

MASTER

Inventarisatie en kwalificatie van constructieve flexibiliteit

Koopman, Esger F.

Award date:
2010

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Inventarisatie en kwalificatie van constructieve flexibiliteit

Architecture, Building and Planning, sectie Structural Design
Technische Universiteit Eindhoven

E.F. Koopman



Inventarisatie en kwalificatie van constructieve flexibiliteit

AUTEUR

E.F. (Esger) Koopman
0557915

AFSTUDEERCOMMISSIE:

Ir. R. (Rijk) Blok

Dr. Ir. S.P.G. (Faas) Moonen (voorzitter)

Ir. R. (Roel) Gijsbers

5 OKTOBER 2010

Samenvatting

Ontwikkelingen in de samenleving hebben geleid tot een groter wordende discrepantie tussen de technische en functionele levensduur van gebouwen. De verkorting van de functionele levensduur heeft tot gevolg dat veel materiaal gesloopt wordt dat technisch nog prima is staat is zijn functie te vervullen. Vooral de constructie welke de langste technische levensduur heeft in een gebouw wordt op deze manier niet efficiënt gebruikt.

Dezelfde constructie ligt ook aan de basis voor het reduceren van de genoemde discrepantie. Door bepaalde eigenschappen aan een constructie toe te kennen kan deze wijzigingen van andere elementen in een gebouw mogelijk maken, zonder daarbij zelf te hoeven wijzigen. Hier wordt verder met de term constructieve flexibiliteit naar gerefereerd.

Er zijn veel meningen over wat deze eigenschappen van constructieve flexibiliteit moeten zijn om een gebouw aan te kunnen passen aan de eisen van gebruikers. Er ontbreekt echter een compleet beeld van de eigenschappen welke een invloed hebben en hoe belangrijk deze zijn. In dit verslag wordt een methode aangereikt om de constructieve flexibiliteit in kaart te brengen en deze te kwalificeren.

Voor de inventarisatie van constructieve flexibiliteit wordt gebruik gemaakt van een drie dimensionale matrix, waarbij de drie parameters die hierin een rol spelen op de assen zijn uitgezet. De functionele bouwlagen, geplaatst op de x-as, moeten gewijzigd kunnen worden, door hun kortere technische levensduur dan de constructie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de opdelingen volgens Leupen [2002] en de Elementenmethode [1991]. In de diepgerichting is het mogelijk de hoofdconstructie op te delen

naar het gewenste detail niveau. De interactie tussen de constructie en een onderdeel van een andere functionele bouwlaag is verticaal uitgezet. Deze indicatoren beschrijven wat er mogelijk is in de huidige situatie, maar ook welke mogelijkheden de constructie biedt voor in de toekomst.

De samenkomst van een constructiedeel, een functionele bouwlaag en een indicator, in dit onderzoek een configuratie genoemd, bevat de meest gedetailleerde informatie. Door het samenstellen van informatie in een van de drie richtingen van de matrix kan meer globale informatie verkregen worden. Hierdoor kan de gebruiker inzicht verkrijgen in de constructieve flexibiliteit op elk gewenst niveau.

Aggregatie om tot globale scores te komen is een moeilijke opgave gezien de grote afhankelijkheid van persoonlijke opvattingen over de problematiek. In alle stappen in het model zal tot een consensus gekomen moeten worden door gebruikmaking van kennis van experts op dit gebied. In een vereenvoudigde methode zijn de configuraties binnen de matrix vastgesteld, welke het meest belangrijk geacht worden voor de constructieve flexibiliteit.

In dit oriënterend onderzoek, via enquêtes en test-cases, is het gebleken dat het mogelijk is zwaartepunten binnen de matrix aan te wijzen. Tevens blijkt de matrix geschikt voor zijn doel, door inzicht te verschaffen in de constructieve flexibiliteit. Deze conclusies zijn aanleiding tot een verdere verdieping in de materie, waarbij de gebruikte methoden uitgebreid en verbeterd worden.

Summary

The discrepancy between the technical and functional life span becomes larger due to developments in society. The shortening of the functional life span causes the demolition of material that is still able to serve its function. Especially the structure, which has the longest technical life span, is not used in an efficient way.

The structure also forms the base to reduce this discrepancy. By allocating certain properties to a structure, it is capable to allow modifications of other building elements, without the need to change itself. This capability is called the structural flexibility.

The opinions vary on the question what are important properties of structural flexibility, to be able to adapt a building to the changes in demands of the users. A complete picture of the properties, with an influence on the structural flexibility, is missing. The same goes for an overview of the importance of these properties. In this report a method is presented to inventories and qualify the structural flexibility.

A three dimensional matrix is used to inventories the structural flexibility. The three parameters playing a role in the structural flexibility are plotted on the axes. The functional building layers placed on the x-axis, have to be able to change, due to their shorter life span than the structure. The subdivision is based on the divisions made by Leupen [2002] and the Elements method [1991]. In the depth of the matrix it is possible to divide the structure to the required level of detail. The interaction between the structure and another functional building layer is plotted vertically. These indicators describe the possibilities in the current situation, but also the possibilities provided by the structure towards the future.

The intersection in the matrix of a part of the structure, another functional building layer and an indicator, called a configuration, contains the most detailed piece of information regarding structural flexibility. By aggregating the configurations in one or more directions in the matrix, more global information can be obtained. This makes it possible to obtain insights on structural flexibility on every level of detail.

Due to the large influence of personal perceptions on the subject, the aggregation to obtain more global scores is a very difficult task. In all steps of the model knowledge of experts has to be used to come to a consensus. The configurations within the matrix that are the most important towards structural flexibility are determined in a simplified method.

In this orientational research, using surveys and test-cases, it has been possible to determine the key configurations within the matrix. The matrix also proves to be suitable for its function, by providing insights on the structural flexibility. These conclusions are a reason for a deepening into the subject. The used methods can be extended and improved for the continuation of this research.



Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn afstuderen welke de flexibiliteit van constructies in kaart probeert te brengen. Dit alles tegen de achterliggende gedachte van mogelijke duurzame oplossingen die in de bouw hard nodig zijn. Een onderwerp dat mij zeer aan het hart ligt.

Na iets meer dan een jaar met de complexe materie van het onderwerp te hebben geworsteld, waarbij twijfels over het effect van de opdracht niet vreemd waren, is alles toch weer bijeengekomen. De persoonlijke overtuiging, dat een duurzame route binnen de bouw een veel belangrijkere positie verdiend, heeft tot deze bescheiden eerste eigen bijdrage geleid. Ik hoop dat mijn onderzoek deuren opent voor anderen om deze specifieke route naar een duurzame bouw verder te ontwikkelen en het algemene besef hiervan verder doordringt tot de maatschappij. Het zal mij in ieder geval niet meer los laten.

