consumption and the indoor environment. Building Research & Information, 33(1), 32-40.
Chen, C., Guo, H., Liu, Y., Yue, H. & Wang, C. (2008). A new kind of phase change material (PCM) for energy-storing wallboard. Energy and Buildings,40(5), 882-890.
Chen, H., Ng, S. & Rao, A.R. (2005). Cultural Differences in Consumer Impatience. Journal of Marketing Research Vol. XLII, 291-301.
Chernyshevsky, N. & Katz, M. R. (2014). What is to be Done?. Cornell University Press.
Chirkov, V. I. & Ryan, R. M. (2001). Parent and teacher autonomy-support in Russian and U.S. adolescents: Common effects on well-being and academic motivation. Journal of Cross Cultural Psychology, 32, 618–635.
Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S. K. & Jackson, T. (2013). Turning lights into flights: Estimating direct and indirect rebound effects for UK households. Energy Policy, 55, 234-250.
Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S. K. & Jackson, T. (2014). Who rebounds most? Estimating direct and indirect rebound effects for different UK socioeconomic groups. Ecological Economics, 106, 12-32.
Cialdini, R. B. (2003). Crafting normative messages to protect the environment. Current Directions in Psychological Science, 12(4). 105-109.
Cialdini, R. B., Kallgren, C. A., & Reno, R. R. (1991). A focus theory of normative conduct: A theoretical refinement and reevaluation of the role of norms in human behavior. In: Zanna, M.P. (Ed.), Advances in experimental social psychology,Vol. 24, 201–233. San Diego, CA: Academic Press.
Coch, H. (1998). Bioclimatism in vernacular architecture. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2. 67-87.
Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Cohen, M.A. & Vandenbergh. (2008). M.P.Consumption, Happiness, and Climate Change. October RFF DP 08-39.
Cohen, R., Ruyssevelt, P., Standeven, M., Bordass, W. & Leaman, A. (1999). Building intelligence in use: lessons from the Probe project. Usable Buildings, UK.
Cohen, S., Evans, G.w., Stokols, D. & Krantz, D.S. (1986). Personal control and environmental stress. In: Cohen, S., Evans, G.W, Stokols, D & Krantz, D.S. (Eds.), Behavior, health and environment at stress. New York: Plenum.
Cole R.J., Robinson J., Brown Z. & O'Shea M. (2008). Re-contextualizing the notion of comfort. Building Research and Information 36(4), 323-336.
Compagno, A. (1995). Intelligent Glass Facades: Material. Practice, Design, Birkhauser Verlag, AG, Switzerland.
Conzola, V.C. & Wogalter, M.S. (1999). Using voice and print directives and warnings to supplement product manual instructions. International Journal of Industrial Ergonomics 23 (1999) 549—556
Cook, A. J., Kerr, G. N. & Moore, K. (2002). Attitudes and intentions towards purchasing GM food. Journal of Economic Psychology, 23, 557-572.
Cooke, A. & Fielding, K. (2009). Fun environmentalism! Potential contributions of autonomy supportive psychology to developing low carbon lifestyles in Australian households. Proceedings of the Environmental Research Event 2009, Noosa, QLD.
Cooper, J. & Fazio, R.H. (1984). A new look at dissonance theory. Advances in Experimental Social Psychology, 17, 229–266.
Cooper, T. (Ed.). (2016). Longer lasting products: alternatives to the throwaway society. Farnham: Gower Publishing ltd.
Cornelissen, G., Pandelaere, M., Warlop, L. & Dewitte, S. (2008). Positive cueing: Promoting sustainable consumer behavior by cueing common environmental behaviors as environmental. Intern. J. of Research in Marketing 25. 46–55.

Cosmides, L. & Tooby, J. (1997). Evolutionary Psychology: A Primer. Center for Evolutionary Psychology. University of California. http://www.cep.ucsb.edu/primer.html.
Coupland, A. (2011). Generatie A. Meulenhoff.
Crilly, N., Moultrie, J., & Clarkson, P. J. (2004). Seeing things: consumer response to the visual domain in product design. Design studies, 25(6), 547-577.
Crompton, T. & Kasser, T. 2010. Human Identity: A Missing Link in Environmental Campaigning. www.environmentmagazine.org. 23-33.
Csikszentmihalyi, M. & LeFevre, J. (1989). Optimal Experience in Work and Leisure. Journal of Personality and Social Psychology. Vol. 56, No. 5. 815-822.
Čubrić, I. S., Skenderi, Z., Mihelić-Bogdanić, A. & Andrassy, M. (2012). Experimental study of thermal resistance of knitted fabrics. Experimental thermal and fluid science, 38, 223-228.
Cushman, P. (1990), Why the Self Is Empty: Toward a Historically Situated Psychology. American Psychologist, 45 (5). 599–611.
Dahlin, K. B. & Behrens, D. M. (2005). When is an invention really radical?: Defining and measuring technological radicalness. Research Policy, 34(5), 717-737.
Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. Nature Climate Change 3. 52–58.
Darby, S. (2006). The effectiveness of feedback on energy consumption. A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and direct Displays, 486, 2006.
Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models.Management science, 35(8),982-1003.
De Carli, M., Olesen, B. W., Zarrella, A. & Zecchin, R. (2007). People's clothing behaviour according to external weather and indoor environment. Building and Environment, 42(12), 3965-3973.
De Dear, R. J. (2004). Thermal comfort in practice. Indoor Air 14(s7), 32-39.
De Dear, R. J. (2011). Revisiting an old hypothesis of human thermal perception: alliesthesia. Building Research & Information 39(2), 108 –117.
De Dear, R. J., Akimoto, T., Arens, E.A., Brager, G., Candido, C., Cheong, K.W.D., Li, B., Nishihara, N., Sekhar, S.C., Tanabe, S., Toftum, J., Zhang, H. & Zhu, Y. (2013). Progress In thermal comfort research over the last twenty years. Indoor Air.
De Dear, R. J. & Brager, G.S. (2002). Thermal Comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHEA Standard 55, Energy and Buildings 34, 549-561.
De Dear, R.J. Brager, G.S. and Cooper, D. (1997). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference, Final Report ASHRAE RP-884. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
De Dear, R. J., Brager, G. S., Reardon, J. & Nicol, F. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference/Discussion. ASHRAE transactions, 104, 145-167.
De Vaan, C. F. M., Wiedenhoff, F. J. M. & Hensen, J. L. M. (2009). Massa is genuanceerde ballast. Bouwen met Staal, Vol. 42, No. 211, p. 42-46.
De Vaan, C. F. M., Wiedenhoff, J., J. M. & Hensen, J. L. M. (2010). De mythe thermische massa. TVVL. Vol 39, No. 7/8. 28-31.
De Young, R. (2000). Expanding and Evaluating Motives for Environmentally Responsible Behavior. Journal of Social Issues, Vol. 56, No. 3. 509–526.
De Zwart, H. F., Stanghellini, C. & Van der Knaap, L. P. M. (2010). Hoog isolerende en lichtdoorlatende schermconfiguraties. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen.
Deci, E. L., Connell, J. P. & Ryan, R. M. (1989). Self-determination in a work organization. Journal of Applied Psychology, 74, 580-590.
Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C. & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. Journal of Personality, 62, 119–142.
Deci, E.L & Ryan, R.M. (1987). The Support of Autonomy and the Control of Behavior. Journal of Personality and Social Psychology 1987, Vol. 53, No. 6,1024-1037
Deci, E.L & Ryan, R.M. (2000). The 'What' and 'Why' of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. Psychological Inquiry. Vol. 11, No. 4. 227–268.
Deng, S., Dalibard, A., Martin, M., Dai, Y. J., Eicker, U. & Wang, R. Z. (2011). Energy supply concepts for zero energy residential buildings in humid and dry climate. Energy conversion and management, 52(6), 2455-2460.

Deuble, M. P. & De Dear, R. J. (2012). Green occupants for green buildings: the missing link?. Building and Environment, 56, 21-27.
Diamond, J. (2008, January 2). What is your consumption factor? [Opinion editorial]. *New York Times*.
Dickens, C. (1843). A Christmas Carol. London: Chapman & Hall.
Diener, E. (2009). Subjective well-being. In The science of well-being (pp. 11-58). Springer Netherlands.
Diekman, A. & Preisendörfer, P. (2003). Green and Greenback : The Behavioral Effects of Environmental Attitudes in Low-Cost and High-Cost Situations. Rationality and Society 15: 441.
Dion, K., Berscheid, E. & Walster, E. (1972). What is beautiful is good. Journal of personality and social psychology, 24(3), 285.
DiSalvo, C. (2012). Adversarial Design, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2012. p. 5.
Dobson, A. (2007). Environmental Citizenship: Towards Sustainable Development.Sustainable Development 15, 276–285.
Dodoo, A., Gustavsson, L. & Sathre, R. (2012). Effect of thermal mass on life cycle primary energy balances of a concrete-and a wood-frame building. Applied Energy, 92, 462-472.
Dostoyevsky, F. (2014). Notes from the Underground. Broadview Press.
Dorling, D., Mitchell, R., Shaw, M., Orford, S. & Davey Smith, G. (2000). The Ghost of Christmas Past: health effects of poverty in London in 1896 and 1991. BMJ : British Medical Journal, 321(7276), 1547–1551.
Dorrestijn, S. (2004). Bestaanskunst in de Technologische Cultuur. Over de ethiek van door techniek beïnvloed gedrag. Phd-Thesis Universiteit Twente.
Dorrestijn, S. (2010). Design your own life: Over ethiek en gebruisvriendelijk ontwerpen. In: Huijer, M. & Smits, M. (eds), Moralicide: Nieuwe morele vocabulaires voor technologie. Kampen: Klement. 90-104.
Douglas, M. & Isherwood, B. (1996). The World of Goods: Towards an Anthropology of Consumption, Routledge, London, UK and New York, NY.
Drake, S., De Dear, R., Alessi, A. & Deuble, M. (2010). Occupant comfort in naturally ventilated and mixed-mode spaces within air-conditioned offices. Architectural Science Review; Volume 53, Issue 3. 297-306.
Dril, A. V., Gerdes, J., Marbus, S. & Boelhouwer, M. (2013). Energie trends 2012. Policy Studies, 2012, 2011.
Druckman, A., Chitnis, M., Sorrell, S. & Jackson, T. (2011). Missing carbon reductions? Exploring rebound and backfire effects in UK households. Energy Policy, 39(6). 3572-3581.
Duffy, F. (1990). Measuring building performance. Facilities, Vol. 8 No.5. 17-20.
Duijvestein, C. (1997). Drie-stappen strategie. In: Dicke, D.W. en Haas, E.M. (eds). Praktijkboek Duurzaam bouwen. Amsterdam: WEKA Uitgeverij, 20.1-20.10.
Dunne, A. & Raby, F. (2001). Design noir: The secret life of electronic objects. Springer Science & Business Media.
Durmisevic, E. (2006). Transformable building structures: design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction. TU Delft, Delft University of Technology.
Easterlin, R. A. (1974). Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. In: David, P.A., Reder, M.W. (Eds.), Nations and Households in Economic Growth. Academic Press, New York. 89–125.
Easterlin, R. A. (1995). Will raising the incomes of all increase the happiness of all? Journal of Economic Behavior and Organization 27. 35–47.
Easterlin, R. A. (2001). Income and Happiness: Towards a Unified Theory, 111 ECON. J. 465.
Elliott, R. & Wattanasuwan, K. (1998). Brands as symbolic resources for the construction of identity. International Journal of Advertising, 17(2). 131–145.
Ellis, J. (2013). Statistiek voor de psychologie: GLM en non-parametrische toetsen [Statistics for psychology: GLM and non-parametric tests]. Amsterdam: Uitgeverij Boom.
Ellis, J. (2014). Statistiek voor de psychologie: Verdeling van een variabele, samenhang tussen twee variabelen. Amsterdam: Uitgeverij Boom.
Emmerich, R. (2004). A Day after Tomorrow. Twentieth Century Fox Film Corporation.
Eurobarometer – Climate Change (2014) uitgevoerd door TNS Opinion & Social op het verzoek van de Europese Commisie Directoraat-Generaal Climate Action.
Erb, E. (2010). Wintergefilde vom Zug aus. Meins. Berlin: Roughbooks.
Ericksen, M.K., (1997). Using self-congruity and ideal congruity to predict purchase intention: a European perspective. Journal of Euro-Marketing 6, 41–56.
Evans, J. M. (2007). The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design (Doctoral Dissertation), TU Delft, Delft University of Technology.

Evans, L., Maio, G.R., Corner, A., Hodgetts, C.J., Sameera, A. & Hahn, U. (2013). Self-interest and pro-environmental behavior. Nature Climate Change; Vol 3; February. DOI: 10.1038/NCLIMATE1662.
Faddegon, K. (2009). Psychologische verschillen in keuzegedrag. . In: Tiemeijer, W. L, Thomas, C. A. & Prast, H. M. (eds). De menselijke beslisser over de psychologie van Keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Faiers, A., Cook, M. & Neame, C. (2007). Towards a contemporary approach for understanding consumer behaviour in the context of domestic energy use. Energy Policy 35. 4381–4390.
Fanger, O. (1970). Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering, New York, McGraw Hill.
Farbotko, C. & Lazrus, H. (2012). The first climate refugees? Contesting global narratives of climate change in Tuvalu. Global Environmental Change, 22 (2). 382-390.
Feather, N. T. (1982). Expectations and actions: Expectancy-value models in psychology. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
Feather, N. T. (1995). Values, valences, and choice: The influence of values on the perceived attractiveness and choice of alternatives. Journal of Personality and Social Psychology, 68, 1135–1151.
Fehr, E. & Schmidt, K.M. (1999). A theory of fairness, competition, and cooperation. Quarterly Journal of Economics, 114. 817-868.
Fenko, A., Schifferstein, H. N. & Hekkert, P. (2010). Looking hot or feeling hot: What determines the product experience of warmth?. Materials & Design, 31(3), 1325-1331.
Ferguson, S., Siddiqi, A., Lewis, K. & De Weck, O. (2007) Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review. In: Proceedings of ASME2007 International design engineering technical conferences & computers and information in engineering conference.
Fernández-Galiano, L. (2000). Fire and Memory. MIT Press
Festinger, L. (1957). A theory of cognitive dissonance. Stanford, CA: Stanford University Press.
Field, A. (2013). Discovering statistics using SPSS statistics. London, Sage.
Fielding, K. S., McDonald, R. & Louis, W. R. (2008). Theory of planned behaviour, identity and intentions to engage in environmental activism. Journal of environmental psychology, 28(4), 318-326.
Fieldson, R. (2004). Architecture & Environmentalism: Movements & Theory in Practice. FORUM, 6(1), 20-33.
Fischer, E.M. & Knutti, R. (2015). Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. Nature Climate Change. 5, 560–564.
Fischer, J., Dyball, R., Fazey, I., Gross, C., Dovers, S., Ehrlich, P. R., ... & Borden, R. J. (2012). Human behavior and sustainability. Frontiers in Ecology and the Environment, 10(3), 153-160.
Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Reading, MA: Addison-Wesley.
Fisk, W.J. & Rosenfeld, A.H. (1998). Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. *Indoor Air*, 7(3), 158-172.
Fitch, J. M. (1972). American Building: The Environmental Forces That Shape It.Boston, Houghton Mifflin Company.
Fitch, J. M., & Branch, D. P. (1960). Primitive architecture and climate. Scientific American, 203, 134-144.
Fletcher, K., Dewberry, E. & Goggin, P. (2001). Sustainable Consumption by Design, In: Cohen, M. and Murphy, J., (eds) Exploring Sustainable Consumption: Conceptual Issues and Policy Perspectives, Elsevier.
Ford, E. R. (2003). The details of modern architecture (Vol. 2). Mit Press.
Ford, H. & Crowther, S. (2005). My life and work. Cosimo, Inc.
Fountain, M., Brager, G., & De Dear, R. (1996). Expectations of indoor climate control. Energy and Buildings, 24(3), 179-182.
Frampton, K. (2001). Moderne architectuur: een kritische geschiedenis. Boom Koninklijke Uitgevers.
Frank, R. H. (1999). Luxury fever. New York: Simon & Schuster.
Frank, R. H. (2004). How Not to Buy Happiness. Daedalus, Vol. 133, No. 2, 69-79.
Freeman, P. K. & Kunreuther, H. (2002). Environmental risk management for developing countries. The Geneva Papers on Risk and Insurance 27 (2), 196–214.
Freire-González, J. (2011). Methods to empirically estimate direct and indirect rebound effect of energy-saving technological changes in households. Ecological modelling, 223(1), 32-40.
Frey, B. S. & Meier, S. (2004). Social comparisons and pro-social behavior: Testing conditional cooperation in a field experiment. The American Economic Review 94(5), 1717-1722.
Frey, B. S. & Stutzer, A. (2002). What can economists learn from happiness research? Journal of Economic Literature, 40, 402–435.