Mijn dank gaat uit naar mijn begeleiders die mij gedurende het afgelopen jaar met raad en daad hebben bijgestaan tot dit gevolg. Een dankwoord voor DHV Den Haag en de gemeente Eindhoven is ook meer dan geplaatst door hun informatiebijdrage voor de gebruikte test-cases. Evenals voor alle mensen die uit vrijwillige basis tijd hebben vrijgemaakt om de enquêtes in te vullen.

Op meer persoonlijk vlak gaat mijn dank uiteraard uit naar mijn ouders en broer die mij gedurende de afgelopen jaren in goede en mindere perioden hebben meegemaakt en gesteund. En tot slot Aniek, die tijdens het afstudeerproces van de eerste gedachten tot de laatste letters op het papier een luisterend oor is geweest, haar kritische blik op dit werk heeft laten vallen en vooral een geweldige steun is geweest. Dank!

Esger Koopman



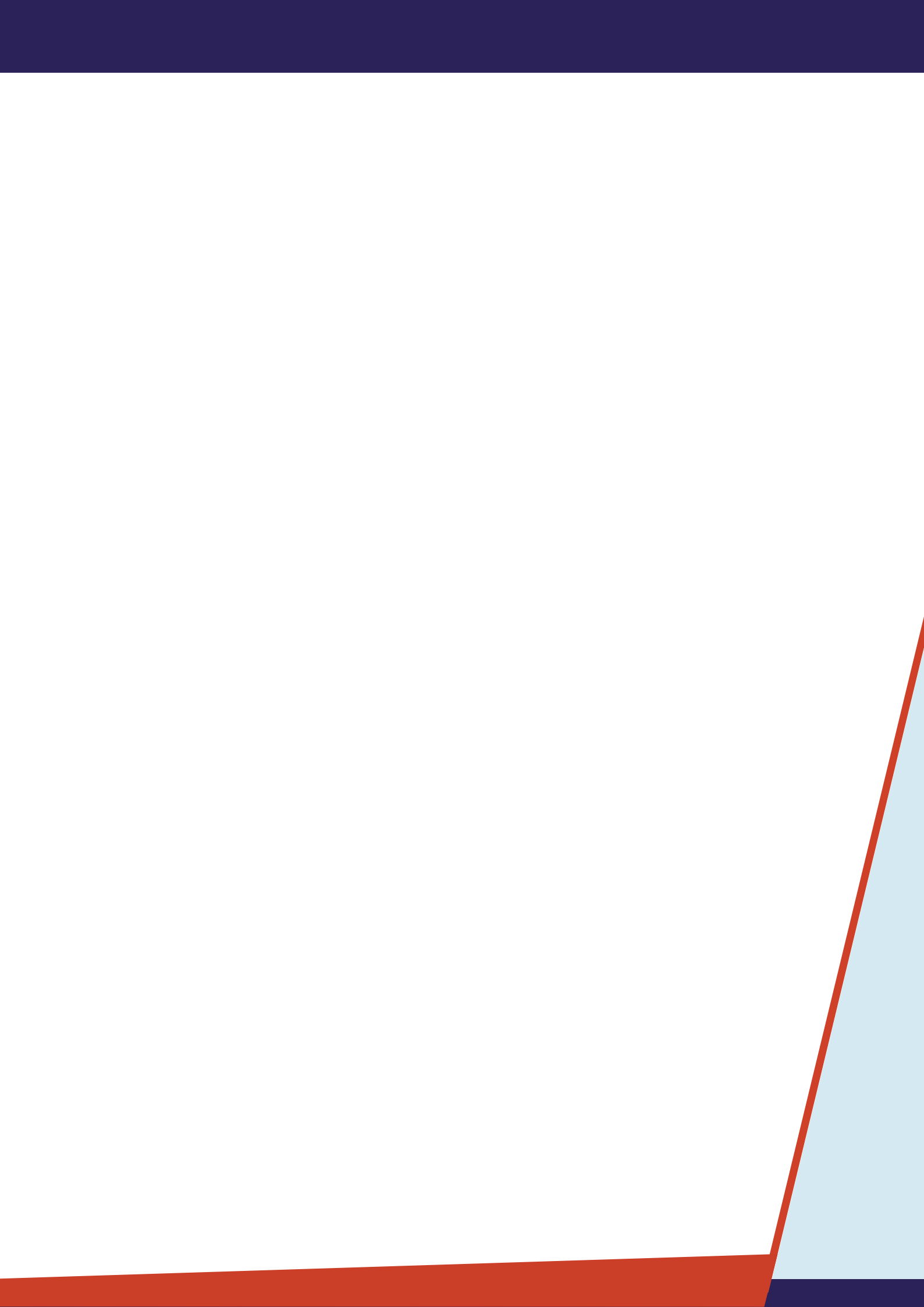
Inhoudsopgave

<i>SAMENVATTING (NL)</i>	4
<i>SUMMARY (EN)</i>	5
<i>VOORWOORD</i>	7
<i>INHOUDSOPGAVE</i>	9
<i>HOOFDSTUK 1: POSITIONERING CONSTRUCTIEVE FLEXIBILITEIT</i>	13
Oorsprong duurzaamheidsgedachte	14
Duurzaamheid in de bouwkunde	15
Functionele en technische levensduur	16
Aanpasbaarheid en flexibiliteit	17
Context van constructieve flexibiliteit	18
<i>HOOFDSTUK 2: PROBLEEMSTELLING</i>	21
Waarom constructieve flexibiliteit	22
Uitgangspunten en doelstelling	23
Onderzoeksvraag en deelvragen	24
Aanpak en relevantie	25
<i>HOOFDSTUK 3: ANALYSE KENNISMODEL HOEKMAN</i>	27
Het model van Hoekman	28
Functionele bouwlagen	28
Constructieve hoofdgroepen	30
Domeinen	31
Basisindicatoren	32
Neurofuzzy netwerk	33
Conclusies	34
<i>HOOFDSTUK 4: ANDERE MODELLERINGEN FLEXIBILITEIT</i>	37
Matrix Jorritsma	38
Matrix Wagemans	40
Matrix Blok	41
Modellering Tool	41
Conclusies	42
<i>HOOFDSTUK 5: MATRIX-MODEL</i>	45
Uitgangspunten model	46
3D-Matrix	47
Indicatoren	49
Begrenzing flexibiliteit / aanpasbaarheid	51
Functionele bouwlagen	52
Constructie-elementen	54
Invulling van de matrix	54