Fricke, E. & Schulz, A. P. (2005). Design for Changeability (DfC): Principles to Enable Changes in Systems Throughout Their Entire Lifecycle. Systems Engineering, 8(4), 342-359.
Friedman, D. & Ostrov, D. N. (2008). Conspicuous consumption dynamics. Games and Economic Behavior 64, 121–145.
Frissen, V. & Van Lieshout, M. (2006). ICT in everyday life: The role of the user. In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer. 253-261.
Frontczak, M. & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Building and Environment, 46(4), 922-937.
Fuad-Luke, A. (2010). Adjusting our metabolism: Slowness and nourishing rituals of delay in anticipation of a post-consumer age. In: Cooper, T. (ed) Longer Lasting Products: Alternatives to the Throwaway Society, Farnham: Gower Publishing ltd, 133-156.
Fujii, S. (2006). Environmental concern, attitude toward frugality, and ease of behavior as determinants of pro-environmental behavior intentions. Journal of environmental psychology, 26(4), 262-268.
Galbraight, R. (2016). Het slechte pad. Boekerij.
Galinsky, A. D., Magree, J. C., Gruenfeld, D. H. & Whitson, J. A. (2008). Power Reduces the Press of the Situation: Implications for Creativity, Conformity, and Dissonance. Journal of Personality and Social Psychology. Vol. 95, No. 6, 1450–1466.
Gao, J., Yu, W. & Pan, N. (2007). Structures and properties of the goose down as a material for thermal insulation. Textile Research Journal, 77(8), 617-626.
Gardner, G.T. & Stern, P.C. (2008). The Short List: The Most Effective Actions U.S. Households Can Take to Curb Climate Change. Environment: Science and Policy for Sustainable Development. Volume 50, Issue 5, 12-25.
Gatersleben, B., White, E., Jackson, T. & Uzzell, D. (2010) Values and sustainable lifestyles, 22 Architectural Science Review, 53.
Geller, E. S., Winett, R. A. & Everett, P. B. (1982). Preserving the environment: New strategies for behavior change (Vol. 102). Pergamon Pr.
Gibson, P. & Lee, C. (2006). Application of nanofiber technology to nonwoven thermal insulation. Army soldier systems command Natick ma.
Gifford, R. (2011). The Dragons of Inaction. Psychological Barriers That Limit Climate Change Mitigation and Adaptation. American Psychological Association Vol. 66, No. 4, 290–302.
Gigerenzer, G. (2001). The Adaptive Toolbox, in: Gigerenzer, G. & Selten, R. (eds) Bounded Rationality – The Adaptive Toolbox. Cambridge: The MIT Press.
Gigerenzer, G. & Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the Fast and Frugal Way: Models of Bounded Rationality, Psychological Review, 103, 650-669.
Gigliotti, L. M. (1992). Environmental attitudes: 20 years of change? The Journal of Environmental Education, 24(1), 15–26.
Gilg, A., Barr, S. & Ford, N. (2005). Green consumption or sustainable lifestyles? Identifying the sustainable consumer. Futures, 37(6), 481-504.
Gill, Z., Tierney, M., Pegg, I. & Allan, N. (2010). Low-energy dwellings: the contribution of behaviours to actual performance. Build Res Inform; 38(5), 491-508.
Gissen, D. (2002). Big and green: toward sustainable architecture in the 21st century. Princeton Architectural Press.
Glass, D. C., Singer, J. E. & Pennebaker, J. W. (1977). Behavioral and physiological effects of uncontrollable environmental events. In: Perspectives on environment and behavior, 131-151.
Global Footprint Network. (2009). Ecological footprint standards 2009. Global Footprint Network, Oakland.
Goldsmith, R. (1960). Use of clothing records to demonstrate acclimatisation to cold in man. Journal of Applied Physiology 15(5), 776-780.
Gottmann, J. (1966). 'Why the Skyscraper?. Geographical review, 190-212.
Gottron, F. (2001). Energy efficiency and the rebound effect: does increasing efficiency decrease demand. In CRS Report for Congress, 1-4.
Gou, Z., Prasad, D. & Siu-Yu Lau, S. (2013). Are green buildings more satisfactory and comfortable? Habitat International 39, 156-161.
Gowdy, J. M. (2007). Behavioral Economics and Climate Change Policy. Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute. New York.
Grant, L. K. (2010). Sustainability: from excess to aesthetics. Behavior and Social Issues, 19, 5.

Gratia, E. & De Herde, A. (2004). Optimal operation of a south double-skin facade. Energy and Buildings, 36(1), 41-60.
Gratia, E. & De Herde, A. (2004a). Natural cooling strategies efficiency in an office building with a double-skin façade. Energy and buildings, 36(11), 1139-1152.
Greening, L. A., Greene, D. L. & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey. Energy policy, 28(6), 389-401.
Griffin, J. (1986). Well-being: Its meaning, measurement, and moral importance. Oxford, England: Clarendon
Griskevicius, V.,Tybur, J.M. & Van den Bergh, B. (2010). Going Green to Be Seen: Status, Reputation, and Conspicuous Conservation. Journal of Personality and Social Psychology, 2010, Vol. 98, No. 3, 392–404.
Grooten, M., Almond, R., & McLellan, R. (Eds.). (2012). Living planet report 2012: Biodiversity, biocapacity and better choices. World Wide Fund for Nature.
Gropius, W. (1935; 1965). The new architecture and the Bauhaus. Cambridge, MIT Press.
Grothmann, T. & Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition:The process of individual adaptation to climate change Global Environmental Change 15. 199–213.
Gruber, V. & Schlegelmilch, B.B. (2014). How Techniques of Neutralization Legitimize Norm- and Attitude-Inconsistent Consumer Behavior. J Bus Ethics. 121:29–45.
Guerra Santin, O., Itard, L. & Visscher, H. (2009). The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock. Energy and Buildings 41. 1223–1232.
Guggenheim, D. (2006). An inconveniant truth. Laurence Bender Productions.
Guillén, M. F. (2006). The Taylorized beauty of the mechanical: scientific management and the rise of modernist architecture. Princeton University Press.
Guiot, J. & Cramer, W. (2016). Climate change: The 2015 Paris Agreement thresholds and Mediterranean basin ecosystems. Science, 354(6311), 465-468.
Guy, S. & Farmer, G. (2001). Reinterpreting sustainable architecture: the place of technology. Journal of Architectural Education, 54(3), 140-148.
Guy, S., & Shove, E. (2000). The sociology of energy, buildings and the environment: Constructing knowledge, designing practice (Vol. 5). Psychology Press.
Haas, R. & Biermayr, P. (2000). The rebound effect for space heating Empirical evidence from Austria. Energy policy, 28(6), 403-410.
Hagger, M.S, Wood, C. & Stiff, C. (2010). Ego Depletion and the Strength Model of Self-Control: A Meta-Analysis, Psychological Bulletin Vol 136(4), Jul. 495-525.
Haigh D. (1981). User response in environmental control, in: Hawkes D. and Owers J. (eds), The Architecture of Energy, Construction Press, Harlow, pp 45-63.
Hamilton, C. (2010). Consumerism, self-creation and prospects for a new ecological consciousness. Journal of Cleaner Production 18. 571–575.
Hamilton, C. (2015). Requiem for a species. Why we resist the truth about Climate Change. London: Routledge.
Hand, M., Shove, E. & Southerton, D. (2005). Explaining showering: a discussion of the material, conventional, and temporal dimensions of practice. Sociological Research Online, 10(2).
Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. Science, New Series, Vol. 162, No. 3859. 1243-1248.
Harland, P., Staats, H. & Wilke, H. A. M. (2007). Situational and Personality Factors as Direct or Personal Norm Mediated Predictors of Pro-environmental Behavior: Questions Derived From Norm-activation Theory. Basic and Applied Social Psychology 29(4). 323–334.
Hasselaar, E. (2008). Health risk associated with passive houses: An exploration. Indoor Air, 17-22 August, Copenhagen, Denmark - Paper ID: 689.
Hatfield, J. & Job, R. S. (2001). Optimism bias about environmental degradation: The role of the range of impact of precautions. Journal of environmental Psychology, 21(1), 17-30.
Hawkes, D. (1982). The theoretical basis of comfort in the 'selective' control of environments Energy and Buildings 5. 127–134.
Hawkes, D. (2012), Architecture and Climate, an environmental history of British Architecture, 1600-2000. Routledge, London.
Haytink, T. G. & Valk, H. J. J. (2013). Energieneutrale toekomst voor de sociale woningbouw. Nieman, Zwolle.
Haytink, T. G. & Valk, H. J. J. (2013a). Onderzoek Woongebouwen EPC < 0,4. Nieman, Zwolle.
Healy, S., (2008). Air-conditioning and the "homogenization" of people and built environments. Building Research & Information. 36(4). 312 - 322.
Hearle, J. W. & Morton, W. E. (2008). Physical properties of textile fibres. Elsevier.

Heerwagen, J. H. (1998). Design, productivity and well-being: what are the links. In AIA Conference on Highly Effective Facilities, Cincinnati, Ohio, March. 12-14..
Heidegger, M. (1977). The Question concerning Technology and Other Essays, trans. W. Lovitt. New York: Harper & Row.
Heijs, W. M. J. (2006). Household Energy Consumption. Habitual Behavior and Technology. In: Verbeek, P. P. en Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Henderson, R. M., & Clark, K. B.. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. Administrative Science Quarterly, 35(1), 9–30.
Hendrickx, L. & Schoot Uiterkamp, A. J. M. (2006). Technology and Behavior. The Case of Passenger Transport. In: Verbeek, P.P. en Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer, 95-104.
Hens, H., Parijs, W. & Deurinck, M.(2010). Energy consumption for heating and rebound effects. Energy and Buildings 42, 105–110.
Hensen, J. L. M. (1990). Literature review on thermal comfort in transient conditions. Building and Environment, 25(4), 309-316.
Herbers, J. M. (1981). Time resources and laziness in animals. Oecologia,49(2), 252-262.
Hertwig, R & Erev, I. (2009).The description–experience gap in risky choice. Trends in cognitive science. Volume 13, Issue 12, December 2009, 517–523.
Hes, L. (2001). Fast determination of surface moisture absorptivity of smart underwear knits. In International Textile Conference.
Heschong, L. (1979), Thermal Delight in Architecture, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
Higham, J. E. S., Cohen, S. A. & Cavaliere, C. T. (2014). Climate Change, Discretionary Air Travel and the 'Flyers' Dilemma'. Journal of Travel Research Vol. 53(4), 462–475.
Hoes, P., Trcka, M., Hensen, J. L. M. & Bonnema, B. H. (2011). Investigating the potential of a novel low-energy house concept with hybrid adaptable thermal storage. Energy Conversion and Management,52(6), 2442-2447.
Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2006). Epilogue: Resilience engineering precepts. Resilience Engineering–Concepts and Precepts, Ashgate, Aldershot, 347-358.
Holmes, M. J. & Hacker, J. N. (2007). Climate change, thermal comfort and energy: Meeting the design challenges of the 21st century. Energy and Buildings, 39(7), 802-814.
Hoogers, J., Gelinck, S. & Trabsky, W. (2004). Bouwen met tijd – Een praktische verkenning naar de samenhang tussen levensduur, kenmerken en de milieubelasting van woningen. Rotterdam: SEV.
Hooper, K. (1986). Architectural design: an analogy. In: Norman, D.A., Draper, S.W. (Eds.). User Centered System Design. Londen: Lawrence Erlbaum.
Hopwood, B., Mellor, M. & O'Brien, G. (2005). Sustainable development: mapping different approaches. Sustainable development, 13(1), 38-52.
Horvath, E. P. (1997). Building-related illness and sick building syndrome: from the specific to the vague. Cleveland Clinic journal of medicine, 64(6), 303-309.
Howell, R. A. (2011). Lights, camera ... action? Altered attitudes and behaviour in response to the climate change film The Age of Stupid. Global Environmental Change, 21(1), 177-187.
Hoyt, T., Arens, E. & Zhang, H. (2014). Extending air temperature setpoints: Simulated energy savings and design considerations for new and retrofit buildings. Building and Environment. 88, 89-96.
Huizenga, C., Abbaszadeh, S., Zagreus, L. & Arens. E. (2006). Air quality and thermal Comfort in office buildings. Results of a large indoor environmental quality survey. Proceedings, Healthy Buildings 2006, Vol. III, 393-397, Lisbon, Portugal, June.
Hulme, M. (2007). Newspaper scare headlines can be counter-productive. Nature Volume 445 22 February, 818.
Humphreys, M. A. (1976). Field Studies of thermal comfort compared and applied. J. Inst. Heat. & Vent. Eng. 44, 5–27.
Humphreys, M. A. (1995). Thermal Comfort and the Habits of Hobbits, in Nicol et al.., Standards for Thermal Comfort, Spin, London.
Humphreys, M. A. (1997). An adaptive approach to thermal comfort criteria. Naturally Ventilated Buildings: Buildings for the senses, the economy and society, 129-139.

Humphreys, M. A. & Hancock, M. (2007). Do people like to feel 'neutral'?: Exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. Energy Buildings 39(7), 867-874.
Humphreys. M. A. & Nicol, J. F. (1998). Understanding the adaptive approach to thermal comfort. ASHRAE Transactions;104(1), 991-1004.
Humphreys M. A., Nicol J. F. & Raja I.A. (2007). Field studies of indoor thermal comfort And the progress of the adaptive approach. Adv Build Energy Res. 1(1), 55-88.
Humphreys, M. A., Rijal, H. B., & Nicol, J. F. (2013). Updating the adaptive relation between climate and comfort indoors; new insights and an extended database. Building and Environment, 63, 40-55.
Hurst, M., Dittmar, H., Bond, R. & Kasser, T. (2013). The relationship between materialistic values and environmental attitudes and behaviors: A meta-analysis. Journal of Environmental Psychology 36, 257-269.
IEA (2011).Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme ECBCS Annual Report 2011
Indraganti, M. (2010). Behavioural adaptation and the use of environmental controls in summer for thermal comfort in apartments in India. Energy and Buildings 42, 1019–1025.
Inglehart, R. (1977). The silent revolution: Changing values and political styles among Western publics. Princeton: Princeton University Press.
IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker, T. F., Qin, D. Plattner, G. K., Tignor, M. Allen, S.K., Boschung, J. Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
Isaac, M., & Van Vuuren, D. P. (2009). Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change. Energy policy, 37(2), 507-521.
Isen, A. M. (1993). Positive affect and decision making. In: Lewis, M. & Haviland, J.M. (eds). Handbook of Emotions, 261-277. New York: Guilford.
ISO, 1998. ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
ISSO. (2014). ISSO publicatie 74. Thermische behaaglijkheid. Eisen en achtergronden betreffende het thermisch binnenklimaat in kantoren en vergelijkbare utiliteitsbouw. Rotterdam: ISSO.
IUPS TC. (2001). Glossary of terms for thermal physiology. Third edition. Revised by The Commission for Thermal Physiology of the International Union of Physiological Sciences (IUPS Thermal Commission). The Japanese Journal of Physiology; 51, 245-80.
Iwata, O. (2001). Attitudinal determinants of environmentally responsible behavior. Social Behavior and Personality, 29, 183–190.
Jacobs, P., Van Dijken, F. & Boerstra, A. (2007). Prestatie-eisen ventilatie in klaslokalen. Beperken infectieziekten en verbeteren leerprestaties. TVVL. Juli/Augustus, 780-783.
Jackson, T. (2005). Live Better by Consuming Less? Is There a "Double Dividend" in Sustainable Consumption? Journal of Industrial Ecology. Volume 9, Number 1–2, 19-36.
Jaffari, S.D. & Matthews, B. (2009). From occupying to inhabiting – a change in conceptualizing Comfort. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 8 01.
Jain, R. K., Taylor, J. E. & Culligan, P. J. (2013). Investigating the impact eco-feedback information representation has on building occupant energy consumption behavior and savings. Energy and Buildings, 64, 408-414.
Jansen, C. & Balijon, S. (2002). How do people use instruction guides?: Confirming and disconfirming patterns of use. Document Design, 3(3), 195-204.
Jelle, B. P., Kalnæs, S. E. & Gao, T. (2015). Low-emissivity materials for building applications: a state-of-the-art review and future research perspectives. Energy and Buildings, 96, 329-356.
Jelle, B. P. (2011). Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions–Properties, requirements and possibilities. Energy and Buildings, 43(10), 2549-2563.
Jelsma, J. (1999). Philosophy meets design, or how the masses are missed (and revealed again) in environmental policy and ecodesign. Consumption, Everyday Life and Sustainability, Centre for the Study of Environmental Change, Lancaster University.
Jelsma, J. (2006). Designing 'moralized' products In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Jentsch, M. F., Bahaj, A. S. & James, P. A. (2008). Climate change future proofing of buildings—Generation and assessment of building simulation weather files. Energy and Buildings, 40(12), 2148-2168.
Jess, A. (2010). What might be the energy demand and energy mix to reconcile the world's pursuit of welfare and happiness with the necessity to preserve the integrity of the biosphere? Energy Policy 38, 4663–4678.

Jevons, W. S. (1906). The Coal Question: Can Britain Survive? first published in 1865, republished by Macmillan. London, UK.
Jones, P.T. & De Meyere, V. (2009). Terra Reversa. De transitie naar rechtvaardige duurzaamheid. Utrecht: Uitgeverij Van Arkel.
Joudi, A., Svedung, H., Bales, C. & Rönnelid, M. (2011). Highly reflective coatings for interior and exterior steel cladding and the energy efficiency of buildings. Applied energy, 88(12), 4655-4666.
Jürgenhake, B. (2016). De gevel – een intermediair element tussen buiten en binnen. Over het tonen en vertonen van het twintigste-eeuwse woongebouw in Nederland. Phd-Thesis Universiteit Delft
Kahneman, D. (2011). Ons feilbare denken. Vertaald uit het Engels door: Van Huizen, P. & De Vries, J. - Oorspronkelijke titel: Thinking, Fast and Slow; Business Contact.
Kahneman, D., Knetsch, J. L. & Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, No. 1, 193-206.
Kahneman, D. & Tversky, A. (1984). Choices, Values, and Frames. American Psychologist. Vol. 39, No. 4, 341-350.
Kaplan, S. (2000). Human Nature and Environmentally Responsible Behavior. Journal of Social Issues, Vol. 56, No. 3, 491–508.
Kaplan, H., Hill, K., Lancaster, J. & Hurtado, A. M. (2000). A Theory of Human Life History Evolution: Diet, Intelligence, and Longevity. Evolutionary Anthropology, 156-185.
Kasser, T. (2011). Cultural Values and the Well-Being of Future Generations: A Cross-National Study. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 2011 42: 206.
Kasser, T. & Sheldon, K. (2002). What makes for a Merry Christmas? Journal of Happiness Studies 3, 313–329.
Kaufmann, L. (2009). Utilities Turn Their Customers Green, With Envy, New York Times, January 31.
Kaynakli, O. (2012). A review of the economical and optimum thermal insulation thickness for building applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1), 415-425.
Keizer, K., Lindenberg, S. & Steg, L. (2013). The Importance of Demonstratively Restoring Order. PLoS ONE 8(6): e65137. doi:10.1371/journal.pone.0065137.
Kempton, W. & Lutzenheiser, L. (Eds.) (1992). Energy and Buildings 18 (3–4), 171–176.
Khan, U. & Dhar, R.(2007). Where There Is a Way, Is There a Will? The Effect of Future Choices on Self-Control. Journal of Experimental Psychology: Vol. 136, No. 2, 277–288.
Khaslavsky, J., & Shedroff, N. (1999). Understanding the seductive experience. Communications of the ACM, 42(5), 45-49.
Khazzoom, J. D. (1980). Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. The Energy Journal, 1(4), 21-40.
Kibert, C. J. & Grosskopf, K. (2006). Radical sustainable construction: envisioning next-generation green buildings. Rethinking Sustainable Construction 2006 (RSC06), Sarasota, Florida, USA, 19-22 September.
Kim, M. J., Cho, M. E. & Kim, J. T. (2013). Energy use of households in apartment complexes with different service life. Energy and Buildings, 66, 591-598.
Kingma, B. & Van Marken Lichtenbelt, M. (2015). Energy consumption in buildings and female thermal demand Nature Climate Change 5, 1054–1056.
Klemperer, P. (1987). Markets with consumer switching costs. The quarterly journal of economics, 375-394.
Klucharev, V. & Smidts, A. (2009). Zit irrationaliteit in de aard van de mens? De neurobiologie van besluitvorming. In: Tiemeijer, W.L., Thomas, C.A. & Prast, H.M. (eds) De menselijke beslisser over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Knight, K. W. & Rosa, E. A. (2011). The environmental efficiency of well-being: A cross-national analysis. Social Science Research, 40(3), 931-949.
KNMI. (2014). KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt.
Koens, J. F. & Groeneveld, P. (2006). Kwantitatieve evaluatie van de actie 'Meten is weten'. Internal report. Milieu Centraal.
Kollmuss, A. & Agyeman, J. 2002. Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? Environmental Education Research, Vol. 8, No. 3, 239-260.
Korjenic, A., Petránek, V., Zach, J. & Hroudová, J. (2011). Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. Energy and Buildings, 43(9), 2518-2523.
Krippendorff, K. (1989). On the Essential Contexts of Artifacts or on the Proposition that Design is Making Sense (of Things). Design Issues 5, MIT-Press. no. 2, 9–38.

Kuklane, K., Gao, C., Holmér, I., Giedraitytė, L., Bröde, P., Candas, V., ... & Havenith, G. (2007). Calculation of clothing insulation by serial and parallel methods: effects on clothing choice by IREQ and thermal responses in the cold. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 13(2), 103-116.
Kumar Mishra, A. & Ramgopal, M. (2013). Field studies on human thermal comfort: An overview. Building and Environment 64, 94-106.
Kuno, S. (1995). Comfort and pleasantness. In Pan Pacific Symposium on Building and Urban Environmental Conditioning in Asia, Volume 2, Part 2, 383-392. Nagoya, Japan.
Kurvers, S. R., Raue, A. K., Van den Ham, E. R., Leyten, J. L, Juricic, S. M. M. (2013). Robust Climate Design Combines Energy Efficiency with Occupant Health and Comfort. ASHRAE IAQ 2013 Proceedings: Environmental Health in Low Energy Buildings.
Kurvers, S. R., Van der Linden, A., Boerstra, A. & Raue, A. (2005). Adaptieve Temperatuurgrenswaarden ATG). ISSO 74: een nieuwe richtlijn voor de beoordeling van het thermisch binnenklimaat. Deel 1: Theoretische achtergronden.
Kwahk, J. & Han, S. H. (2002). A methodology for evaluating the usability of audiovisual consumer electronic products. Applied ergonomics, 33(5), 419-431.
Kwok, A. (2000), 'Thermal boredom', 17th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Cambridge, UK.
Kwok, A. G. & Rajkovich, N. B. (2010). Addressing climate change in comfort standards. Building and Environment, 45(1), 18-22.
Kwon, J. & Choi, J. (2012). The relationship between environmental temperature and clothing insulation across a year. International journal of biometeorology, 56(5), 887-893.
Kymäläinen, H. R. & Sjöberg, A. M. (2008). Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations. Building and environment, 43(7), 1261-1269.
Lanzini, P. & Thøgersen, J. (2014). Behavioural spillover in the environmental domain: An intervention study. Journal of Environmental Psychology 40, 381-390.
Latour, B. (1997). De Berlijnse sleutel: En andere lessen van een liefhebber van wetenschap en techniek. Amsterdam: Van Gennep.
Latour, B. (2002), Moraal en technologie: Het einde van de middelen. Krisis. Tijdschrift voor empirische filosofie. 3/3, 3-17.
Laurent, M. H., Allibe, B., Oreszczyn, T., Hamilton, I., Galvin, R. & Tigchelaar, C. (2013). Back to reality: How domestic energy efficiency policies in four European countries can be improved by using empirical data instead of normative calculation.
Layard, R. (2005). Happiness. Lessons from a new science. New York: Penguin Press.
Leaman, A. & Bordass, B. (1999). Productivity in buildings: the killer variables. Building Research & Information. 27 (1), 4-19.
Leaman, A. & Bordass, B. (2001). Assessing building performance in use 4: the Probe occupant surveys and their implications. Building Research & Information Volume 29, Issue 2, 129-143.
Leaman, A. & Bordass, B. (2007). Are users more tolerant of 'green' buildings? Building Research & Information 35 (6), 662-673.
Le Corbusier (1931). Towards a new architecture. Courier Corporation.
LeCuyer, A. (2008). ETFE: technology and design. Berlin: Birkhäuser Verlag AG.
Lee, R. (2011). The outlook for population growth. Science, 333(6042), 569-573.
Lee, W.L. & Yik, F.W.K. (2004). Regulatory and voluntary approaches for enhancing building energy efficiency. Progress in Energy and Combustion Science 30, 477–499.
Leijten, J. L. & Kurvers, S. R. (2006). Robustness of buildings and HVAC systems as a hypothetical construct explaining differences in building related health and comfort symptoms and complaint rates. Energy and Buildings 38, 701–707.
Leijten, J.L. & Kurvers, S. R. (2009).Binnenklimaat in kantoorgebouwen – Onderzoek naar klachten. Praktijkgids Arbeidshygiene, Kluwer.
Leiserowitz, A. A. (2007). Before and after the day after tomorrow: a U.S. study of climate change risk perception, Environment 46 (9), 22–37.
Lennon, J. & McCartney, P. (1966). Tomorrow Never Knows. Revolver. EMI.
Levin, I. P., Schreiber, J., Lauriola, M. & Gaeth, G.J. (2002). A Tale of Two Pizzas: Building up from a Basic Product versus Scaling down from a Fully-Loaded Product Marketing Letters, Vol. 13, 335-344

Levine, M., Ürge-Vorsatz, D., Blok, K., Geng, L., Harvey, D., Lang, S., Levermore, G., Mehlwana, A. M., Mirasgedis, S., Novikova, A., Rilling, J. & Yoshino, H. (2007). Residential and commercial buildings, In: Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R. & Meyer, L. A. (eds) Climate Change 2007: Mitigation, Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.
Levy, B. R., & Myers, L. M. (2005). Relationship between respiratory mortality and self-perceptions of aging. Psychology & Health, 20(5), 553-564.
Lewin, K. (1952). Constructs in field theory [1944]. In D. Cartwright (Ed.), Field theory in social science: Selected theoretical papers by Kurt Lewin (pp. 30–42). London: Tavistock.
Lewis, M.J., Watson, B., White, K.M. & Tay, R. (2007) Promoting Public Health Messages: Should We Move Beyond Fear-Evoking Appeals in Road Safety, Qualitative Health Research 17, 1, 61-74.
Li, D. H., Yang, L., & Lam, J. C. (2013). Zero energy buildings and sustainable development implications–a review. Energy, 54, 1-10.
Li, Y. (2001). The science of clothing comfort. Textile progress, 31(1-2), 1-135.
Lichtenberg, J. J. N. (2005). Slimbouwen. Aeneas, 164.
Lichtenberg, J. J. N., Ham, M. & Hensen, J. L. M. (2012). House of tomorrow today. Presentatie Eindhoven.
Lieten, S. (2012). Literatuurstudie Meer met Bodemenergie (Literature with Soil Energy). Overzicht van kennis en onderzoeksvragen rondom warmte-en koudeopslag (Overview of knowledge and research about thermal storage).
Lilley, D., Lofthouse, V. & Bhamra, T. (2005). Towards Instinctive Sustainable Product Use, Department of Design and Technology, Loughborough University, UK. In 2nd International Conference: Sustainability Creating the Culture.
Lin, J. C. H. (2005). The Practice of Designing Operable Windows in Office Buildings. M.S. Thesis. Department of Architecture, University of California Berkeley Berkeley, Calif.
Lindén, A. L., Carlsson-Kanyama, A. & Eriksson, B. (2006). Efficient and inefficient aspects of residential energy behaviour: What are the policy instruments for change? Energy policy, 34(14), 1918-1927.
Lindenberg, S. M. (2000). It takes both trust and lack of mistrust: the workings of cooperation and relational signaling in contractual relationships. Journal of Management and Governance, 4, 11-33.
Lindenberg, S. M. (2001) Intrinsic Motivation in a new Light. Kyklos. Volume 54. Fasc 2/3, 317-342.
Lindenberg S. M. (2012) How cues in the environment affect normative behavior. In: Steg, L., Van den Berg, A.E. & De Groot, J.I.M. (eds): Environmental Psychology: An Introduction. (Wiley, New York), 119–128.
Lindenberg, S. M. & Steg, L. (2007). Normative, Gain and Hedonic Goal Frames Guiding Environmental Behavior. Journal of Social Issues, Vol. 63, No. 1, 117—137.
Lindenberg, S. M. & Stapel, D. (2009). Cue-power: gedragssturing via de omgeving. In: Tiemeijer, W. L, Thomas, C. A. & Prast, H. M. (eds). De menselijke beslisser over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Lindenberg, S. M. & Steg, L. (2013). Goal-Framing-Theory and Norm-Guided Environmental Behavior. In: H. van Trijp (eds). Encouraging Sustainable Behavior, 37-54. New York: Psychology Press.
Linder, S. (1970). The harried leisure class. New York: Columbia University Press
Liu, J., Yao, R. & McCloy, R. (2012). A method to weight three categories of adaptive thermal comfort. Energy and Buildings, 47, 312-320.
Liu, W. & Aaker, J. (2007). Do you look to the future or focus on today? The impact of life experience on intertemporal decisions. Organizational Behavior and Human Decision Processes 102, 212–225.
Lloyd, P. (2009). Ethical imagination and design. Design Studies, 30(2), 154-168.
Lockton, D., Harrison, D. & Stanton, N. (2008). Making the user more efficient: Design for sustainable behaviour. International journal of sustainable engineering, 1(1), 3-8.
Loewenstein, G. (1987). Anticipation and the valuation of delayed consumption. Economic Journal, 97, 666–684.
Loonen, R. R. (2010). Climate adaptive building shells: What can we simulate? Masterthesis TU Eindhoven.
Loonen, R. C. G. M., Trčka, M., Cóstola, D. & Hensen, J. L. M. (2013). Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews 25, 483–493.
Lopes, M. A. R., Antunes, C. H. & Martins, N. (2012). Energy behaviours as promoters of energy efficiency: A 21st century review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, 4095– 4104.
Lorenzoni, I., Jones, M. & Turnpenny, J. (2006). Climate change, human genetics and postnormality in the UK. Futures, 39, 65-82.

Lorenzoni, I., Nicholson-Cole, S. & Whitmarsh, L. (2007). Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. Global Environmental Change 17, 445–459.
Lysen, E. H. (1996). The Trias Energica: solar energy strategies for developing countries. In: Proceedings of the Eurosun Conference.
Lyubomirsky, S., Sheldon, K.M. & Schkade, D. (2005). Pursuing Happiness: The Architecture of Sustainable Change. Review of General Psychology Copyright 2005 by the Educational Publishing Foundation, Vol. 9, No. 2, 111–131.
Mahon, B. Z. & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. Journal of physiology-Paris, 102(1), 59-70.
Mainini, A. G., Poli, T., Paolini, R., Zinzi, M. & Vercesi, L. (2014). Transparent multilayer EFTE-panels for building envelope: thermal transmittance evaluation and assessment of optical and solar performance decay due to soiling. Energy Procedia, 48, 1302-1310.
Majcen, D., Itard, L. C. M. & Visscher, H. (2013). Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications. Energy policy, 54, 125-136.
Majumdar, A., Mukhopadhyay, S. & Yadav, R. (2010). Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. International Journal of Thermal Sciences, 49(10), 2042-2048.
Manz, H. & Menti, U. P. (2012). Energy performance of glazings in European climates. Renewable Energy, 37(1), 226-232.
Martijn, C., Alberts, H. J. E. M., Merckelbach, H., Havermans, R., Huijts, A. & De Vries, N.K. (2007). Overcoming ego depletion: The influence of exemplar priming on self- control performance Eur. J. Soc. Psychol. 37. 231–238.
Matthey, A. (2010) Less is more: the influence of aspirations and priming on well-being. Journal of Cleaner Production 18, 567–570.
Matthews, F. (2009, February 10). Sydney Morning Herald.
Matusiak, M. (2006). Investigation of the thermal insulation properties of multilayer textiles. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 14(5), 98-102.
Maynard, M. (2007). Say 'hybrid' and many people will hear 'Prius'. The New York Times.
Max-Neef, M. (1995). Economic growth and quality of life: a threshold hypothesis. Ecological economics, 15(2), 115-118.
McIntyre, D. (1980). Indoor Climate, London: Applied Science Publishers, 154.
McLeod, R. S., Hopfe, C. J. & Kwan, A. (2013). An investigation into future performance and overheating risks in Passivhaus dwellings. Building and Environment, 70, 189-209.
Meadows, D. (1972). The Limits to Growth. New York: MIT.
Meinshausen, M. (2005). On the risk of overshooting 2°C. Paper presented at Scientific Symposium 'Avoiding Dangerous Climate Change'. MetOffice, Exeter, 1-3 February.
Meir, I. A. & Roaf, S. C. (2005). The future of the vernacular: Towards new methodologies for the understanding and optimization of the performance of vernacular buildings. In: Asquith, L. & Vellinga, M. (Eds.). Vernacular architecture in the 21st century: Theory, education and practice. Taylor & Francis.
Melet, E. (1994). Het doseren van informatie – recent werk van cepezed. De Architect, juni.
Melet, E. (1999). Duurzame Architectuur. Rotterdam: NAi-uitgevers.
Mendell, M. J. & Smith A. H. (1990). Consistent pattern of elevated symptoms in air-conditioned office buildings: a re-analysis of epidemiological studies, American journal of public health, Vol. 80, No.10, 1193-1199.
Merritt, A. C., Effron, D. A. & Monin, B. (2010). Moral self-licensing: When being good frees us to be bad. Social and personality psychology compass, 4(5), 344-357.
Metcalfe, J. & Mischel, W. (1999). A hot/cool-system analysis of delay of gratification: dynamics of willpower. Psychological review, 106(1), 3.
Midden, C. J. H. (2006). Sustainable Technology or Sustainable Users. In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer, 191-200.
Midden, C. J. H., Kaiser, F. G. & McCalley, L. T. (2007). Technology's Four Roles in Understanding Individuals' Conservation of Natural Resources. Journal of Social Issues, Vol. 63, No. 1, 155—174.
Midden, C. J. H., McCalley, L. T., Ham, J., Zaalberg, R. (2008). Using persuasive technology to encourage sustainable behavior. Sustainability WS Pervasive.
Miller, G. (2000). De Parende Geest. Amsterdam: Atlas Contact Olympus.

Miller, G. (2009). Darwin en de Consument. Amsterdam: Atlas Contact Uitgeverij.
Miller, G. (2015). Mad Max – Fury Road. Warner Bros. Pictures.
Miodownic, M. (2009). Is the instruction manual heading for distinction? The Guardian, Woensdag 19 Augustus.
Mischel, W. (2015). De Marshmallow-test. Verbeter je zelfbeheersing. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.
Mischel, W., Grusec, J. & Masters, J. C. (1969). Effects of expected delay time on the subjective value of rewards and punishments. Journal of Personality and Social Psychology, 11, 363-373.
Molin, A., Rohdin, P. & Moshfegh, B. (2011). Investigation of energy performance of newly built low-energy buildings in Sweden. Energy and Buildings, 43(10), 2822-2831.
Mogilner, C. & Aaker, J. (2009). 'The Time vs. Money Effect': Shifting Product Attitudes and Decisions through Personal Connection. Journal of Consumer Research. Vol. 36, 277-291.
Mont, O. & Plepys, A. (2008). Sustainable consumption progress: should we be proud or alarmed?. Journal of Cleaner Production, 16(4), 531-537.
Montaigne, M. (1993). Essais, Vol. 1, trans. M.A. Screech. Harmondsworth: Penguin.
Moore, F. (1993). Environmental control systems: Heating, cooling, lighting. New York, NY: McGraw-Hill.
Morewedge, C. K., Shu, L. L., Gilbert, D. T., Wilson, T. D. (2009).Bad riddance or good rubbish? Ownership and not loss aversion causes the endowment effect. Journal of Experimental Social Psychology 45, 947–951.
Morgan, C. & De Dear, R.J. (2003). Wheater, clothing and thermal adaptation to indoor climate. Climate research. Vol. 24, 267-284.
Morton, T. A., Rabinovich, A., Marshall, D. & Bretschneider, P. (2011). The future that may (or may not) come: How framing changes responses to uncertainty in climate change communications. Global Environmental Change 21, 103–109.
Moser, S. C. & Dilling, L. (2004). Making climate hot. Environment, 34, 32-46.
Mrkonjic, K. (2006). Autonomous Lightweight Houses: Learning from Yurts. PLEA2006 – The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September.
Mugge, R. & Schoormans, J. P. (2012). Product design and apparent usability. The influence of novelty in product appearance. Applied ergonomics, 43(6), 1081-1088.
Muis, H. (2006). Eternally Yours. Some Theory and Practice on Cultural Sustainable Product. In: Verbeek, P. P. en Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer, 277-292.
Murphy, D. (2012). The architecture of failure. John Hunt Publishing.
Murray, S. C. (2009). Contemporary curtain wall architecture. Princeton Architectural Press.
National Intelligence Council (US). (2008). Global trends 2025: a transformed world. National Intelligence Council.
Naticchia, B. & Carbonari, A. (2007). Feasibility analysis of an active technology to improve acoustic comfort in buildings. Building and Environment, 42(7), 2785-2796.
Newsham, G. (1997). Clothing as a thermal moderator and the effect on energy consumption. Energy Buildings 26, 283–291.
Nicol, J. F. & Humphreys, M. A. (1973), Thermal comfort as part of a self-regulating system. Building Research and Practice (J. CIB) 6(3), 191-197.
Nicol, F. J. & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. Energy and Buildings 34, 563–572.
Nicol, J. F., Raja, I. A., Allaudin, A. & Jamy, G. N. (1999). Climatic variations in Comfortable temperatures: the Pakistan projects. Energy and Buildings 30, 261-279.
Nicol, J. F. & Wilson, M. (2010). An overview of the European Standard EN 15251. In: Proceedings of Conference: Adapting to Change: New Thinking on Comfort. Cumberland Lodge, Windsor, UK, 9-11.
Niculin, N. A. (1982). The evolution of the relationship between energy consumption and the architecture of the high rise office building (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
Niinimäki, K. & Hassi, L. (2011). Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing. Journal of Cleaner Production, 19(16), 1876-1883.
NIOSH. (1999). Stress…at work. Publication No. 99-101. Cincinnati, Ohio, National Institute of Occupational Safety and Health.
Noël, B., van de Berg, W. J., Lhermitte, S., Wouters, B., Machguth, H., Howat, I., ... & van den Broeke, M. R. (2017). A tipping point in refreezing accelerates mass loss of Greenland's glaciers and ice caps. Nature Communications, 8.