Inhoudsopgave

<i>HOOFDSTUK 6: IMPORTANTIE VAN DE CONFIGURATIES</i>	57
Van gedetailleerde tot globale scores	58
Bepaling importantie	59
Eerste methode	60
Tweede methode	62
Derde methode	63
Vergelijking	65
Vergelijking op basis van achtergrond	67
<i>HOOFDSTUK 7: TEST-CASES</i>	71
Gebouwenkeuze	72
MultiFunk	72
Residentie Gennep	73
Nissan hoofdkantoor	74
Vergelijking gebouwen	76
Enquête gebouwen	78
Vergelijking zwaartepunten	78
Globale vergelijking enquête met matrix	80
Gedetailleerde vergelijking met matrix	81
Conclusies	83
<i>HOOFDSTUK 8: CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</i>	85
Conclusies	86
Aanbevelingen	87
Visie met betrekking tot implementatie	89
<i>BRONVERMELDING</i>	93
<i>BIJLAGEN</i>	XCVII
Bijlage A: Matrix-model	C
Bijlage B: Enquête importanties	CXXIV
Bijlage C: Enquête test-cases	CXL





Hoofdstuk 1

Positionering constructieve flexibiliteit

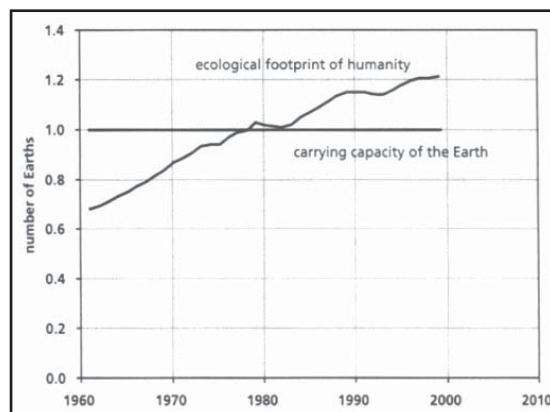
OORSPRONG DUURZAAMHEIDSGEDACHTE

Sinds 1870 is de gemiddelde levensverwachting van de Nederlander opvallend gegroeid van ca. 35 jaar destijds tot 80 jaar tegenwoordig [Lintsen et al. 2005]. De oorzaak hiervan ligt in de ontwikkelingen in de voedselproductie in het begin van de industriële revolutie. Door massaproductie van etenswaren kon voor het eerst in de geschiedenis de totale bevolking boven het bestaansminimum getrokken worden. Door de afname van het sterftecijfer onderging de wereld een ongekende bevolkingsgroei.

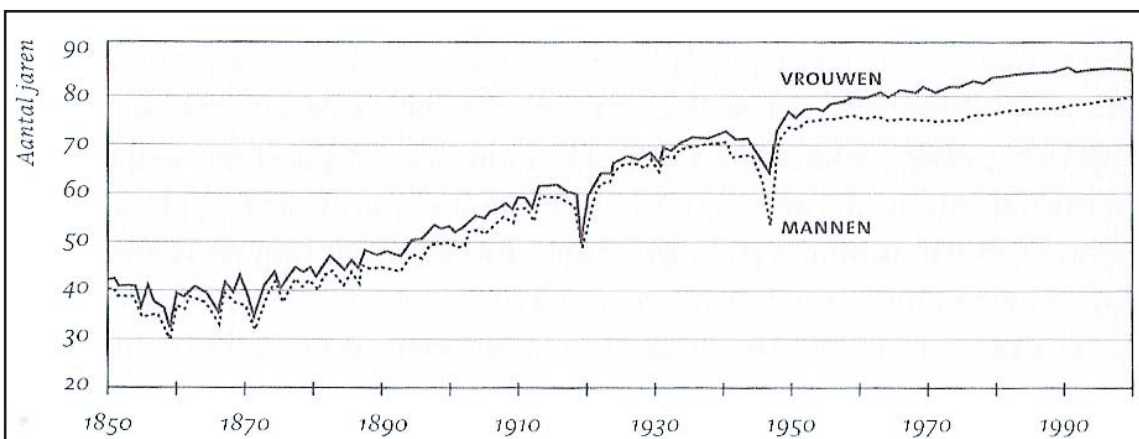
In Groot-Brittannië waar de industriële revolutie al veel eerder voeten in de aarde kreeg, schreef Robert Malthus al in 1798 in zijn 'Essay on the Principle of Population' over de mogelijke problemen van deze bevolkingsgroei: "The power of population is indefinitely greater than the power in the earth to produce subsistence for man". Pas in de tweede helft van de 20e eeuw, met het boek "Limits of Growth" [1972] uitgebracht door de Club van Rome en het rapport "Our common future" [1987], beter bekend als het Brundtland rapport, van de World Commission on Environment and Development drong bij de grote menigte goed door dat deze groei ook

verschillende negatieve gevolgen kent. Er werd voor het eerst aangedrongen tot duurzame ontwikkelingen. De film "An inconvenient truth" [2006] waarin Al Gore een betoog houdt over de problematiek van klimaatverandering is een van de laatste grote wapenfeiten in de publieke onderkenning van deze problematiek.

Zoals Malthus al had onderkent betekent een groter bevolkingsaantal dat er meer voedsel geproduceerd moet worden op hetzelfde aardoppervlak. Nieuwe en efficiëntere productiewijzen, welke vanaf het begin van de industriële revolutie ook in een stroomversnelling raakten, faciliteren deze steeds grotere vraag. Ook op andere gebieden hebben innovaties het huidige leven beter en gemakkelijker gemaakt.



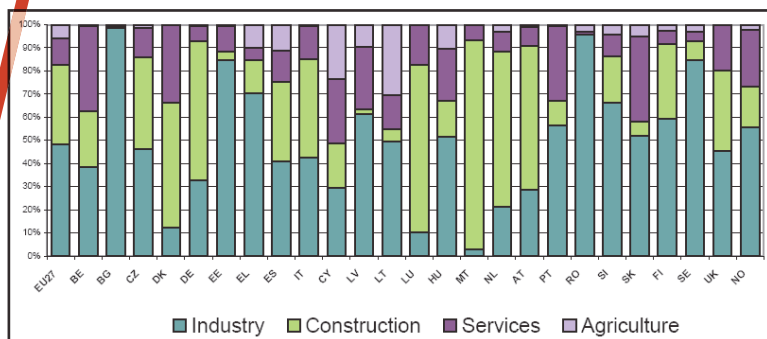
Figuur 1.2 De ecologische voetprint van de wereld laat zien dat sinds de jaren 80 de mensheid meer vraagt van de aarde dan deze aankan.