Norman, D. A. (2004). Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books.
Norman, D. A. & Verganti, R. (2014). Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change. Design Issues: Volume 30, Number 1 Winter, MIT Press.
Norton, M. I., Mochon, D. & Ariely, D. (2011). The'IKEA effect': When labor leads to love. Harvard Business School Marketing Unit Working Paper, 11-091.
Nyborg, K., Howarth, R. B. & Brekke, K.A. (2006). Green consumers and public policy: On socially contingent moral motivation. Resource and Energy Economics 28, 351–366.
O'hern, M. & Rindfleisch, A. (2010). Customer co-creation. Review of marketing research, 6, 84-106.
Olgyay, V. (2015). Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton New Jersey: Princeton University Press.
Olesen, B. W. & Parsons, K. C. (2002). Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730; Energy and Buildings 34, 537-548.
Olewnik, A., Brauen, T., Ferguson, S. & Lewis, K. (2003).A Framework for Flexible Systems and Its Implementation in Multi-attribute Decision Making. ASME Journal of Mechanical Design, 126(3), 412-419.
Oliver J. G. J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M. & Peters J. A. H. W. (2013). Trends in global CO_2 emissions; 2013 Report, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency; Ispra: Joint Research Centre.
Oliver, P. (Ed.). (1969). Shelter and society. Barrie & Rockliff the Cresset P., O'Neill, S. & Nicholson-Cole, S. (2009). Fear won't do it. Promoting Positive Engagement With Climate Change Through Visual and Iconic Representations. Science Communication Volume 30 Number 3 March, 355-379.
Onwezen, M. C., Antonides, G., & Bartels, J. (2013). The Norm Activation Model: An exploration of the functions of anticipated pride and guilt in pro-environmental behaviour. Journal of Economic Psychology, 39, 141-153.
Oosterhuis, F., Bouma, J. & Hanemaaijer, A. (2013). Het reboundeffect bij resource efficiency. Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam.
Opotow, S. & Weiss, L. (2000). Denial and the process of moral exclusion in environmental conflict. Journal of Social Issues, 56, 475–490.
Oreskes, N. & Conway, E.W. (2014) The Collapse of Western Civilization A View from the Future. New York: Columbia University Press.
Ornstein, R. & Ehrlich, P. (1989). New world, new mind: Moving toward conscious evolution. New York, NY: Touchstone.
Oseland, N. A. & Humphreys, M. A. (1994). Trends in thermal comfort research. Building Research Establishment.
Oseland, N. A., Humphreys, M. A, Nicol, J. F., Baker, N. V. & Parsons, K. C. (1998). Building design and management for thermal comfort, BRE Client Report CR 203.
Overbeeke, K. C. & Wensveen, S. S. (2003). From perception to experience, from affordances to irresistibles. In: Proceedings of the 2003 international conference on Designing pleasurable products and interfaces, 92-97.
Özdil, N., Marmaralı, A. & Kretzschmar, S. D. (2007). Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics. International journal of Thermal sciences, 46(12), 1318-1322.
Paciuk, M. (1990). The role of personal control of the environment in thermal comfort and satisfaction at the workplace. In: Coming of age. EDRA 21/1990. In: Selby, R.I., Anthony, K. H., Choi, J. & Orland, B. (eds). Oklahoma City, OK, US: Environmental Design Research Association, xviii.372, 303-312.
Parija, S. & Shukla, A. (2013). Essence of Locus of Control and Loneliness on Online Flow, Depression, Subjective Happiness and Satisfaction with Life. American Journal of Applied Psychology. Vol. 2, No. 5, 2013, 52-58.
Parkinson, T. & De Dear, R. J. (2015). Thermal pleasure in built environments: physiology of alliesthesia. Building Research & Information, 43(3).
Parkinson, T. & De Dear, R. J. (2015a). Thermal pleasure in built environments: spatial alliesthesia from contact heating. Building Research & Information, 44 (3).
Parkinson, T., De Dear, R. J. & Candido, C. (2015). Thermal pleasure in built environments: alliesthesia in different thermoregulatory zones. Building Research & Information, 44 (1).
Parsons, K. C. (2002). The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort. Energy and Buildings, 34(6), 593-599.
Parsons, K. C. (2003). Human thermal environments. The effects of hot, moderate, and cold environment on human health, comfort and performance; Taylor & Francis, London.

Pehnt, M. (2006). Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies. Renewable energy, 31(1), 55-71.
Pejtersen, J., Allermann, L., Kristensen, T. S. & Poulsen, O. M. (2006). Indoor climate, psychosocial work environment and symptoms in open-plan offices. Indoor Air, 16(5), 392-401.
Pelletier, L. G., Tuson, K. M., Green-Demers, I., Noels, K. & Beaton. A. M. (1998). Why Are You Doing Things for the Environment? The Motivation Toward the Environment Scale (MTES). Journal of Applied Social Psychology, 1998, 28, 5, 437-468.
Penn, D. J. (2003). The evolutionary roots of our environmental problems: Toward a darwinian ecology. The Quarterly Review of Biology, September 2003, Vol. 78, No. 3.
Perlaviciute, G. & Steg, L. (2012). Quality of life in residential environments. Psyecology: October.
Piacentini, M. & Mailer, G. (2004). Symbolic consumption in teenagers' clothing choices. Journal of Consumer Behaviour Vol. 3, 3, 251–262.
Pierce, J. L., Kostova, T. & Dirks, K. T. (2003). The state of psychological ownership: Integrating and extending a century of research. Review of General Psychology, Vol 7(1), Mar 2003, 84-107.
Planbureau voor de Leefomgeving. (2012). Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
Poirazis, H., Kragh, M. & Hogg, C. (2009, July). Energy modelling of ETFE membranes in building applications. In 11th International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland.
Pomianowski, M., Heiselberg, P. & Zhang, Y. (2013). Review of thermal energy storage technologies based on PCM application in buildings. Energy and Buildings, 67, 56-69.
Potter, J. & Prast, H. (2009). Gedragseconomie in de praktijk. In: Tiemeijer, W. L, Thomas, C. A. & Prast, H. M. (eds). De menselijke beslisser over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Prahalad, C. K. & Ramaswamy, V. (2004). Co-creating unique value with customers. Strategy & leadership, 32(3), 4-9.
Principi, P. & Fioretti, R. (2012). Thermal analysis of the application of PCM and low emissivity coating in hollow bricks. Energy and Buildings, 51, 131-142.
Prins, G. (1992). On condis and coolth. Energy and Buildings 18, 251-258.
Psikuta, A., Richards, M. & Fiala, D. (2008, September). Single-and multi-sector thermophysiological human simulators for clothing research. In: Proceedings of the 7th International Thermal Manikin and Modeling Meeting (7I3M), Coimbra, Portugal.
Rajan P. K., Wie, M. V., Campbell, M. I., Wood, K. L. & Otto, K. N. (2005). An Empirical Foundation for Product Flexibility. Design Studies, 26(4), 405-438.
Rasmussen, J. (1993). Deciding and doing: decision making in natural contexts. In: Klein, G.A. (ed.) Decision Making in Action: Models and Methods, Ablex, Norwood, NJ, 159– 171
Raw, G. J., Roys, M. S. & Leaman, A. (1993). Sick building syndrome, productivity and control. Property Journal, August.
Redström, J. (2006, May). Persuasive design: Fringes and foundations. In: International Conference on Persuasive Technology. Springer Berlin Heidelberg, 112-122.
Reed, A. (2004). Activating the Seif-Importance of Consumer Selves: Exploring identity Salience Effects on Judgments. Journal of Consumer Research, 286-295.
Reynolds, K. & Costner, K. (1995). Waterworld. Universal Pictures.
Rijnja, G., Seydel, E. & Zuure, J. (2009). Communiceren vanuit de context: naar effectievere overheidscommunicatie. Tiemeijer, W. L, Thomas, C. A. & Prast, H. M. (eds). De menselijke beslisser-over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Roaf, S. (2005). Air-conditioning avoidance: lessons from the windcatchers of Iran. In: International Conference 'Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment'. Santorini, Greece.
Roaf, S., Crichton, D. & Nicol, F. (2009). Adapting buildings and cities for climate change: a 21st century survival guide. London: Routledge.
Robbins, J. (2006, June). Technology and the gene for minimizing effort. In 2006 IEEE International Symposium on Technology and Society. IEEE, 1-9
Robinson, L., Marshall, G. & Stamps, M. (2005). Sales force use of technology: antecedents to technology acceptance. Journal of business research, 58, 1623-1631.
Robinson, J. (2004). Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. Ecological Economics 48, 369– 384.

Robinson-Gayle, S., Kolokotroni, M., Cripps, A. & Tanno, S. (2001). ETFE foil cushions in roofs and atria. Construction and Building Materials, 15(7), 323-327.
Roch, S.R. & Samuelson, C.D. (1997). Effects of Environmental Uncertainty and Social Value Orientation in Resource Dilemmas. Organization behavior and human decision Processes. Vol. 70, No. 3, June, 221–235.
Rogers, E.M. (1995). Diffusion of innovations (4th Ed.). New York: Free Press.
Rogers, E.M. (2002). Diffusion of preventive innovations. Addictive Behaviors. Volume 27, Issue 6, 847-1048.
Rohles, F. & McCullough, E. (1981). Clothing as a key to energy conservation. Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development, 20(1), 18-23.
Rooden, M. J. & Kanis, H. (2000). Anticipation of usability problems by practitioners. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 44, No. 38). SAGE Publications, 941-944.
Ross, A. M., Rhodes, D. H. & Hastings, D. E. (2008).Defining Changeability: Reconciling Flexibility, Adaptability, Scalability, Modifiability, and Robustness for Maintaining System Lifecycle Value. Systems Engineering.
Rotmans, J., Grosskurth, J., Van Asselt M. & Loorbach, D. (2001). Duurzame ontwikkeling: Van concept naar uitvoering. Maastricht: ICIS.
Rotmans, J. & Horsten, H. (2012). In het oog van de orkaan: Nederland in transitie. Den Bosch: Aeneas.
Rozin, P., Guillot, L., Fincher, K., Rozin, A. & Tsukayama, E. (2013). Glad to be sad, and other examples of benign masochism. Judgment and Decision Making, Vol. 8, No. 4, 439–447.
Rucker, D. D. & Galinsky, A.D. (2008) Desire to Acquire: Powerlessness and Compensatory Consumption. Journal of Consumer Research. Vol. 35.
Rucker, D. D. & Galinsky, A.D. (2009). Conspicuous consumption versus utilitarian ideals: How different levels of power shape consumer behavior. Journal of Experimental Social Psychology 45, 549–555.
Ruiter, R. A. C., Verplanken, B., De Cremer, D. & Kok, G. (2004). Danger and Fear Control in Response to Fear Appeals: The Role of Need for Cognition. Basic and Applied Social Psychology 26 (2004), 13-24.
RVO (2014). Technieken voor een energieneutale woning. RVO. Utrecht.
Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2002). Overview of Self-Determination Theory. An organismic dialectical perspective. In: Ryan, R. M. & Deci. E. L. (eds). Handbook of Self-Determination Research. The University of Rochester Press, 3-34.
Sachs, W. (1993). Global ecology and the shadow of development. In: Sachs. W. (ed) Global ecology. Atlantic Highlands: Zed.
Saelens, D., Carmeliet, J. & Hens, H. (2003). Energy performance assessment of multiple-skin facades. HVAC&R Research, 9(2), 167-185.
Saelens, D., Roels, S. & Hens, H. (2008). Strategies to improve the energy performance of multiple-skin facades. Building and Environment, 43(4), 638-650.
Samuelson, W. & Zeckhauser, R. (1988). Status Quo Bias in Decision. Making Journal of Risk and Uncertainty, 1, 7-59.
Sanders, E. B. N. & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. Co-design, 4(1), 5-18.
Sanne, C. (2002). Willing consumers—or locked-in? Policies for a sustainable consumption. Ecological Economics 42, 273–287.
Sassi, P. (2006). Strategies for Sustainable Architecture. New York: Taylor & Francis.
Sauter, S. (1999). Stress at work. National Institute for Occupational Safety and Health.
Schacher, L., Adolphe, D. C. & Drean, J. Y. (2000). Comparison between thermal insulation and thermal properties of classical and microfibres polyester fabrics. International Journal of Clothing Science and Technology,12(2), 84-95.
Schellen, L., Van Marken Lichtenbelt, W. D., Loomans, M. G. L. C., Toftum, J. & De Wit, M. H. (2010). Differences between young adults and elderly in thermal comfort,productivity, and thermal physiology in response to a moderate temperature drift and a steady-state condition. Indoor Air, 20, 273–283.
Schiavon, S. & Lee, K. H. (2012, December). Predictive clothing insulation model based on outdoor air and indoor operative temperatures. In Proceedings of 7th Windsor Conference: The changing context of comfort in an unpredictable world (Vol. 1, No. 1). Network for Comfort and Energy Use in Buildings.
Schlader, Z. (2014) The relative overlooking of human behavioral temperature regulation: An issue worth resolving. Temperature, 1:1, 20-21.
Schlader, Z., Perry, B., Jusoh, M., Hodges, L., Stannard, S. & Mündel, T. (2013). Human temperature regulation when given the opportunity to behave. European Journal Of Applied Physiology [serial online]. May 2013;113(5), 1291-1301.

Schoenmakers, W. & Duysters, G. (2010). The technological origins of radical inventions. Research Policy, 39(8), 1051-1059.
Schumpeter, J. (1942). Creative destruction. Capitalism, socialism and democracy, 82-5.
Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structures of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In Zanna, M. (Ed.), Advances in experimental psychology. Vol. 25. 1-65. Orlando, FL: Academic Press.
Schweiker, M., Brasche, S., Bischof, W., Hawighorst, M., Voss, K. & Wagner, A. (2012). Development and validation of a methodology to challenge the adaptive comfort model. Building and Environment 49, 336-347.
Schweiker, M., Brasche, S., Bischof, W., Hawighorst, M. & Wagner, A. (2013). Explaining the individual processes leading to adaptive comfort: Exploring physiological, behavioural and psychological reactions to thermal stimuli. Journal of Building Physics April. Vol. 36 no. 4, 438-463.
Scofield, J. H. (2009). Do LEED-certified buildings save energy? Not really…. Energy and Buildings, 41(12), 1386-1390.
Scollon, C. N. & King, L. A. (2004). Is the good life the easy life?. Social Indicators Research, 68(2), 127-162.
Scott, K., Bakker, C. & Quist, J. (2012). Designing change by living change. Design Studies, 33(3), 279-297.
SCP. (2010). Continu Onderzoek Burgerperspectieven. Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau (cob Kwartaalbericht 2010|2).
SCP. (2014). Continu Onderzoek Burgeronderzoek uitgevoerd door Sociaal Cultureel Planbureau: Den Ridder, J., Den Draak, M., Van Houweling, P. & Dekker P. Kwartaalbericht 2014|4).Den Haag.
Seaton, P. (2012). Sixty-eight & sunny: the un-modern architecture of climate (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
Semper, G. (1863). Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Ästhetik. Ein Handbuch für Techniker, Künstler und Kunstfreunde. Frankfurt a M.
Seppänen, O. & Fisk, W. (2002). Association of Ventilation Type with SBS symptoms in Office Workers. International Journal of Indoor Environment and Health. 12, 2, 98-112.
Seydel, E. (2009). De kunst van het duiden. Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, 7, 4, 22-23.
Shameri, M. A., Alghoul, M. A., Sopian, K., Zain, M. F. M. & Elayeb, O. (2011). Perspectives of double skin façade systems in buildings and energy saving. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3), 1468-1475.
Sharot, T., Korn, C.W. & Dolan, R.J. (2011). How unrealistic optimism is maintained in the face of reality. Nat. Neurosci. 14, 475–1479.
Shaw, D. & Newholm, T. (2002). Voluntary simplicity and the ethics of consumption. Psychology & Marketing; Feb; 19, 2, 167-185.
Sheth, J.N., Sethis, N.K. & Srinivas, S. (2011). Mindful consumption: a customer-centric approach to sustainability. J. of the Acad. Mark, 39, 21–39.
Shi, Z. & Zhang, X. (2011). Analyzing the effect of the longwave emissivity and solar reflectance of building envelopes on energy-saving in buildings in various climates. Solar Energy, 85(1), 28-37.
Shove, E. (2003). Converging Conventions of Comfort Cleanliness and Convenience. Journal of Consumer Policy 26, 395–418.
Shove, E. (2007). The design of everyday life. Oxford: Berg.
Shove, E. & Warde, A. (2003). Inconspicuous consumption: the sociology of consumption and the environment, published by the Department of Sociology, Lancaster University, Lancaster.
Shoshani, Y. & Shaltiel, S. (1989). Heat resistance characteristics of weft knit single jersey inlay fabrics. Knitting Times, 4, 70-72.
Silver, M. & De Weck, O. (2006). Time-Expanded Decision Network: A New Framework for Designing Evolvable Complex Systems.11th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference, Multidisciplinary Analysis Optimization Conferences. Portsmouth, Virginia.
Sinha, B. P. (2002). Development and potential of structural masonry. Ponencia en el Seminario sobre paredes de albañilería, Lourenco y Souza, Porto, Portugal.
Simek, M. & Vroon, P. (1996). Kleur bekennen. https://www.youtube.com/watch?v=2cft7dzD780
Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. Psychological Review, 63, 129–138.
Simon, H.A. (1992). What is an explanation of behavior. Psychological Science 3, 150-161.
Simon, S. (2003). Sustainability indicators. In: Neumayer, E. (ed). Online Encyclopaedia of Ecological Economics (OEEE). International Society for Ecological Economics (ISEE).
Sivanathan, N. & Pettit, N.C. (2010). Protecting the self through consumption: Status goods as affirmational commodities. Journal of Experimental Social Psychology 46, 564–570.

Skiles, S. M., Singh, V., Krager J., Wood, K., Jensen, D. & Szmerekovsky, A. (2006). Adapted Concept Generation and Computation Techniques for the Application of a Transformer Design Theory. ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Philadelphia, PA.

Slob, A. & Verbeek, P. P. (2006). Technology and User Behavior: An Introduction. In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.

Smith, J. R., Terry, D. J., Manstead, A. S. R., Louis, W. R. Kotterman, D. & Wolfs, J. (2008). The Attitude–Behavior Relationship in Consumer Conduct: The Role of Norms, Past Behavior, and Self-Identity. The Journal of Social Psychology148(3), 311–333.

Soares, N., Costa, J. J., Gaspar, A. R. & Santos, P. (2013). Review of passive PCM latent heat thermal energy storage systems towards buildings' energy efficiency. Energy and buildings, 59, 82-103.

Solnick, S.J. & Hemenway, D.(1998). Is more always better? A survey on positional concerns. Journal of Economic Behavior and Organization, 37, 373–383.

Song, G (2009). Thermal insulation properties of textiles and clothing in: Williams, J. T. (ed.). (2009). Textiles for cold weather apparel. Elsevier.

Sorrell, S. (2009). Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. Energy policy, 37(4), 1456-1469.

Sorrell, S., Dimitropoulos, J. & Sommerville, M. (2009). Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. Energy policy, 37(4), 1356-1371.

Spence, A. & Pidgeon, N. (2010). Framing and Communicating Climate Change: The Effects of Distance and Outcome Frame Manipulations. Global Environmental Change, 20, 656-667.

Spence, A., Poortinga, W., Butler, C., Pidgeon, N. F. (2011). Perceptions of climate change and willingness to save energy related to flood experience. Nat. Clim.Change 1, 46–49.

Spence, M. (2011). The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World, Farrar, Strauscand Giroux, New York, NY.

Speth, G. (2008). The bridge at the edge of the world: Capitalism, the environment, and crossing from crisis to sustainability. New Haven: Yale University Press.

Srebotnjak, T. (2008). Environmental performance index. Encyclopedia of Quantitative Risk Analysis and Assessment.

Staats, H. J., Wit, A. P. & Midden, C. Y. H. (1996). Communicating the greenhouse effect to the public: Evaluation of a mass media campaign from a social dilemma perspective. Journal of Environmental Management, 45, 189–203.

Stanković, S. B., Popović, D. & Poparić, G. B. (2008). Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers. Polymer testing, 27(1), 41-48.

Stanton, A. (2008). Wall-E. Pixar Animation Studios.

Steemers, K. (2003). Towards a research agenda for adapting to climate change. Building Research & Information 31(3–4), 291–301.

Steemers, K. & Manchanda, S. (2010). Energy efficient design and occupant well-being: Case studies in the UK and India. Building and Environment 45, 270–278.

Steg, L. (1999). Verspilde energie? Wat doen en laten Nederlanders voor het milieu. Den Haag: Sociaal en Cultureel Planbureau.

Steg, L. (2015). Environmental psychology and sustainable consumption. In: Reisch, L.A & J. Thøgersen (eds): Handbook of Research in Sustainable Consumption, Cheltenham: Edward Elgar, 70–83.

Steg, L., Bolderdijk, J.W., Keizer, K. & Perlaviciute, G. (2014). An Integrated Framework for Encouraging Pro- environmental Behaviour: The role of values, situational factors and goals. Journal of Environmental Psychology 38, 104-115.

Steg L, Perlaviciute, G. en van der Werff, E. (2015). Understanding the human dimensions of a sustainable energy transition. Front. Psychol. 6:805.

Steg, L., Perlaviciute, G., Van der Werff, E. & Lurvink, J. (2014a). The significance of hedonic values for environmentally-relevant attitudes, preferences and actions. Environment and Behavior, 46(2), 163-192.

Steg, L. & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research Agenda. Journal of Environmental Psychology 29, 309–317.

Stern, P.C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. Journal of Social Issues, 56(3), 407-424.

Stern, P.C. (2011). Contributions of psychology to limiting climate change. American Psychologist, Vol 66(4), May-Jun 2011, 303-314.
Stevens, F. (2016). Before the Flood. RatPac Documentary Films.
Stevens, S. (2001). Intelligent facades: occupant control and satisfaction. International Journal of Sustainable Energy 21(2), 147–60.
Stoops, J. L. (2001). The Physical Environment and Occupant Thermal Perceptions in Office Buildings – An Evaluation of Sampled Data from Five European Countries. PhD-Thesis Chalmers University of Technology.
Stoops, J. L. (2006). Indoor thermal comfort, an evolutionary biology perspective. Lawrence Berkeley National Laboratory, , University of California.
Sunikka-Blank, M. & Galvin, R. (2012). Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. Building Research & Information, 40(3), 260-273.
Swim, J., Clayton, S., Doherty, T., Gifford, R., Howard, G., Reser, J. Stern, P. & Weber, E. (2009). Psychology and Global Climate Change: Addressing a Multi-faceted Phenomenon and Set of Challenges A Report by the American Psychological Association's Task Force on the Interface Between Psychology and Global Climate Change Members.
Taleghani, M., Tenpierik, M., Kurvers, S. & Van den Dobbelsteen, A. (2013). A review into thermal comfort in buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews 26, 201–215.
Tamir, M. & Ford, B. Q. (2012). Should people pursue feelings that feel good or feelings that do good? Emotional preferences and well-being. Emotion,12(5), 1061.
Taufik, D., Bolderdijk, J.W. & Steg, L. (2014). Acting green elicits a literal warm glow. Nature Climate Change. 5 (1), 37.
TenBrunsel, A.E. & Messick, D.M. (1999). Sanctioning Systems, Decision Frames, and Cooperation. Administrative Science Quarterly, Vol. 44, No. 4, 684-707.
Tenner, E. (1997). The Life of Chairs: Grab a seat, sit down, and read about that creature of comfort-the inescapable chair. HARVARD MAGAZINE, 99, 46-53.
Thaler, R.H. & Johnson, E.J. (1990). Gambling with the House Money and Trying to Break Even: The Effects of Prior Outcomes on Risky Choice. Management Science, Vol. 36, 643-660.
Thøgersen, J. & Crompton, T. (2009). Simple and painless? The limitations of spillover in environmental campaigning. Journal of Consumer Policy, Volume 32, Issue 2, 141-163.
Thøgersen, J. & Grønhøj, A. (2010). Electricity savings in households-A social cognitive approach. Energy Policy 38, 7732–7743.
Thøgersen, J. & Ölander, F. (2002). Human values and the emergence of a sustainable consumption pattern: A panel study. Journal of Economic Psychology 23, 605–630.
Thøgersen, J. & Ölander, F. (2003). Spillover of environment-friendly consumer behavior. Journal of Environmental Psychology, 23, 225-236.
Tiefenbeck, V., Staake, T., Roth, K. & Sachs, O. (2013). For better or for worse? Empirical evidence of moral licensing in a behavioral energy conservation campaign. Energy Policy, 57, 160-171.
Tiemeijer, W. (2009). Slotbeschouwing. In: W. L. Tiemeijer, C.A. Thomas en H.M. Prast (red.). De menselijke beslisser over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Tigchelaar, C & Leidelmeijer, K. (2013). Energiebesparing: een samenspel van woning en bewoner. Analyse van de module Energie WoON 2012. ECN E-13-037.
Tillie, N., Van Den Dobbelsteen, A., Doepel, D., Joubert, M., De Jager, W., & Mayenburg, D. (2009). Towards CO_2 neutral urban planning: presenting the Rotterdam Energy Approach and Planning (REAP). Journal of Green Building, 4(3), 103-112.
Tinbergen, N. (1976). Ethology in a changing world. In: Bateson. in: P.P.G. & Hinde, R.A. (eds). Growing Points in Ethology. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 507–536.
Tiwari, R., Pandey, M. & Sharma, A. (2010). An Approach to Human Adaptability towards its Built Environment: A Review. Energy and Power Engineering, 2010, 2, 90-94
Tonn, B., Hemrick, A. & Conrad, F. (2006). Cognitive representations of the future: survey results. Futures 38, 810–829.
Toups, M. A., Kitchen, A., Light, J. E. & Reed, D. L. (2011). Origin of clothing lice indicates early clothing use by anatomically modern humans in Africa. Molecular biology and evolution, 28(1), 29-32.
Triandis, H. C. (1989). The self and social behavior in differing cultural contexts. Psychological review, 96(3), 506.
Trivers, R. L. (1971). The Evolution of Reciprocal Altruism. The Quarterly Review of Biology, 46 (1), 35-39.

Tromp, N. (2013). Social Design - How products and services can help us act in ways that benefit society. PhD-Thesis Technische Universiteit Delft.
Trope, Y. & Liberman, N. (2000). Temporal Construal and Time-Dependent Changes in Preference. Journal of Personality and Social Psychology. 2000, Vol. 79, No. 6, 876-889.
Turaga, R. M. R., Howarth, R. B. & Borsuk, M. E. (2011). Pro-environmental behavior Rational choice meets moral motivation. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1185, 211–224.
Turban, D. B. & Greening, D. W. (1997). Corporate social performance and organizational attractiveness to prospective employees. Academy of management journal, 40(3), 658-672.
Tversky, A. & Kahneman, D. (1981). The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. Science, New Series, Vol. 211, No. 4481, 453-458.
Tyagi, V. V. & Buddhi, D. (2007). PCM thermal storage in buildings: a state of art. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(6), 1146-1166.
UNDP. (2013). Human Development Report 2013. The Rise of the South. Human Progress in a Diverse World. New York: UNDP.
USJFC. (2010). The Joint Operating Environment. Ready for Today, Preparing for Tomorrow.
Van Dalen, J. J. P & Valk, H. J. J. (2015). Eindrapport 56 Energieneutrale Woningen. Nieman, Zwolle
Van den Bergh, J. C. J. M. (2008). Environmental regulation of households: An empirical review of economic and psychological factors. Ecological Economics, 559 – 574.
VandenBergh, M. P. & Steinemann, A. C. (2007). The Carbon-neutral Individual. 82 New York University Law Review, 1673- 1745.
Van den Dobbelsteen, A. (2008). 655: Towards closed cycles-New strategy steps inspired by the Cradle to Cradle approach. In: Proceedings TU 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Dublin (UCD).
Van den Ham, E. R. & Nobel, K. C. J. (2009). Schatgraven in de bestaande gebouwenvoorraad, Pilot kantoren en scholen, Climatic Design Consult 1002.32, 26 October. Novem.
Van der Lans, A. A., Hoeks, J., Brans, B., Vijgen, G. H., Visser, M. G., Vosselman, M. J., ... & Schrauwen, P. (2013). Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. The Journal of clinical investigation, 123(8), 3395.
Van den Wijngaart, R., Folkert, R. & Van Middelkoop, M. (2014). Op weg naar een klimaat neutrale woningvoorraad in 2050. Investeringsopties voor een kosteneffectieve energievoorziening. Achtergronden en uitgebreide resultaten. The Hague: PBL.
Van der Werff, E., Steg, L. & Keizer, K. (2013). It is a moral issue: The relationship between environmental self-identity, obligation-based intrinsic motivation and pro-environmental behavior. Global Environmental Change 23, 1258–1265.
Van der Werff, E., Steg, L. & Keizer, K. (2013a). I Am What I Am, by Looking Past the Present: The Influence of Biospheric Values and Past Behavior on Environmental Self-Identity. Environment and Behavior 2014, Vol. 46(5), 626–657.
Van der Werff, E., Steg, L. & Keizer, K. (2013b). The value of environmental self-identity: The relationship between biospheric values, environmental self-identity and environmental preferences, intentions and behavior. Journal of Environmental Psychology 34, 55-63.
Van Dijk, E. & Van Knippenberg, D. (1996). Buying and selling exchange goods: Loss aversion and the endowment effect. Journal of Economic Psychology 17, 517-524.
Van Dijk, E. & Zeelenberg, M. (2009). De (ir)rationaliteit van de beslisser. In: W.L. Tiemeijer, C.A. Thomas en H.M. Prast (red.). De menselijke beslisser over de psychologie van keuze en gedrag. WRR. Amsterdam University Press.
Van Hoof, J., Mazej, M. & Hensen, J.L.M. (2010). Thermal comfort: research and practice. Frontiers in Bioscience, 15(2), 765-788.
Van Kesteren, N., Meertens, R.M. & Fransen, M. (2006). Technological Innovations and Energy Conservation. In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer, 181-190.
Van Lente, H. (2006). Expected Behavior. Anticipation of Use of Technological Development. In: Verbeek, P. P. & Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer, 211-218.
Van Loggem, B. E. (2014). Nobody reads the documentation': true or not. In Proceedings of ISIC, the Information Behaviour Conference, Leeds, 2-5.

Van Marken Lichtenbelt, W. D. & Schrauwen, P. (2011). Implications of non-shivering thermogenesis for energy & balance regulation in humans. American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology.
Van Raaij, W. F. (1995). A hierarchy of excuses for not behaving in a pro-environmental way. In: Stø, E. (ed.), Sustainable Consumption Report from the International Conference on Sustainable Consumption, 209-244. Lysaker: National Institute for Consumer Research (SIFO).
Van Raaij, W. F. & Verhallen, T. M. (1983). Patterns of residential energy behavior. Journal of economic psychology, 4(1-2), 85-106.
Van Timmeren, A., & Henriquez, L. (2013). ReciproCities. A dynamic equilibrium. Delft University of Technology. Delft.
Van Timmeren, A. (2006). Autonomie & Heteronomie. Integratie en verduurzaming van essentiële stromen in de gebouwde omgeving. Delft University of Technology. Delft: Eburon Academical Publishers.
Van Vugt, M. (2009). Triomph of the Commons. NewScientist. 22 August, 40-43.
Van Vugt, M. (2009a). Averting the Tragedy of the Commons-Using Social Psychological Science to Protect the Environment. Current Directions in Psychological Science. 18, 169-173.
Van Wijk, E. & Six, F. (2014). De diversiteit van het willen. Boom Lemma Uitgevers. Den Haag.
Vannini, Ph. & Taggart, J. (2014). Off the Grid: Re-Assembling Domestic Life. Routledge.
Veblen, T. (1899). The theory of the leisure class – geciteerd in Miller, G. (2000). De Parende Geest. Amsterdam: Atlas Contact Olympus, blz 109.
Velden, R. D. (2003). Using awareness in product design to influence sustainable behaviour. Trondheim, Norway: Department of Product Design, Norwegian University of Science and Technology.
Velikov, K., Barhydt, L., Thün, G. & Bartram, L. (2013). Empowering the Inhabitant: Communications Technologies, Responsive Interfaces, and Living in Sustainable Buildings, in: Henn, R. L., Hoffman, A. J. & Biggart, N. W. (eds). Constructing green: the social structures of sustainability. MIT Press.
Vellinga, M. (2006). Engaging the future: vernacular architecture studies in the twenty-first century. In Asquith, L. & Vellinga, M. (eds): Vernacular Architecture in the 21st Century: Theory, Education and Practice, Taylor & Francis, London, 81–94.
Venhoeven, L. A., Bolderdijk, J. W. & Steg, L. (2013). Explaining the Paradox: How Pro-Environmental Behaviour can both Thwart and Foster Well-Being. Sustainability, 5, 1372-1386.
Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. Management science, 46(2), 186-204.
Verbeek, D. & Boelhouwer, J. (2010) Milieu van Later wiens zorg nu. In: Van den Broek, A., Bronneman-Helmers, R. & Veldheer, V. (eds) Wisseling van de Wacht: Generaties in Nederland. Sociaal Cultureel Planbureau, Den Haag.
Verbeek, P. P. (2002). Devices of the Good Life – on Borgmann's Philosophy of Information and Technology. Technè, Vol. 6 nr. 1, 69-92.
Verbeek, P. P. (2011). Moralizing Technology: Understanding and Designing the Morality of Things. Chicago: University of Chicago Press.
Verbeek, P. P., & Slob, A. (2006). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Verdugo, V. C. (2012). The positive psychology of sustainability. Environ Dev Sustain 14, 651–666.
Verganti, R. (2008). Design, Meanings, and Radical Innovation: A Metamodel and a Research Agenda. The Journal of Product Innovations. 25, 436–456.
Verganti, R. & Öberg, Å. (2013). Interpreting and envisioning-A hermeneutic framework to look at radical innovation of meanings. Industrial Marketing Management, 42(1), 86-95.
Verhaart, J., Keune, R., Veselý, M. Li, R. & Zeiler, W. (2015). Personal cooling using thermal conduction on the desk. CISBAT 2015 - September 9-11. Lausanne, Switzerland.
Verhoeven, A.C. (1990). Bouwfysica 1. Delft: Delftse Uitgevers Maatschappij. 2e druk.
Vermeir, I. & Verbeke, W. (2006). Sustainable food consumption: Exploring the Consumer Attitude-Behavioral Intention-Gap. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 19, 169–194
Verplanken, B., Aarts, H. & Van Knippenberg, A. (1997). Habit, information acquisition and the process of making travel mode choices. European journal of social psychology, 27(5), 539-560.
Verplanken, B. & Holland, R.W. (2002). Motivated Decision Making: Effects of Activation and Self-Centrality of Values on Choices and Behavior. Journal of Personality and Social Psychology Copyright 2002 by the American Psychological Association, Inc. Vol. 82, No. 3, 434–447.