Figuur 1.1 De gemiddelde levensverwachting in Nederland is vergeleken met het begin van de industriële revolutie verdubbeld.

Milieuprobleem	Bijdrage aan het totaal vanuit de bouw (%)
Aantasting van de ozonlaag	25
Broeikasewfect	33
Verzuring	10
Vermesting	16
Verspreiding van milieugevaarlijke stoffen	9
Afvalstoffen	40
Geluidsoverlast in gebouwen (bureu, verkeer)	30% van de voorraad
Binnenklimaat in gebouwen	80% van de voorraad
Aantasting van landschap door grondstofwinning	500 ha per jaar
Grondstofbehoefte	150 Mton per jaar

Tabel 1.1 De bijdrage van de bouwwereld aan verschillende milieubelastingen [BMB '95].



Figuur 1.3 De aandelen van verschillende sectoren op de totale hoeveelheid geproduceerde afval per land van de EU.

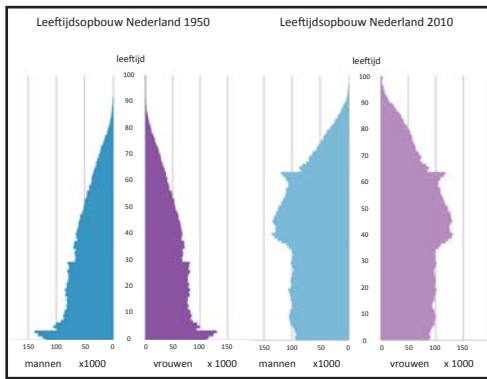
Toch houden deze innovaties geen gelijke tred met de behoeftes, waardoor de capaciteit van de Aarde onder druk komt te staan. De ecologische voetafdruk, welke weergeeft hoeveel aardoppervlak een persoon of land hypothetisch nodig heeft om zichzelf een jaar te onderhouden, geeft een goed beeld van de gevolgen van de ontwikkelde consumptiemaatschappij (figuur 1.2). De bevolking van de wereld gebruikt meer dan de aarde kan produceren. Onderzoek heeft onder andere uitgewezen dat grondstoffen, zoals olie, goud en koper, snel op raken en het broeikasewfect een dusdanige invloed blijkt te hebben dat het klimaat in de wereld meer instabiel wordt. Ook worden de afvalstromen groter, maar de plekken om dit afval op te slaan kleiner [Braungart & McDonough 2002].

DUURZAAMHEID IN DE BOUWKUNDE

Uit onderzoek is gebleken dat de bouwsector een groot aandeel heeft in deze ontwikkelingen. Zo bevindt zich 40% van het totale energieverbruik in deze sector en kan 50% van de afvalstromen aan de bouw toegewezen worden volgens Durmisevic [2006]. Ook uit het enigszins gedateerde onderzoek van de BMB'95 (Beleidsverklaring Milieutaakstellingen Bouw) komen cijfers naar boven waar de grote rol van de bouwwereld in de milieuproblemen uit blijkt (tabel 1.1). Ook op internationaal niveau blijkt de grote invloed van de bouwsector op milieu aspecten zoals ook in figuur 1.3 te zien is [Eurostat 2006]. Uit al deze informatie blijkt de grote verantwoordelijkheid die de bouwsector heeft in het werken naar een duurzame wereld.

Duurzaamheid wordt in de Van Dale omschreven als 'weinig vergankelijk'. In de bouwkunde kunnen drie methoden onderscheiden worden om een gebouw minder vergankelijk te maken. Deze drie methoden worden door Moffatt en Russell [2001] aangeduid met de termen 'durability', 'disassembly' en 'adaptability'.

De meest voor de hand liggende manier is het gebruik van weinig vergankelijke materialen. Deze 'durability' kan opgedeeld worden in het reduceren van het gebruik van energie en grondstoffen en het toepassen van materialen of productiewijzen met een lange levensduur. Bij 'disassembly' moet gedacht worden aan de mogelijkheid tot demontage in het ontwerp, waardoor elementen van een gebouw een nieuw leven kunnen krijgen door hergebruik of recycling. Vanuit het constructie oogpunt is het vergroten van de aanpasbaarheid en flexibiliteit van een gebouw een belangrijke methode om de duurzaamheid te verhogen; de 'adaptability'.



Figuur 1.4 De bevolkingspiramiden van 1950 en 2010 laten een groot verschil zien [CBS].

FUNCTIONELE EN TECHNISCHE LEVENSDUUR

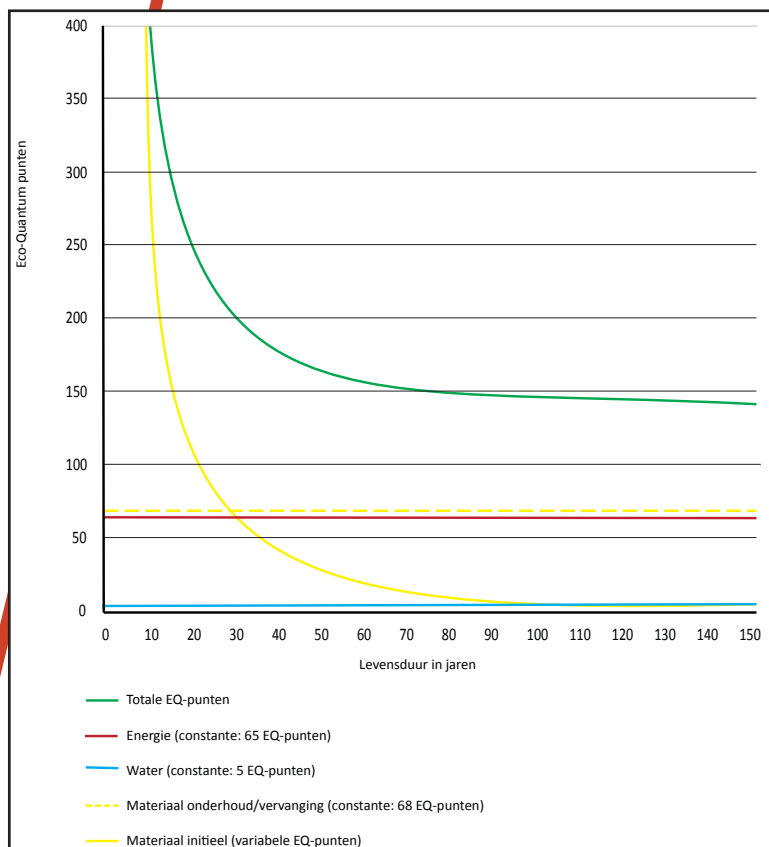
Aanpasbaarheid in gebouwen is pas sinds de jaren 50 relevant. Door ontwikkelingen in de samenleving is het in de huidige tijd geen uitzondering dat woningvoorraad, die nog maar amper enkele decennia geleden is gebouwd, al wordt gesloopt. Dit heeft een demografische achtergrond. De samenstelling van de bevolking is radicaal gewijzigd in de afgelopen decennia. Waar tot de Tweede Wereldoorlog de huizenmarkt gedomineerd werd door familiehuizen, treed er sindsdien een grote differentiatie op in de samenstelling van de gezinnen [Durmisevic 2006]. Zo had de grafische weergave van de bevolkingssamenstelling vroeger de vorm van een piramide, waar het tegenwoordig meer uitgevlakt is; de zogenoemde vergrijzing van de samenleving (figuur 1.4). De familiehuizen kunnen niet meer in een dergelijke bevolkingsopbouw voorzien. In elke andere levensfase zijn andere eisen en wensen aan een woning belangrijk. De gebouwen die gebouwd worden of in het verleden gebouwd zijn kunnen niet mee groeien met de bewoners, waardoor sloop vaak de enige overgebleven optie is.

Ook de toenemende automatisering in de wereld draagt bij aan deze trend. Sinds de industriële revolutie doen steeds meer (elektrische) apparaten hun intrede in de woningbouw. Met name de woningen die in de wederopbouw

periode na de Tweede Wereldoorlog gebouwd zijn, waren niet tegen deze invasie van apparaten bestand en moeten vaak gesloopt worden. Deze woningen zijn vaak gebaseerd op studies van de menselijke maat vanaf de jaren 30, waarmee de ideale woningvolumes bepaald werden. De factor tijd is hierin echter niet meegenomen, waardoor de woningen niet kunnen anticiperen op veranderende verlangens en eisen [Leupen 2002]. In de huidige samenleving gaan de ontwikkelingen op dit gebied al maar sneller, waardoor ook aan de woningbouw grotere dynamische eisen gesteld moeten worden.

De twee voorgaande ontwikkelingen hebben betrekking op de verschillende levensduren van de gebouwen. Aan de ene kant bevindt zich de technische levensduur. Dit is een indicatie hoe lang het gebouw technisch in staat is zijn functies uit te voeren. Aan de andere kant geeft de functionele levensduur de periode weer, in welke het gebouw voldoet aan de eisen van de gebruiker [www.ifd.nl]. De functionele levensduur van een gebouw wordt steeds korter, door steeds sneller opvolgende innovaties en veranderende eisen van de gebruikers. De technische levensduur van een gebouw blijft echter gelijk of wordt zelfs groter door betere kennis en toepassing van materialen.

Waar vroeger de technische en functionele levensduur dicht bijeen lagen, zijn deze de afgelopen decennia uiteengegroeid. Zeker wanneer de constructie van een gebouw bekeken wordt, welke wordt berekend op een technische levensduur van minstens 50 jaar, wordt bij vroegtijdige sloop veel materiaal weggegooid, welke nog prima in staat is zijn technische taak te vervullen. Figuur 1.5 laat zien dat wanneer dit wordt doorgerekend naar de milieubelasting van een woning per jaar, deze milieubelasting omgekeerd evenredig stijgt bij kortere levensduren dan 50 jaar [SEV 2004].



Figuur 1.5 De jaarlijkse milieubelasting uitgedrukt in Eco-Quantum punten van de standaard tuinkamertussenwoning bij een aangenomen levensduur tussen 0 en 150 jaar.

De formule die gebruikt kan worden bij het berekenen van de jaarlijkse milieubelasting laat dit eenvoudig zien. Jaarlijkse milieubelasting $e = a + (I + D)/L$

Hierin zijn a de jaarlijkse kosten, I de realisatiekosten, D de sloopkosten en L de levensduur.

De eisen van gebruikers van gebouwen hebben een verschillende invloed op de levensduur van verschillende elementen. Het is waarschijnlijk dat een distributieleiding eerder vervangen moet worden dan een gevel element. De constructie dient dus op een dusdanige wijze verbonden te zijn met bijvoorbeeld de installaties, zodat de installaties vervangen kunnen worden. Indien dit niet het geval is zal de constructie gesloopt moeten worden en niet zijn technische levensduur kunnen behalen. In de bouwwereld wordt dit een steeds groter probleem gezien de grote mate

van integratie van de verschillende bouwlagen.

Deze spanning tussen levensduren zou in twee richtingen opgelost kunnen worden. Ten eerste het aanpassen van de technische levensduur aan de functionele levensduur; de zogenaamde wegwerpwoonings. Aan de andere kant kan gedacht worden aan het aanpasbaar maken van de gebouwen, zodat het gebouw de dynamiek van de bewoners kan volgen. Op deze manier wordt dus de functionele levensduur van het gebouw als geheel verhoogd. Dit onderzoek gaat uit van de bestaande bouwvoorraad, waarbij de tweede aanpak een veel grotere doelgroep bereikt.

AANPASBAARHEID EN FLEXIBILITEIT

In de voorgaande alinea's zijn de woorden flexibiliteit en aanpasbaarheid meerdere malen ter sprake gekomen. Het is belangrijk voor deze twee termen een duidelijke definitie te handhaven. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de terminologie die gebruikt is door Blok en Van Herwijnen [2005].

Actief accommodatievermogen is de mogelijkheid om als element zelf te veranderen zonder andere delen van het gebouw te beïnvloeden. Dit noemen we aanpasbaarheid. Passief accommodatievermogen is het mogelijk maken van wijzigingen van andere elementen zonder zelf wijzigingen te ondergaan. In deze studie wordt dit flexibiliteit genoemd.

Door de lange levensduur van de constructie, is flexibiliteit van de draagconstructie van groot belang als gekeken wordt naar het accommodatievermogen van een gebouw als geheel. Om deze reden wordt getracht de constructieve flexibiliteit van een gebouw te kwalificeren.