Verplanken, B., Trafimow, D., Khusid, I.K., Holland, R.W. & Steentjes, G.M. (2008). Different selves, different values: Effects of self-construals on value activation and use. Eur. J. Soc. Psychol, 39. 909–919
Verplanken, B., Walker, I., Davis, A. & Jurasek, M. (2008a). Context change and travel mode choice: Combining the habit discontinuity and self-activation hypotheses Journal of Environmental Psychology 28, 121–127.
Veselý, M. & Zeiler, W. (2014). Personalized conditioning and its impact on thermal comfort and energy performance – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 34, 401–408.
Vlek, C. (2000). Essential Psychology for Environmental Policy Making. International Journal of Psychology. 35 (2), 153-167.
Vlek, C. & Steg. L. (2007). Human Behavior and Environmental Sustainability: Problems, Driving Forces, and Research Topics. Journal of Social Issues, Vol. 63, No. 1, 1—19.
Voelker, C., Kornadt, O. & Ostry, M. (2008). Temperature reduction due to the application of phase change materials. Energy and Buildings, 40(5), 937-944.
Völlink, T., Meertens, R. M. & Midden, C. J. (2006). Diffusion of technological innovations. In: Verbeek, P. P. en Slob, A. (eds). User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations between Consumers and Technology. Springer.
Von Grabe, J. & Winter, S. (2008). The correlation between PMV and dissatisfaction on the basis of the ASHRAE and the McIntyre scale towards an improved concept of dissatisfaction. Indoor Built Environ 17(2), 103-121
Vringer, K., Aalbers, Th. & Visser, H. (2008). Burgers en duurzaamheid, het verschil tussen denken en doen. In: Van den Burg, S., Spaargaren, G. & D. van Lith (red.), Een andere rol voor de overheid? Wageningen: Wageningen Universiteit.
Vroon, P. (1999). Wolfsklem. Amsterdam: Ambo/Anthos.
Vroon, P. (1990). Psychologische aspecten van ziekmakende gebouwen. Utrecht, Isor.
Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R. & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society 9(2), 5.
Wan, X., Fan, J. & Wu, H. (2009). Measurement of thermal radiative properties of penguin down and other fibrous materials using FTIR. Polymer Testing, 28(7), 673-679.
Wang, L., Gwilliam, J. & Jones, P. (2009). Case study of zero energy house design in UK. Energy and buildings, 41(11), 1215-1222.
Wang, X., Chen, D. & Ren, Z. (2010). Assessment of climate change impact on residential building heating and cooling energy requirement in Australia. Building and Environment, 45(7), 1663-1682.
Wang, X., Zhang, Y., Xiao, W., Zeng, R., Zhang, Q. & Di, H. (2009). Review on thermal performance of phase change energy storage building envelope. Chinese science bulletin, 54(6), 920-928.
Wargocki, W., Sundell, J., Bischof, W., Brundrett, G., Fanger, O., Gyntelberg, F., Hanssen, S.O., Harrison, P., Pickering, A., Seppänen, O. & Wouters, P. (2002). Ventilation and health in non-industrial indoor environments. Report from a European Multidisciplinary Scientific Consensus Meeting. International Journal of Indoor Environment and Health.12, 113-128.
Wargocki, P., Wyon, D., Matysiak, B. & Irgens, S. (2005). The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on performance of school work by children. In: Proceedings of Indoor Air 2005, the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Beijing, China.
Wastiels, L., Schifferstein, H. N., Heylighen, A. & Wouters, I. (2012a). Relating material experience to technical parameters: A case study on visual and tactile warmth perception of indoor wall materials. Building and Environment, 49, 359-367.
Wastiels, L., Schifferstein, H. N., Heylighen, A. & Wouters, I. (2012b). Red or rough, what makes materials warmer?. Materials & Design, 42, 441-449.
Weber, E. U. (2006). Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: Why global warming does not scare us (yet). Climatic change, 77(1-2), 103-120.
Weinstein, N. (1980). Unrealistic optimism about future life events. Journal of Personality and Social Psychology 39, 806–820.
Wener, R. & Carmalt, H. (2006). Environmental psychology and sustainability in high-rise structures. Technology in Society 28, 157–167.
Wever, R., Van Kuijk, J. & Boks, C. (2008). User-centred design for sustainable behaviour. International journal of sustainable engineering, 1(1), 9-20.
Whitmarsh, L. (2011). Scepticism and uncertainty about climate change: Dimensions, determinants and change over time. Global Environmental Change 21, 690–700.

Whitmarsh, L. & O'Neill, S.(2010). Green identity, green living? The role of pro- environmental self-identity in determining consistency across diverse pro-environmental behaviours. J.Environ.Psychol. 30, 305–314.
Wigginton, M. & Harris, J. (2002). Intelligent skins. Architectural Press, Oxford
Wilhite, H. & Lutzenhiser, L. (1999). Social Loading and Sustainable Consumption. Advances in Consumer Research. Volume 26-Q, 281-297.
Wilhite, H., Nakagami, H., Masuda, T., Yamaga, Y. & Haneda, H. (1996). A cross-cultural analysis of household energy use behaviour in Japan and Norway. Energy Policy, 24(9), 795-803.
Willems, E. (2010). Energieneutrale kantoren ? Kijk eens om je heen. TVVL 7/8, 2-8.
Williams, J. T. (ed.). (2009). Textiles for cold weather apparel. Elsevier.
Williams, L.E. & Bargh, J.A. (2008). Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth Science, New Series, Vol. 322, No. 5901. Oct. 24, 606-607.
Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. Psychonomic bulletin & review, 9(4), 625-636.
Winkelmann, R. (2012). Conspicuous consumption and satisfaction. Journal of Economic Psychology 33, 183–191.
Wolfram, W., Shelef, O. & Gertler, P. J. (2012). How will energy demand develop in the developing world, National Bureau of Economic Research.
Woolhouse, L. S. & Bayne, R. (2000). Personality and the use of intuition: Individual differences in strategy and performance on an implicit learning task. European Journal of Personality, 14(2), 157-169.
Wyon D. P. (1996). Individual microclimate control: required range, probable benefits and current feasibility. Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Vol. 1, 1067-1072.
Wyon, D.P. & Holmberg, I. (1973). Systematic observation of classroom behaviour during moderate heat stress, Proc. CIB W45 Thermal Comfort and Moderate Heat Stress, Building Research Establishment, Garston, Watford, 19-33.
Yang, L., & Li, Y. (2008). Cooling load reduction by using thermal mass and night ventilation. Energy and Buildings, 40(11), 2052-2058.
Yang, L., Yan, H. & Lam, J. C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications – A review. Applied Energy 115, 164–173.
Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. Journal of comparative neurology and psychology, 18(5), 459-482.
Yoo, S. & Kim, E. (2008). Effects of multilayer clothing system array on water vapor transfer and condensation in cold weather clothing ensemble. Textile Research Journal, 78(3), 189-197.
Young, C. W., Hwang, K., McDonald, S. & Oates, C. (2010). Sustainable consumption: green consumer behaviour when purchasing products. Sustainable Development, 18 (1), 18 - 31.
Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J. & Bednar, T. (2012). Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool. Energy and Buildings, 49, 246-253.
Zalejska-Jonsson, A. (2012). Evaluation of low-energy and conventional residential buildings from occupants' perspective. Building and Environment 58, 135-144.
Zeng, R., Wang, X., Di, H., Jiang, F. & Zhang, Y. (2011). New concepts and approach for developing energy efficient buildings: Ideal specific heat for building internal thermal mass. Energy and Buildings, 43(5), 1081-1090.
Zhao, X. & Belk, R. W. (2008). Politicizing consumer culture: Advertising's appropriation of political ideology in China's social transition. Journal of Consumer Research, 35, 231-244.
Zhu, L., Hurt, R., Correia, D. & Boehm, R. (2009). Detailed energy saving performance analyses on thermal mass walls demonstrated in a zero energy house. Energy and Buildings, 41(3), 303-310.
Zidanšek, A. (2007). Sustainable development and happiness in nations. Energy 32, 891–897.
Zipf, G. K. (2016). Human behavior and the principle of least effort: An introduction to human ecology. Ravenio Books.
Zipp, S. (2010). Manhattan projects: The rise and fall of urban renewal in cold war New York. Oxford University Press.
Zuidema, M. V., Van Elp, M. & Van der Schaaf, M. J. (2012). Landelijke samenvatting kantorenmonitor: verkenning van regionale vraag-en aanbodontwikkelingen. EIB, Economisch Instituut voor de Bouw.
Zmeureanu, R. & Doramjian, A. (1992). Thermally acceptable temperature drifts can reduce the energy consumption for cooling in office buildings. Building and Environment. Vol. 27, No. 4, 469-481.

Bijlagen

Bijlage 3-1 – Enquête Kantoorgebruikers

1. **Naam:**

2. **Bent u een** *
Mark only one oval.
- man
- vrouw

3. **Wat is uw leeftijd** *

4. **wat is uw email adress**
Nadat alle enquetes zijn afgenomen zal er onder de deelnemers een beloning worden verloot

5. **Wat is uw beroep/opleiding**

6. **Bent u tevreden over het binnenklimaat in het gebouw** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel erg

7. **In de zomer is het in mijn kantoor** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Te koud	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	te warm

8. **In de winter is het in mijn kantoor** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Te koud	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Te warm

9. **Ik kan het binnenklimaat in mijn kantoor (deels) zelf regelen** *
Mark only one oval.
- Ja
- Nee

10. **Zo ja, de volgende controlemechanismen staan tot mijn beschikking**
denk hierbij aan te openen ramen, thermostaten, bedienbare zonwering

11. **Maakt u gebruik van deze controlemechanismen** *
Mark only one oval.
- Ja
- Nee

12. **Waarom wel; waarom niet**

13. **Bent u tevreden over de werking van de controlemechanismen**
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Absoluut

14. **Bent u tevreden over het effect van de controlemechanismen**
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Absoluut

Deel 2

U werkt in een zeer duurzaam gebouw. Zowel voor de verwarming als voor de koeling gebruikt het gebouw beduidend minder energie dan een 'gemiddeld' kantoorgebouw.
Kunt u aangeven of u het eens/oneens bent met de volgende stellingen.

15. **Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

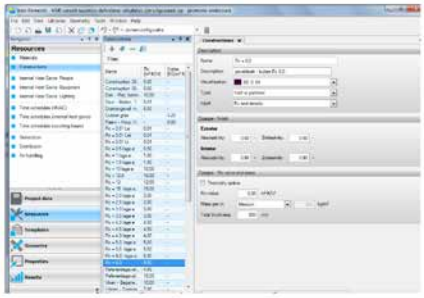
16. **Ik ben een persoon die zich milieuvriendelijk gedraagt** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

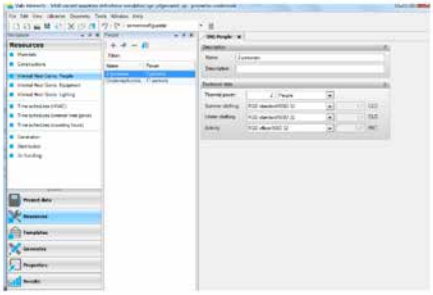
	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

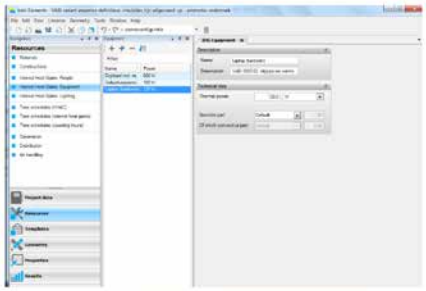
17. **Ik zie mezelf als een milieuvriendelijk persoon** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

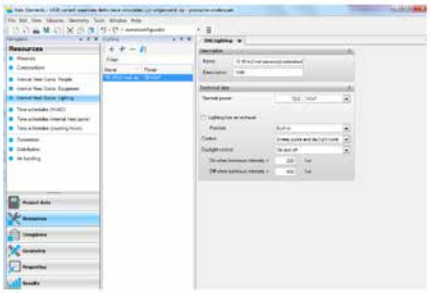
	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

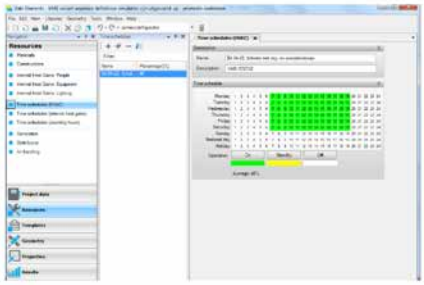
Bijlage 5-1 – Instellingen VABI-elements

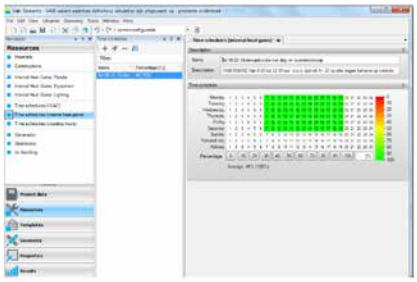


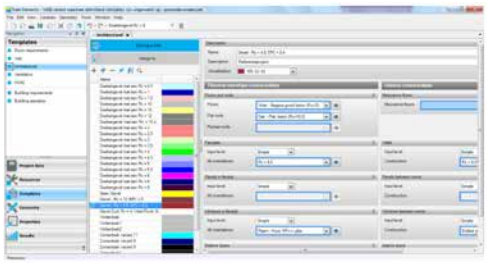


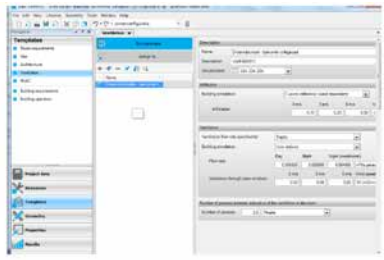


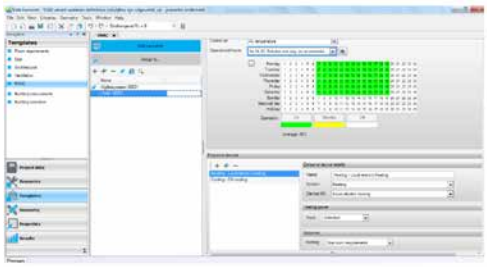


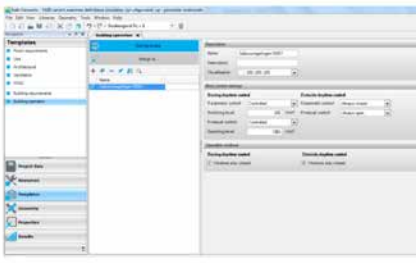


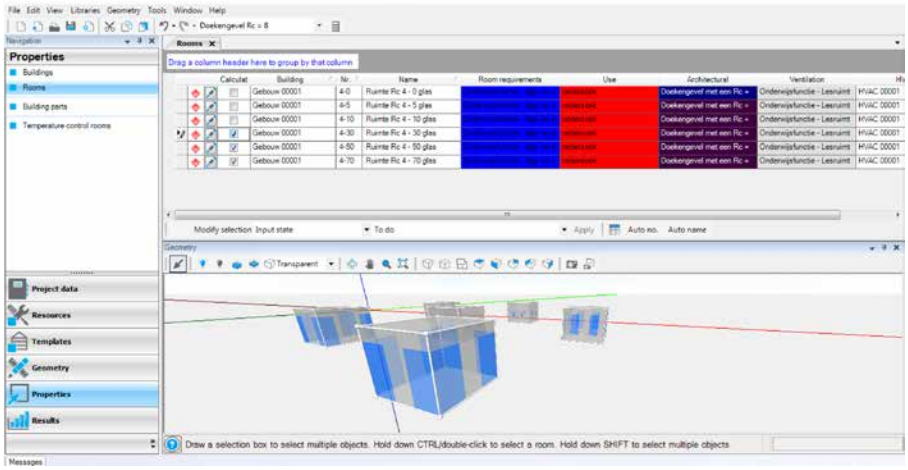











File Edit View Libraries Geometry Tools Window Help
Properties
Buildings
Rooms
Building parts
Temperature control rooms
Drag a column header here to group by that column
Calculat
Building
Nr.
Name
Room requirements
Use
Architectural
Ventilation
Gebouw 00001
4-0
Ruimte Rc 4 - 0 glas
4-5
Ruimte Rc 4 - 5 glas
4-10
Ruimte Rc 4 - 10 glas
4-30
Ruimte Rc 4 - 30 glas
4-50
Ruimte Rc 4 - 50 glas
4-70
Ruimte Rc 4 - 70 glas
Doekengevel met een Rc =
Onderwijsfunctie - Leesruimt
HVAC 00001
Modify selection Input state
To do
Apply
Auto no.
Auto name
Geometry
Transparent
Project data
Resources
Templates
Geometry
Properties
Results
Draw a selection box to select multiple objects. Hold down CTRL/double-click to select a room. Hold down SHIFT to select multiple objects
Messages

Bijlage 6-1 – Testopstelling en -procedure

Om te onderzoeken of AfaG invloed heeft op de 'Comfortbeleving' van de Testpersonen en op de 'Tevredenheid over het binnenklimaat' is op een terras van de Hogeschool van Amsterdam (HvA) locatie De Leeuwenburg in Amsterdam een testpaviljoen gerealiseerd.

Een kwart van de buitengevels is voorzien van verdiepingshoog HR++-glas (U = 1,2 W/m^2K) en voor een kwart uit gevels opgebouwd uit doek. Een van deze doekengevels met een hoogte 900 x 2000 mm groot is adaptief gemaakt en is in die zin een voorbeeld van een AfaG. Deze adaptieve gevel bestaat uit vier verticaal geplaatste rolgordijnen waarop respectievelijk een wind- en waterdichte en dampopen laag, twee isolerende lagen met een Rc van 0,75 en 1,75 m^2K/W en een doek met een lage emissiecoëfficiënt (ε = 0,05) zijn bevestigd. De andere doekengevel (afmetingen 900x2600 mm) kent dezelfde opbouw als de adaptieve gevel maar is gefixeerd om zo de complexiteit van het bedienen van de gevel te reduceren.

In elke unit is een tafel en stoel, een lamp voorzien van een gloeilamp (75 Watt), een elektrisch kacheltje (1200 Watt) opgesteld en er is een plaid opgehangen die eventueel omgeslagen kon worden.

Testprocedure

Testpersonen konden zich schriftelijk of via de webmail van de HvA vrijwillig aanmelden voor de tests. Bij aanmelding werden de Testpersonen in volgorde van aanmelden ingedeeld.

Voorafgaand aan de test wordt de temperatuur in de beide Units gemeten. Is de temperatuur onder de 10°C dan worden de gevels volledig gesloten en de kachel aangezet. Tot de temperatuur boven deze ondergrens is. De kachel wordt dan weer uitgeschakeld.

Afhankelijk van de test wordt de lamp aangezet.

Daarna wordt de AfaG van Unit_1 in de voor de omstandigheden verkeerde configuratie gehangen. Dit om de Testpersonen te verleiden tot het bedienen van de gevel. In Unit 2 is AfaG conform weersomstandigheden.

Voorafgaand aan de Test is in de hal van de HvA Leeuwenburg een enquête gehouden waarin naar de milieugeoriënteerde zelfidentiteit is gevraagd. Zie Bijlage 6-2.

Na invullen van de enquête worden de Testpersonen meegenomen naar het Testpaviljoen - dit is een -wandeling- van ongeveer 200 meter. Onderweg wordt random bepaald in welke Unit de Testpersoon moet gaan zitten.

Er zijn twee reeksen tests uitgevoerd.