CONTEXT VAN CONSTRUCTIEVE FLEXIBILITEIT

Constructieve flexibiliteit staat niet op zichzelf, maar is verweven met een groot aantal verwante onderzoeksgebieden die betrekking hebben op de duurzaamheid van gebouwen. Veelal worden al deze onderzoeksgebieden bijeengevoegd in een levenscyclus analyse (LCA). In deze methode wordt de impact van bepaalde handelingen uitgedrukt in de kwantiteit aan verschillende schadelijke stoffen die bij deze handelingen gebruikt worden of vrij komen. De LCA-methode blijkt een effectieve manier om de milieuproblematiek in kaart te brengen en hierop de belasting op het milieu mee te nemen in een beslissing.

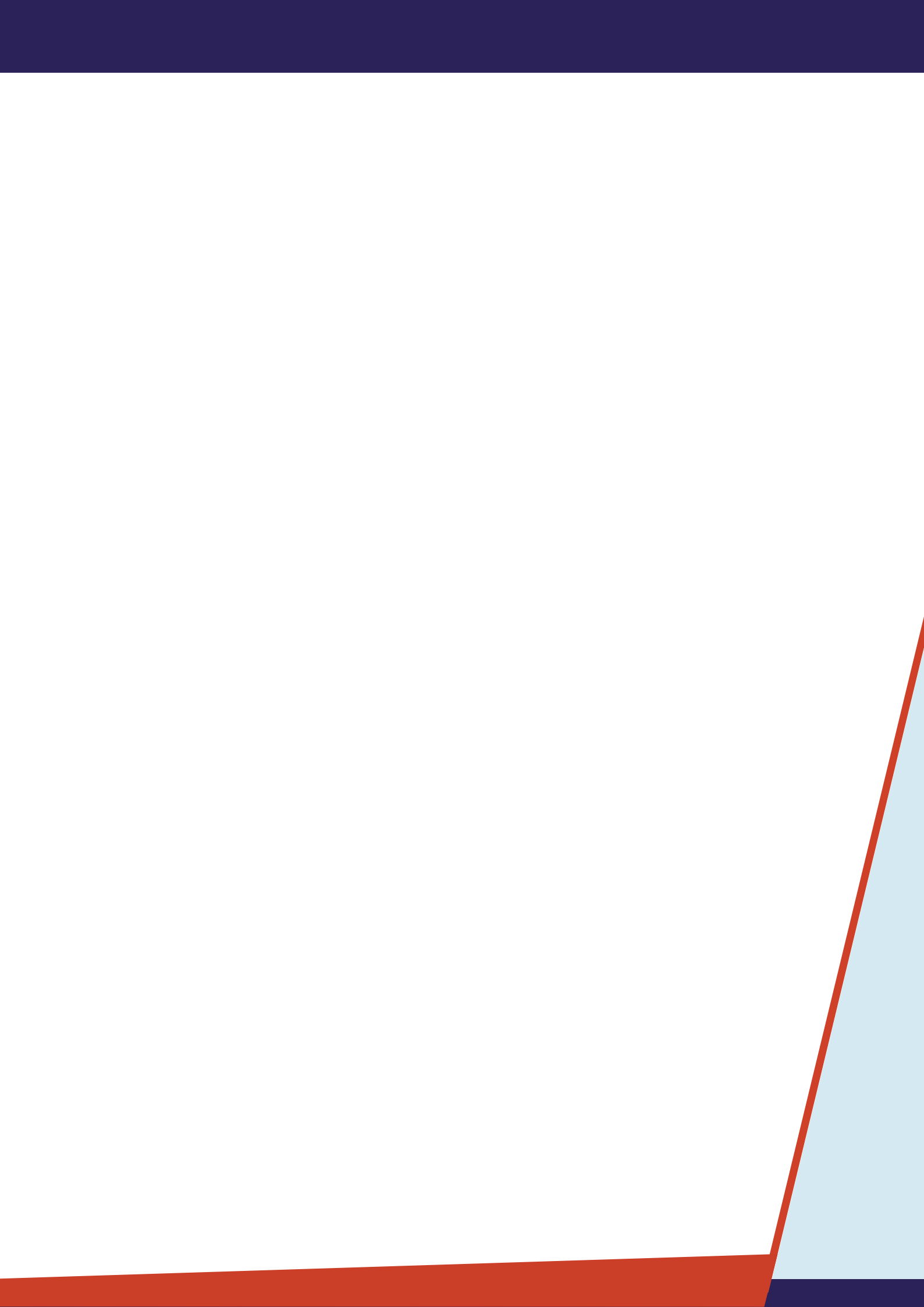
In de verschillende LCA-programma's worden aannames gemaakt voor de levensduur van een gebouw. Het op zijn houden van de functionele levensduur is van groot belang voor de resultaten. Zoals eerder in dit hoofdstuk getoond in figuur 1.5 kan een kleine verkorting van de levensduur een flinke verhoging van de jaarlijkse milieubelasting tot gevolg hebben.

Wanneer buiten de duurzaamheidsvisie gekeken wordt, komen een aantal problemen naar voren wanneer getracht wordt een gebouw flexibel te maken. Er zal namelijk ontworpen moeten worden voor het onbekende. Men kan niet weten welke veranderingen een gebouw in de toekomst te wachten staat. Ontwerpen voor flexibiliteit zal dus betekenen: rekening houden met toekomstscenario's die mogelijk niet plaats zullen vinden.

Bovendien kost het inbouwen van flexibiliteit extra geld, terwijl de investeerder het rendement hiervan vaak niet eens zal zien. In de nabije toekomst zal hiermee dus waarschijnlijk alleen rekening gehouden worden als het geen of nauwelijks extra initiële kosten met zich mee brengt.

Tot slot is het zeer moeilijk het proces naar een flexibel gebouw te coördineren, omdat er zeer veel actoren een rol spelen [Habraken 1985].





Hoofdstuk 2

Probleemstelling

WAAROM CONSTRUCTIEVE FLEXIBILITEIT

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat de vraag naar constructieve flexibiliteit voortkomt uit de steeds groter wordende discrepantie tussen de technische en functionele levensduur. Door voldoende flexibiliteit in te bouwen kunnen deze levensduren weer naar elkaar toegebracht worden, waardoor gebouwen minder snel gesloopt hoeven te worden. Hierdoor kan een eerste stap genomen worden in het verminderen van materiaalgebruik door de bouw en vooral het verminderen van de afvalstromen; twee aspecten waar de bouwsector een groot aandeel in heeft. Een langere levensduur blijkt niet alleen beter voor het milieu, maar is volgens het SEV [2004] en Lichtenberg [2005] ook essentieel voor het behoud van een kwalitatief goede gebouwvoorraad. Volgens Lichtenberg worden er jaarlijks 60 tot 70 duizend woningen gemaakt in Nederland.