In de eerste reeks – Test_1 - mochten de Testpersonen in Unit 1 AfaG aanpassen aan de comfortwensen. De Testpersonen in Unit 2 mochten zelf geen controle over AfaG of over de andere aanwezige comfortverhogende middelen (lamp, kachel , plaid) uitoefenen.

In Test_2 mochten de testpersonen in Unit 2 in tegenstelling tot die in Unit 1 nog altijd de samenstelling AfaG niet veranderen, maar mochten zij wel zelf het comfort verhogen door de kachel en de lamp te bedienen en/of de plaid om te slaan.

Bij binnenkomst in Unit 1 wordt de bedoeling van de test uitgelegd. De Testpersoon mag dan AfaG aanpassen, of niet. De tijd tot de beslissing wordt genoteerd, evenals de configuratie van AfaG.

Afhankelijk van de test wordt uitgelegd dat de lamp uitstaat en een milieuonvriendelijke gloeilamp heeft en dat de Testpersoon zelf mag beslissen of hij de lamp en/of de kachel gaat bedienen. Er wordt gewezen op de aanwezigheid van de plaid.

Er wordt gevraagd om alle wijzigingen in het logboek te noteren, ook het tijdstip waarop de wijziging plaatsvindt en de reden moet genoteerd worden. Het gaat hierbij niet alleen om het in- uitschakelen van de lamp, maar ook kledingaanpassingen, aanpassingen aan AfaG of het veranderen van de plek van het bureautje.

In Unit 2 wordt hetzelfde verhaal verteld, maar er wordt ook gesteld dat de Testpersoon de configuratie van AfaG niet mag veranderen. Ook hier moeten de Testpersonen de wijzigingen in een logboek noteren.

In beide Units worden de binnentemperaturen en luchtvochtigheden gemeten. De buitentemperatuur en luchtvochtigheid wordt genoteerd.

Elke test duurt 90 minuten.

Na afloop van de test wordt aan beide Testpersonen gevraagd een enquête in te vullen. Dit gebeurt in de Testunits. Voor beide Units is een afzonderlijke enquête ontwikkeld omdat de Testpersonen in Unit 2 niets konden vertellen over het bedieningsgemak van AfaG - Zie bijlage 6-2.

Opnieuw wordt in beide Units de binnentemperatuur en luchtvochtigheid gemeten en afhankelijk van de test of de lamp aan staat of is uitgeschakeld. Ook de buitentemperatuur wordt genoteerd.

De enquêtes en het logboek worden ingenomen. De lamp wordt eventueel aangezet en AfaG in de verkeerde configuratie gebracht.

Bijlage 6-1 Enquête Milieugeoriënteerde zelfidentiteit

* Required

1. **Wat is uw naam**

2. **wat is email adress**
   Nadat alle enquetes zijn afgenomen zal er onder de deelnemers een beloning worden verloot

Untitled Section

Kunt u svp aangeven of u het wel of niet eens bent met onderstaande stellingen

3. **Milieuvriendelijk gedrag vormt een belangrijk deel van wie ik ben** *
   Het middelste rondje (4) geeft een neutrale situatie aan
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

4. **Ik ben een persoon die zich milieuvriendelijk gedraagt** *
   Het middelste rondje (4) geeft een neutrale situatie aan
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

5. **Ik zie mezelf als een milieuvriendelijk persoon** *
   Het middelste rondje (4) geeft een neutrale situatie aan
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal oneens	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal eens

Bijlage 6-2 Enquête Unit Gebruiker Gestuurde Adaptieve Gevel

In deze test wordt onderzocht hoe goed de gebruiker gestuurde gevel wordt begrepen en hoe er wordt gereageerd op feedback

* Required

1. **Naam:** *

2. **Bent u een** *
Mark only one oval.
- man
- vrouw

3. **Wat is uw leeftijd** *

4. **wat is uw email adress**
Nadat alle testen zijn afgenomen wordt onder de deelnemers een beloning verloot.

5. **Wat is uw beroep/opleiding**

6. **Begrijpt u de werking van de adaptieve gevel** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Heel slecht	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel goed

7. **Hoe moeilijk vindt u de bediening van de adaptieve gevel** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Heel moeilijk	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel gemakkelijk

8. **Heeft u de samenstelling van de gevel aangepast** *
Mark only one oval.
- Ja
- Nee

9. **Zo ja, Hoe heeft u dat gedaan en waarom ?**

10. **Heeft u op andere manieren geprobeerd het voor u in de testruimte prettiger te maken ?** *
Mark only one oval.
- Ja
- Nee

11. **Zo ja waarom en hoe?**

12. **Hoe tevreden was u over het uiteindelijke binnenklimaat** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel erg

13. **Vond u het binnen ....**
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Te koud	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Te warm

14. **Beschouwt u het bereikte binnenklimaat als een persoonlijke prestatie** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal

15. **Denkt u dat de gebruiker gestuurde adaptieve gevel de door u uitgevoerde controle over het binnenklimaat verhoogt** *
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Absoluut

16. **Denkt u dat u in staat bent om het binnenklimaat met behulp van de gebruiker gestuurde gevel voor u prettiger te maken ?**
(het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Absoluut

Deel 2

Uit computersimulaties is gebleken dat wanneer de gebruiker gestuurde gevel op een juiste manier wordt gebruikt dit een flinke reductie in de CO2-uitstoot kan betekenen.

U hebt het binnenklimaat geregeld met behulp van de adaptieve gevel. Hiermi bent u dus zelf actief betrokken bezig bij de vermindering van de CO2-uitstoot.

De ruimte hoeft dan namelijk minder verwarmd of gekoeld te worden.
Door het bedienen van de gevel zou u dus in staat moeten zijn om het milieu te ontlasten.

****

Stelt u zich voor dat u de onderstaande producten wilt kopen.
U kiert steeds uit twee - wat ontwerp en kwaliteit betreft - dezelfde producten kiezen.

Optie één is 10 % duurder, maar duurzaam geproduceerd.

Optie twee is goedkoper maar niet duurzaam geproduceerd.

Geef voor elk product aan welke optie u zou kiezen

19. **Spijkerbroek**
Mark only one oval.
- Een design spijkerbroek - duurzaam geproduceerd € 110,-
- Een design spijkerbroek - niet duurzaam geproduceerd € 100,-

20. **Koffie**
Mark only one oval.
- 1 pond A-merk koffie - duurzaam geproduceerd € 4,40
- 1 pond A-merk koffie - niet-duurzaam geproduceerd € 4,00

21. **Fiets**
Mark only one oval.
- Een city bike - duurzaam geproduceerd € 365,-
- Een city bike - niet-duurzaam geproduceerd € 350,-

22. **T-shirt**
Mark only one oval.
- Een katoenen t-shirt - duurzaam geproduceerd € 5,50
- Een katoenen t-shirt - niet duurzaam geproduceerd € 5,-

23. **Laptop**
Mark only one oval.
- Laptop - duurzaam geproduceerd € 880,-
- Laptop - niet-duurzaam geproduceerd € 800,-

24. **Tas**
Mark only one oval.
- Een designer tas - duurzaam geproduceerd € 88,-
- Een designer tas - niet duurzaam geproduceerd € 80,-

25. **Eieren**
Mark only one oval.
- 10 eieren - duurzaam geproduceerd € 2,20
- 10 eieren - niet-duurzaam geproduceerd € 2,-

26. **Smart Phone**
Mark only one oval.
- Smart Phone - duurzaam geproduceerd € 440,-
- Smart Phone - niet-duurzaam geproduceerd € 400,-

27. **Pen**
Mark only one oval.
- Pen - duurzaam geproduceerd € 1,10
- Pen - niet-duurzaam geproduceerd € 1, -

28. **Broodje Kip-gezond**
Mark only one oval.
- Broodje Kip-gezond - duurzaam geproduceerd € 3,30
- Broodje Kip-gezond - niet-duurzaam geproduceerd € 3,-

Bijlage 6-2 Enquête Unit Gebruiker Gestuurde Adaptieve Gevel

In deze test wordt onderzocht hoe goed de gebruiker gestuurde gevel wordt begrepen en hoe er wordt gereageerd op feedback

* Required

1. **Naam:** *

2. **Bent u een** *
   Mark only one oval.
   - man
   - vrouw

3. **Wat is uw leeftijd** *

4. **wat is uw email adress**
   Nadat alle testen zijn afgenomen wordt onder de deelnemers een balloting verloot

5. **Wat is uw beroep/opleiding**

6. **Begrijpt u de werking van de adaptieve gevel** *
   (het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Heel slecht	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel goed

7. **Heeft u geprobeerd het voor u in de testruimte prettiger te maken ?** *
   Mark only one oval.
   - Ja
   - Nee

8. **Zo ja waarom en hoe?**

Deel 2

Uit computersimulaties is gebleken dat wanneer de adaptieve gevel op een juiste manier wordt gebruikt dit een flinke reductie in de CO2-uitstoot kan betekenen.
Door de slimme gevel hoeft de ruimte /namelijk minder verwarmd of gekoeld te worden

****

Stelt u zich voor dat u de onderstaande producten wilt kopen.

U kunt steeds uit twee - wat ontwerp en kwaliteit betreft - dezelfde producten kiezen.

Optie één is 10 % duurder, maar duurzaam geproduceerd.

Optie twee is goedkoper maar niet duurzaam geproduceerd.

Geef voor elk product aan welke optie u zou kiezen

15. **Spijkerbroek**
    Mark only one oval.
    - Een designer spijkerbroek - duurzaam geproduceerd € 110,-
    - Een designer spijkerbroek - niet-duurzaam geproduceerd € 100,-

16. **Koffie**
    Mark only one oval.
    - 1 pond A-merk koffie - duurzaam geproduceerd € 4,40
    - 1 pond A-merk koffie - niet-duurzaam geproduceerd € 4,-

17. **Fiets**
    Mark only one oval.
    - Een city bike - duurzaam geproduceerd € 385,-
    - Een city bike - niet-duurzaam geproduceerd € 350,-

9. **Hoe tevreden was u over het uitwendelijke binnenklimaat** *
   (het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Heel erg

10. **Vond u het binnen ....**
    (het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
    Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Te koud	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Te warm

11. **Beschouwt u het bereikte binnenklimaat als een persoonlijke prestatie** *
    (het middelste rondje (4) geeft een neutrale mening weer)
    Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Helemaal niet	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Helemaal

18. **T-shirt**
    Mark only one oval.
    - Een katoenen t-shirt - duurzaam geproduceerd € 5,50
    - Een katoenen t-shirt - niet-duurzaam geproduceerd € 5,-

19. **Laptop**
    Mark only one oval.
    - Een laptop - duurzaam geproduceerd € 880,-
    - Een laptop - niet-duurzaam geproduceerd € 800,-

20. **Tas**
    Mark only one oval.
    - Een designer tas - duurzaam geproduceerd € 88,-
    - Een designer tas - niet-duurzaam geproduceerd € 80,-

21. **Eieren**
    Mark only one oval.
    - 10 eieren - duurzaam geproduceerd € 2,20
    - 10 eieren - niet-duurzaam geproduceerd € 2,-

22. **Smart Phone**
    Mark only one oval.
    - Smart Phone - duurzaam geproduceerd € 440,-
    - Smart Phone - niet-duurzaam geproduceerd € 400, -

23. **Pen**
    Mark only one oval.
    - Een pen - duurzaam geproduceerd € 1,10
    - Een pen - niet duurzaam geproduceerd € 1,-

24. **Broodje Kip-gezond**
    Mark only one oval.
    - Broodje Kip-gezond - duurzaam geproduceerd € 3,30
    - Broodje Kip-gezond - niet-duurzaam geproduceerd € 3,-

Bijlage 7-1 Tegoedbon Unit 1, Unit 2 en Bedrijven

Bijlage 7-1 Tegoedbon - Unit 1

1. **Tijdens de test heb jij de gebruiker gestuurde adaptieve gevel in Unit 1 bediend. Door het openen/sluiten van de gevel - en daarmee het veranderen van de isolatiegraad van de gevel - heb jij het energiegebruik voor de verwarming en/of koeling behoorlijk verminderd. De gevel kan bijdragen aan de milieuvriendelijkheid van gebouwen. En bij dit type gevel vervult de gebruiker – jij dus – een actieve rol in het energiezuiniger krijgen van onze gebouwen.**
   Naam:

2. Zoals beloofd zullen onder alle deelnemers een tegoedbon worden verloot. Je kunt hieronder aangeven voor welke tegoedbon je in aanmerking zou willen komen.
   Mark only one oval.
   - ( ) Cadeaubon Mediamarkt : 50 €
   - ( ) Een Oxfam-Novib cadeau voor een ontwikkelingsland (varken + groentetuin): 50 €
   - ( ) Een reischeque : 50 €
   - ( ) Fair trade pakket (wijn, koffie, chocolade, rijst, thee) : 50 €

Bijlage 7-1 Tegoedbon - Unit 2

1. **In Unit 2 heb jij de adaptieve gevel getest. Het afstemmen van de isolatiegraad van de gevel kan het energiegebruik voor de verwarming en/of koeling behoorlijk verminderen. De gevel kan bijdragen aan de milieuvriendelijkheid van gebouwen. Bij dit type gevel is de bijdrage van de gebruiker – van jou dus – in het energiezuiniger maken van het gebouw echter relatief gering. Dat heb je natuurlijk ook tijdens de test gemerkt. Jij mocht de samenstelling van de gevel niet veranderen.**
   Naam:

2. Zoals beloofd zullen onder alle deelnemers een tegoedbon worden verloot. Je kunt hieronder aangeven voor welke tegoedbon je in aanmerking zou willen komen.
   Mark only one oval.
   - ( ) Cadeaubon Mediamarkt : 50 €
   - ( ) Een Oxfam-Novib cadeau voor een ontwikkelingsland (varken + groentetuin): 50 €
   - ( ) Een reischeque : 50 €
   - ( ) Fair trade pakket (wijn, koffie, chocolade, rijst, thee) : 50 €

Tegoedbon Bedrijven

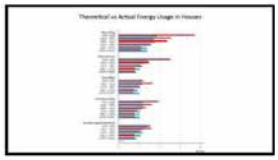
U heeft meegewerkt aan mijn promotieonderzoek door de aan u toegestuurde enquête in te vullen. Hiervoor bedank ik u hartelijk.

Zoals in de enquête beloofd zal onder de deelnemers een beloning worden verloot. Hieronder kunt u aangeven voor welke tegoedbon u in aanmerking zou willen komen.

1. Naam:

2. Zoals beloofd zullen onder alle deelnemers een tegoedbon worden verloot. Je kunt hieronder aangeven voor welke tegoedbon je in aanmerking zou willen komen.
   Mark only one oval.
   - ( ) Cadeaubon Mediamarkt : 50 €
   - ( ) Een Oxfam-Novib cadeau voor een ontwikkelingsland (varken + groentetuin): 50 €
   - ( ) Een reischeque : 50 €
   - ( ) Fair trade pakket (wijn, koffie, chocolade, rijst, thee) : 50 €

Bijlage 8-1 Presentatie Workshop

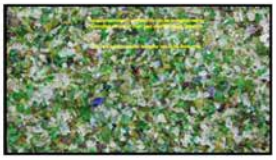


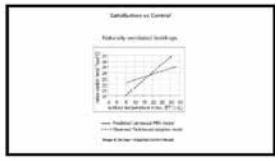
Bruno Latour : Scripting Techniques

Bruno Latour : Scripting Techniques

Bruno Latour : Scripting Techniques

Bruno Latour : Scripting Techniques



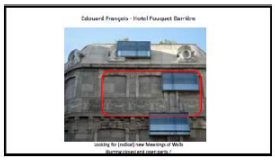


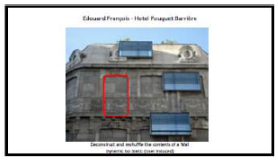
SuperMoist

Three ways towards sustainability (Hopwood)
Status Quo = Evolution
Transform
Reform = Revolution

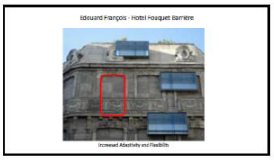
Edouard François - Hotel Fouquet Barrière

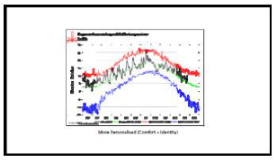
Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
Looking for (radical) new Meetings of Walls

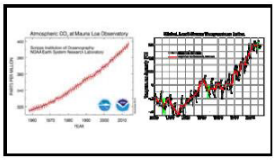

Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
Looking for (radical) new Meetings of Walls

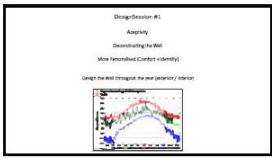

Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
Deconstruct and reshuffle the contents of a Wall

Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
Complexity Increase


Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
Increased Adaptivity and Flexibility



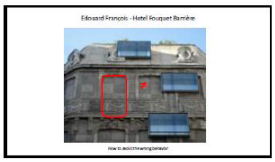

Atmospheric CO2 at Mauna Loa Observatory
Global Land-Ocean Temperature Index


DesignSession #1
Adaptivity
Deconstructing the Wall
Move Personalised (Comfort = identity)
Design the Wall throughout the year (exterior / interior)

DesignSession #2
Metabolise the Walls)
Design the Mechanism(s)

DesignSession #3
User Interface (Activating the Users)

Edouard François - Hotel Fouquet Barrière


Edouard François - Hotel Fouquet Barrière
How to avoid (warning) behavior

How to avoid "wrong" behavior
Confirm to present knowledge – it is sociable and understandable, its intuitive
Prove the feasibility of alternative action by adding behavioral patterns
Do what it promises to do (reliability –building a relationship)
Retain sufficient control
Give sufficient feedback – is it warning, was the order received and understood
Give compensation (Contains the sense factor)

DesignSession #3
User Interface (Activating the Users)

Glossarium

TERM	Verklaring
Aquifer	Waterhoudende grondlagen waarin warmte en koude opgeslagen kan worden. Dit ten behoeve van lagetemperatuursystemen om gebouwen te klimatiseren.
Adaptive Comfort Standard	Het uitgangspunt van het adaptieve comfortmodel is dat een mens een comfortzoekend wezen is (Bedford 1936; Nicol & Humphreys, 2002; Oseland et al., 1998; Vroon, 1990) en op een dynamische manier een interactie wil aangaan met haar omgeving. Dit gebeurt door de kleding aan te passen, de ramen te openen, zonwering te laten zakken en door in gebouwen te zoeken naar omstandigheden die beter bij de wens passen. De controle heeft een positief effect op de tevredenheid over het binnenklimaat (De Dear et al., 1997; Humphreys & Nicol, 1998; De Dear, 2004; Humphreys et al., 2007; Brager et al., 2004; Vroon, 1990; Steemers & Manchanda, 2012).
Adversarial design	Een term door DiSalvo (2012) geïntroduceerd om design met agonistische kwaliteiten te omschrijven.
Afhankelijke variabel	Met deze variabel wordt niet geëxperimenteerd - haar waarde hangt af van de variabelen die wel worden gemanipuleerd (onafhankelijke variabelen). Ze worden ook uitkomstvariabelen genoemd (Field, 2013).
All-electric woning	Woning die volledig afhankelijk is van elektriciteit – dus ook voor de verwarming. Deze woningen hebben geen gasaansluiting meer. Er wordt gebruik gemaakt van passieve en actieve zonne-energie.
Analysis of Covariance (ANCOVA).	Dit model onderzoekt het effect van verschillende covarianten en factoren op de afhankelijke variabel. Tegelijkertijd wordt ook de beïnvloeding van de verschillende covarianten en factoren op elkaar in de analyses meegenomen.
ATG-methode	Adaptieve Temperatuur Grenswaarden-methode is gebaseerd op de Adaptive Comfort Standard. In de methode worden twee typen ruimtes onderscheiden. In α-ruimtes kunnen de gebruikers invloed op het binnenklimaat uitoefenen, maar is geen actieve koeling aanwezig. In β-ruimtes zijn geen of weinig te openen ramen – de invloed van de gebruiker op het binnenklimaat is gering. Er worden vier klimaatklassen onderscheiden met verschillende percentages ontevredenen (PPD): A-klasse: 5%; B-klasse maximaal 10%; C-klimaat maximaal 15% ontevredenen en in een klasse D-ruimte mag maximaal 25% van de gebruikers het aangeboden binnenklimaat als onvoldoende beoordelen.
Autonomie	Zelfwetgeving. Autonome acties worden door niets anders dan door de persoon zelf ge- stuurd en zijn ook persoonlijk bepaald (Deci & Ryan, 1987).
Building Related Illnesses (BRI)	Geïntroduceerd voor ziektes die door het gebouw worden veroorzaakt, maar die niet ver- dwijnen als het gebouw wordt verlaten.

>>>

TERM	Verklaring
Brise soleils	Zonwering die buiten het gebouw is opgehangen. In deze dissertatie gaat het om de door Le Corbusier ontwikkelde betonnen varianten waarmee niet alleen direct zonlicht werd geweerd maar waarmee de gebouwen ook extra massa kregen. En daarmee extra accumulerend vermogen.
Cronbach α-analyse	Met de betrouwbaarheidscoëfficiënt kan worden vastgesteld of verschillende items ondergebracht mogen worden in één schaal zonder dat dit ten koste gaat van de statistische juistheid.
Creatieve destructie	Het oude en bestaande wordt vernietigd door het technisch verbeterde. (Schumpeter, 1942). Dit gebeurt niet zo zeer omdat het bestaande slecht functioneert, maar omdat het een volgende stap in de 'vooruitgang' in de weg staat (Van Lente, 2006).
Default	Default is de standaardkeuze. De hersenen trachten de hoeveelheid energie die besteed moet worden aan analyses te beperken. Bij default wordt voor de meest voor de hand liggende (default) optie gekozen (Kahneman 2011). Default wordt vaak beschouwd als de sociale norm (Potter & Prast, 2009).
Descriptieve normen	Normen die omschrijven hoe mensen zich in de praktijk werkelijk gedragen. Dit geobserveerde gedrag kan worden overgenomen (Cialdini et al., 1991; Cialdini, 2003).
Doelframing-theorie	Volgens deze theorie is het menselijk gedrag afhankelijk van drie zogenaamde overkoepelende doelframes: het hedonistische doelframe, het winstdoelframe en het normatieve doelframe. Hedonistische doelen hebben betrekking op het direct bevredigen van de basale behoeften. Bij winstdoelen ligt de focus op het bewaken en het vergroten van de bronnen. De normatieve doelen gaan over het doen van het 'juiste'; hoe denken mensen dat zij zich zouden moeten gedragen (Lindenberg & Steg, 2007).
Ego-depletie	Cognitieve uitputting die ervoor zorgt dat de energie ontbreekt om de cognitieve analyses die voor een gedragsverandering noodzakelijk zijn uit te kunnen voeren (Baumeister, 2002; Baumeister et al., 1998; Hagger et al., 2010; Martijn et al., 2007)
EnergiePrestatieCoëfficiënt	Maat voor energiezuinigheid van een gebouw. De berekeningsmethode is omschreven in NEN 7120. De waarde 1,0 komt overeen met het gemiddelde energiegebruik van een woning in 1990. Woningen moeten sinds 2015 een EPC van 0,4 hebben; in 2020 moet die 0 zijn. De woning is dan energieneutraal.
Framing effect	De manier waarop informatie wordt geïnterpreteerd - in deze dissertatie vooral betrekking hoe de begrippen winst en verlies worden geïnterpreteerd. Verlies wordt als negatiever ervaren dan winst met dezelfde omvang.
Gewoonte	Vaak uitgevoerd gedrag dat als succesvol wordt beschouwd
Hedonistische tredmolen	Het idee dat werkelijk geluk nooit wordt bereikt omdat geluk relatief is en er altijd wel anderen zijn die meer hebben (Brickman & Campbell, 1971).

>>>

TERM	Verklaring
Hervormingen	Van de drie wegen die Hopwood et al. (2005) hebben onderscheiden waarmee een duurzame maatschappij bereikt zou kunnen worden, is dit de weg die om ingrijpender, radicale technische veranderingen vraagt (Hopwood, Mellor & O'Brien, 2005).
Identiteit	Het label waarmee iemand zichzelf omschrijft (Cook et al., 2002).
Injunctieve normen	Normen hoe mensen zich zouden moeten gedragen (Cialdini et al., 1991; Cialdini, 2003)
Intuïtie	Intuïtie ontstaat bij de gratie of als gevolg van kennis en veel oefening. Door herhalingen worden patronen snel herkend waardoor direct voor de juiste handeling kan worden gekozen (Simon, 1992; Rasmussen, 1993; Bastick, 1982 zoals geciteerd in Blackler et al., 2010; Kahneman 2011).
Kracht van een effect	Een objectieve en gestandaardiseerde maat om de grootte van het geobserveerde effect te duiden. In deze dissertatie wordt de maat van Cohen aangehouden (Field, 2013).
Kruskal-Wallis Test	Een non-parametrische test die de verschillen op de mediaan analyseert en waarmee de verschillen ten opzichte van onafhankelijke klassen kunnen worden gevonden.
Kwalitatieve variabel	Nominale (de gebruikte getallen geven geen werkelijke ordening, maar zijn bedoeld om de een van de ander te onderscheiden) of ordinale variabele (data die aangeeft in welke volgorde iets is gebeurd, maar die niets zegt over de waarde ervan) (Field, 2013)
Kwantitatieve variabel	Interval (data is gebaseerd op een schaal waarvan de onderlinge afstanden gelijk zijn) en ratio (ook hierbij is een schaal gehanteerd waarvan de afstanden gelijk zijn, maar de afstanden geven ook een waardeoordeel (Field, 2013).
Logistische regressie	Een voorbeeld van een meervoudige regressie. De uitkomst variabel is een categorische variabel. In deze dissertatie bestaat de categorische variabel uit twee elementen (man/vrouw; aan/uit) (Field, 2013)
Mann-Whitney test.	Met deze analyse wordt getoetst of twee groepen (in dit geval de categorische variabelen mannen en vrouwen) van elkaar verschillen op een afhankelijke variabel (Field, 2013)
Milieugeoriënteerde zelfidentiteit	De mate waarin iemand zichzelf als persoon beschouwt wiens acties milieuvriendelijk zijn (Van der Werff et al., 2013).
Modernen	In deze dissertatie is het een verwijzing naar de architectuurstroming die aan het eind van de 19e/begin van de 20e eeuw onstond en die de functionaliteit van een gebouw boven de esthetische kwaliteiten van een gebouw stelde. De esthetiek werd als de uitkomst van het zoeken naar het functionele gezien. Het ornament werd verworpen. Nieuwe materialen en bouwmethoden werden ingezet om gevels open te breken om licht en lucht naar binnen te brengen.
Moraliserende techniek	Techniek die (een deel van) de verantwoordelijkheden van de mens overneemt (Achter- huis, 1995)
Mur neutralisant	Intelligent gevelsysteem ontwikkeld door Le Corbusier dat bestond uit twee lagen glas waartussen (afhankelijk van het klimaat waarin het gebouw stond) warme of koude lucht zou worden geblazen.

>>>

TERM	Verklaring
Nieuwe Stappenstrategie	De Trias Energetica kan weliswaar beschouwd worden als de voorloper van het nieuwe Stappenstrategie maar het laatste model is veel omvattender. Conform de Cradle-to-Cradle gedachte wordt getracht om de verschillende stromen in de gebouwde omgeving te sluiten. Afval is voedsel. Hiertoe wordt enerzijds gestreefd naar een programmatische afstemming om uitwisseling van bijvoorbeeld koude en warmte tussen verschillende functies mogelijk te maken, maar ook wordt restenergie hergebruikt en vindt er lokaal opslag van energie plaats (Tillie et al., 2008; Van den Dobbelsteen, 2008)
Off-grid huizen	Huizen die niet op het elektriciteitsnet zijn aangesloten.
Onderschrijdingsuren	Uren dat het binnen te koud wordt gevonden.
Ongelijkheidsaversie	Mensen blijken afgunstig jegens anderen die het beter hebben, maar hebben de neiging om zich altruïstisch te gedragen jegens mensen met minder (Tiemeijer, 2009).
Ongepaarde t-test	Test waarbij wordt onderzocht of de gemiddelden van twee onafhankelijke items significant van elkaar verschillen (Field, 2013).
Optimisme bias	Het systematisch onderschatten van de kans dat iets persoonlijk schade kan berokkenen, (Weinstein, 1980; Freeman & Kunreuther, 2002).
Overschrijdingsuren	Uren dat het binnen te warm wordt gevonden.
Non-parametrische tests	Anders dan bij de andere genoemde statistische analyses wordt bij deze tests er niet vanuit gegaan dat de data normaal is verdeeld.
Passiefwoningen	Woningen met een energiegebruik voor de verwarming en koeling dat onder de 15 kWh/m² ligt. Dit wordt bereikt door de gesloten gevels goed te isoleren (tot Rc van 10 m²K/W), drie lagen glas in thermisch onderbroken kozijnen, een uitstekende kierdichting en energie-efficiënte, mechanische manieren van ventileren toe te passen.
PMV/PPD	Predicted Mean Vote/ Predicted Percentage of Dissatisfied. Methode ontwikkeld door Fanger (1970) waarmee de gemiddelde waardering van kantoorgebruikers en het percentage Ontevredenen in volledig geconditioneerde gebouwen kan worden voorspeld.de gemiddelde waardering van het binnenklimaat kan worden bepaald.
Radicale innovatie	Verganti en Öberg (2013) stellen dat om radicaal genoemd te mogen worden de betekenis van een product veranderd moet worden. Volgens hen gaat de betekenis van een product niet zo zeer over -hoe- maar -waarom- een product wordt gebruikt. Deze benadering geeft *betekenis* een sociaal-culturele context en maakt tevens duidelijk dat een radicale innovatie niet over het optimaliseren van een product kan gaan.
Reboundeffect - direct	Door het gedrag van de gebruikers pakt de energiewinst minder hoog uit dan theoretisch berekend. De hogere efficiëntie zorgt er voor dat energie relatief goedkoper wordt of in ieder geval als relatief goedkoop wordt ervaren
Reboundeffect - indirect	Het geld dat uitgespaard wordt door een verhoogde efficiëntie wordt aan andere (energie verspillende) activiteiten besteed

>>>

TERM	Verklaring
Risky-choice frames	Als verlies onvermijdelijk blijkt dan slaat behoudzucht om in een bereidheid om grote risico's te nemen (Kahneman, 2011). Er worden onverantwoord hoge kosten geaccepteerd om het verlies te voorkomen (Thaler & Johnson, 1990; Levin et al., 2002; Hertwig & Erev, 2009)
Scripten	Objecten die op een dusdanige manier zijn ontworpen dat het gewenste gedrag er als het ware in is voorgeprogrammeerd (Latour, 1997; 2002).
Significant/niet significant	Het al dan niet significant zijn van een effect geeft aan hoe groot de kans is dat een gevonden effect op toeval berust. En dat de nulhypothese dus ten onrechte wordt verworpen. Hoe kleiner de kans hierop (en dus hoe kleiner de p-waarde) hoe groter de kans dat het gemeten effect een echt effect is. In deze studie wordt een maximale p = .05 gehanteerd. De maximale kans dat het gevonden effect op toeval berust is derhalve 5%.
Standaardafwijking	Spreiding van een variabele
Status Quo	Bij Status Quo – een van de wegen die door Hopwood et al. (2005) zijn onderscheiden waarmee een duurzamer maatschappij kan worden bereikt - wordt de noodzakelijke progressie door technologische verbeteringen bereikt; niet door ingrijpende veranderingen.
Status quo-bias	Mensen waarderen bezittingen gemiddeld drie keer hoger dan zaken die men niet bezit, zelfs als die nieuwe producten of diensten ons meer waarde bieden ('endowment effect'). Hierdoor houden mensen vast aan dat wat ze hebben. Des te langer mensen iets bezitten, des te moeilijker ze daar afstand van doen (Kahneman et al., 1991; Samuelson & Zeckhauser, 1988).
SBS	Wordt een spectrum van werk gerelateerde maar niet specifieke ziektes bedoeld die zowel lichamelijk als geestelijk kunnen zijn maar waarvan de oorzaak onduidelijk is.
Theorie van Gepland Gedrag	De Theorie van Gepland Gedrag verklaart gedrag meer vanuit het eigenbelang (Bamberg & Moser, 2007). Of de intentie om een bepaald gedrag uit te voeren aanwezig is, is afhankelijk van de attitude, de subjectieve norm en de gepercipieerde controle. De attitude draait om de verwachte uitkomsten van dat gedrag. De subjectieve norm houdt de sociale druk in die iemand zal ervaren om een bepaald gedrag wel of juist niet uit te voeren. Ten slotte moet men het gevoel hebben in staat te zijn om het bepaalde gedrag op een succesvolle manier uit te voeren (gepercipieerde controle) (Ajzen, 1985; 1991; 1996; 2001).
Thermisch behaaglijk	Een geestestoestand die tevredenheid met die thermische omgeving uitdrukt bij een bepaald activiteitenniveau en type kleding (Fanger, 1970).
Thermisch discomfort	Subjectieve ontevredenheid over het heersende binnenklimaat (Schlader et al., 2013)
Transformatie	Bij deze weg om een duurzame maatschappij te bereiken staat niet de mens maar de natuur centraal. De natuur wordt bij transformatie beschermd tegen de mens (Hopwood, 2005).

>>>

TERM	Verklaring
Trias Energetica	Driestappenstrategie om een energiezuinig ontwerp te maken. Eerst wordt de energievraag beperkt; daarna moet vooral energie afkomstig van herieuwbare bronnen worden gebruikt en tenslotte moet zo efficiënt mogelijk gebruikt worden gemaakt van fossiele brandstoffen (Lysen, 1996).
Verleidende Techniek	Ontwerpen die de gebruiker trachten te overreden om zich op een bepaalde manier te gedragen (Midden et al., 2007; Midden et al., 2008; Redström, 2006).
Verliesaversie	Mensen reageren veel sterker op verlies dan op de winst van dezelfde omvang (Kahneman et al., 1991; Levin et al., 2002; Chen et al., 2005; Morewedge et al., 2009).
Waarden	Tamelijk waardevaste, situatie overstijgende, gidsende en abstracte principes in iemands leven (Schwartz, 1992).
Warmtebalans (steady state)	De hoeveelheid energie die door het lichaam gebruikt wordt in de vorm van arbeid en het warmteverlies door straling, convectie, geleiding en verdamping is gelijk zijn aan de hoeveelheid energie die wordt verkregen.
Warmtegeleidingscoëfficiënt	De warmtegeleiding van materialen. Hoe lager de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) hoe slechter het materiaal warmte geleidt en hoe beter het materiaal isoleert.
Warmteweerstand	Is afhankelijk van de warmtegeleidingscoëfficiënt en de dikte van het materiaal.

Curriculum Vitae

Ed Melet is geboren op 25 april 1961 in Den Haag. Hij is getrouwd met Sylvia en vader van twee kinderen: Juëlle en Yop.

Na wat omwegen is hij in 1986 aan de avond-HTS Rotterdam Bouwkunde gaan studeren en is in 1990 afgestudeerd. De opgedane bouwkundige kennis en zijn ervaring als journalist heeft hij na zijn afstuderen gebruikt om als technisch redacteur van het vaktijdschrift de Architect te gaan werken. Hier heeft hij het grensgebied tussen architectuur en bouwtechniek onderzocht. Een terugkerend thema in zijn artikelen was, hoe door middel van toegepaste techniek architectuur interessanter en vooral beter gemaakt kan worden.

Na acht jaar over techniek geschreven te hebben besloot hij zijn kennis op een directe wijze over te gaan brengen en werd docent aan de Hogeschool van Amsterdam. Hier werkt hij nog steeds. Hij heeft onder meer het afstudeeratelier Smart Buildings opgezet, dat tot doel heeft om studenten gebouwen te laten onderzoeken die inherent slim en daarom minder afhankelijk van installaties zijn. Inmiddels werkt hij als hoofddocent Circulair Bouwen en doet hij onderzoek naar manieren om gebouwen en de gebouwde omgeving werkelijk circulair en adaptief te krijgen.

In de loop der jaren heeft hij een aantal boeken geschreven. Duurzame Architectuur (1999), het Architectonisch Detail (2002), Luchtgebonden Bouwen (samen met Eric Vreedenburgh, 2005) en Steden vol Ruimte (als eindredacteur voor Rudy Uytenhaak, 2008) zijn hiervan voorbeelden. Als zijpad heeft hij in 2001 Het Kookboek in eigen beheer uitgegeven.

Verder is hij in 2000 actief betrokken geweest bij de oprichting van de Stichting Living Daylights. Zes jaar lang heeft hij in het bestuur gezeten.