Figuur 2.1 Door lekkage was het nodig een nieuw waterdistributienetwerk aan te leggen. Het oude netwerk kon niet verwijderd worden.

Hiervan is ook een deel bestemd voor het uitbreiden van de voorraad. Gezien Nederland op dit moment een voorraad van 6,8 miljoen woningen telt, betekent dit dat de huidige voorraad pas over 100 tot 150 jaar compleet vervangen is. Functionele levensduren van gebouwen van minder dan 50 jaar zijn dus volledig onacceptabel. Wanneer woningen gebouwd worden met een langere levensduur kan de spanning op deze tegenstelling enigszins verlicht worden.

Er bestaan zeer diverse pogingen om gebouwen meer flexibiliteit te geven. Vaak hebben deze betrekking op het vrij kunnen indelen van ruimten. In dit gebied wordt vooral bij kantoren vaker gekozen voor grote open en indeelbare ruimten. Door het plaatsen van verplaatsbare wanden kunnen kleinere ruimtes in de grote ruimte gecreëerd worden, waar een overleg of vergadering kan plaatsvinden (figuur 2.2). Wanneer een nieuwe gebruiker in een dergelijk pand trekt kan deze de ruimte nog steeds geheel naar eigen wens invullen.

Een ander steeds meer toegepast principe ter bevordering van de flexibiliteit is de scheiding van de installaties met de constructie. Zoals eerder genoemd hebben de installaties een veel kortere technische levensduur dan de constructie-elementen. Toch worden deze heel vaak



Figuur 2.2 Verplaatsbare wanden verhogen de indelingsflexibiliteit. Een methode die vaak in kantoren wordt toegepast.

ingestort in een betonnen constructie. Bij onderhoud kan vervolgens deze leiding niet meer bereikt worden wat sloop van de vloer of een omleiding tot gevolg heeft. Dit is bijvoorbeeld gebeurd bij het studentencomplex aan de Balthasar van der Polweg op de campus van de Technische Universiteit Delft, welke in 1997 is opgeleverd. Op diverse locaties binnen het complex zijn lekkages opgetreden in het distributienetwerk van de verwarming. Dit kon niet eenvoudig worden opgelost en betekende een volledige vervanging van dit netwerk boven de vloer op deze bewuste locaties. (figuur 2.1).

Veel systemen zijn ingesprongen op deze problematiek. Het meest bekende voorbeeld hiervan is de Infra+ vloer (figuur 2.4). Hierbij is de onderflens van een staalprofiel ingestort in beton. Hiermee kan de overspanning gemaakt worden. Tussen de staalprofielen is voldoende ruimte voor het aanleggen van diverse distributiesystemen. Wanneer het mogelijk is kunnen in de dwarsrichting ook leidingen gelegd worden doordat op diverse plaatsen openingen zijn gemaakt in de staalprofielen. Op de bovenflens van de staalprofielen kan tot slot een topvloer naar keuze aangebracht worden, welke eenvoudig te verwijderen is voor onderhoudswerkzaamheden.

UITGANGSPUNTEN EN DOELSTELLING

Het inbrengen van constructieve flexibiliteit in nieuwbouw is dus niet iets nieuws. Er zijn talrijke voorbeelden te noemen waarbij een gebouw om

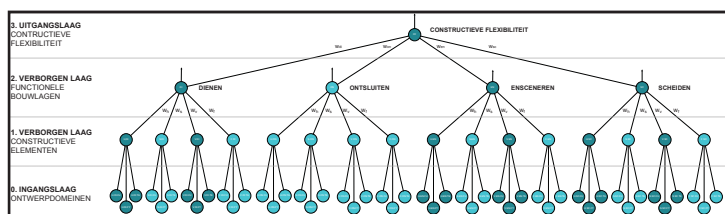


Figuur 2.4 De infra+ vloer is een voorbeeld van een vloer-systeem waarbij constructie en installaties gescheiden zijn.

een bepaalde reden zich flexibel kan gedragen en daardoor een langere levensduur heeft. Blok richt zich in zijn onderzoek aan de Technische Universiteit op het verband tussen de functionele levensduur van een gebouw en een bepaalde mate van constructieve flexibiliteit. Aantonen dat de levensduur van een gebouw langer wordt bij het toepassen van flexibiliteitsmaatregelen zou investeringen in deze maatregelen legitimeren. Daarmee zou een van de grootste obstakels voor het inbouwen van flexibiliteit in gebouwen verlicht kunnen worden. De flexibiliteit van een gebouw kenmerkt zich vooral door het hebben van bepaalde vrijheidsgraden, of het ontbreken hiervan. Er is echter geen overzicht van deze vrijheidsgraden welke een gebouw moet hebben om flexibel te kunnen zijn.

Rob Hoekman heeft in zijn afstuderen onder Blok deze vrijheidsgraden, in zijn werk basisindicatoren, benoemd en een poging ondernomen om voor een bepaald gebouw de mate van flexibiliteit te kunnen bepalen [2009]. Het resultaat van zijn afstuderen is het beginpunt van dit onderzoek. Er zijn een groot aantal vragen blijven liggen waar nog een antwoord op gezocht moet worden.

Aan de hand van een analyse van het gecreëerde model zal het bestaande model aangescherpt, verbeterd of opnieuw opgesteld worden. Uitgangspunt hierbij is het creëren van inzicht in de constructieve flexibiliteit. Het doel van



Figuur 2.3 De schematisering van het kennismodel dat door Hoekman is ontwikkeld in zijn afstuderen.

het onderzoek welke in dit verslag wordt beschreven is dan ook geweest:

Het creëren van een kennismodel voor het toetsen van constructieve flexibiliteit, welke gebruikt kan worden als evaluatiemiddel voor constructies van bestaande gebouwen en definitieve ontwerpen.

ONDERZOEKSVRAAG EN DEELVRAGEN

Achter deze doelstelling gaat de hoofdvraag van dit onderzoek schuil, namelijk:

In welke mate kan de constructieve flexibiliteit zo objectief mogelijk in kaart worden gebracht en hoe dit vorm te geven?

Geconcludeerd kan worden dat er een stap teruggenomen wordt ten opzichte van het kwantificeringsmodel van Hoekman welke later in het verslag wordt besproken. Het model van Hoekman kijkt met een schuin oog naar toepassing in de praktijk en is daardoor zeer gefocust op het verkrijgen van een single score value, zoals ook omschreven in de doelstelling van zijn afstudeerverslag. In plaats hiervan wordt in dit onderzoek gezocht naar een algemene ondergrond voor de term constructieve flexibiliteit en wat deze behelst, welke als basis kan dienen voor meer onderzoeks- en praktijkgerichte toepassingen.

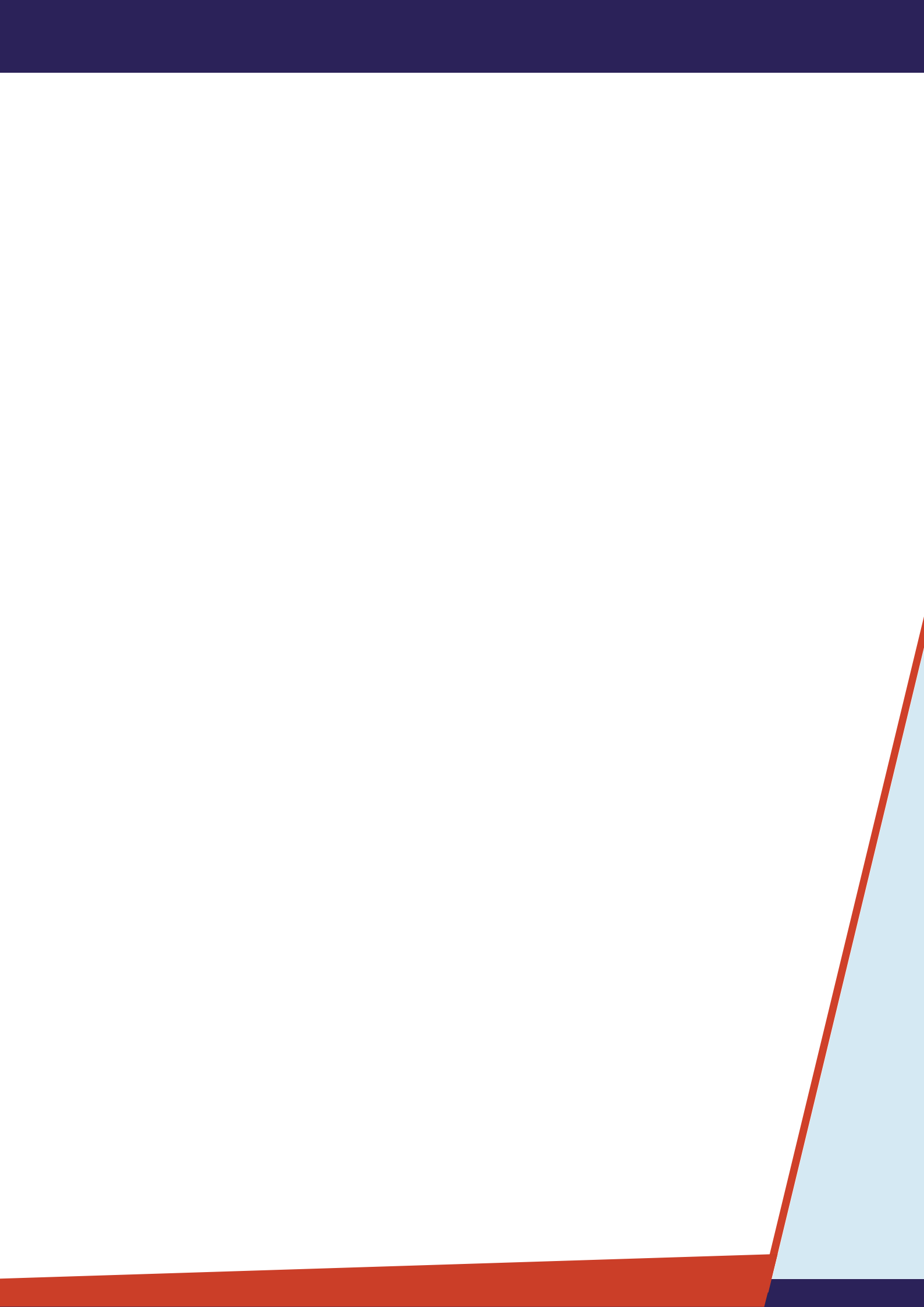
De gestelde hoofdvraag valt onder te verdelen in meerdere deelvragen welke een voor een in dit verslag worden beantwoord.

1. Wat is de relevantie van constructieve flexibiliteit en hoe staat het begrip in zijn context? (hoofdstuk 1)
2. Hoe steekt het model van Hoekman in elkaar en welke ontwerpbeslissingen zijn hierin genomen? (hoofdstuk 3)
3. In welke mate is het model van Hoekman in staat om voldoende inzicht in de constructieve flexibiliteit te geven, wanneer het als evaluatiemiddel gebruikt wordt? (hoofdstuk 3)
4. Welke andere systemen zijn ontwikkeld om meer inzicht te krijgen in flexibiliteit en aanpasbaarheid? (hoofdstuk 4)
5. Hoe kan het model van Hoekman geoptimaliseerd worden? / Hoe kan de constructieve flexibiliteit objectief in kaart worden gebracht? Het antwoord op deze vraag is afhankelijk van de conclusie van subvraag 3. (hoofdstuk 5)
6. Hoe kan op zowel detail- als globaal niveau informatie geordend worden? En hoe wordt dit dan vorm gegeven? (hoofdstuk 6)
7. Welke configuraties spelen een belangrijke rol in de constructieve flexibiliteit? (hoofdstuk 6)
8. In welke mate voldoet de modellering bij toepassing? (hoofdstuk 7)

AANPAK EN RELEVANTIE

Zoals gezegd zal het model dat door Hoekman is gemaakt grondig geanalyseerd worden. Dit komt uitgebreid aan bod in hoofdstuk 3. Aan de hand van andere pogingen tot kwalificering van constructieve flexibiliteit, die in hoofdstuk 4 de revue passeren, en het model van Hoekman is in hoofdstuk 5 een nieuw model gemaakt welke op een objectieve manier de constructieve flexibiliteit in kaart brengt. De invulling van dit model en de obstakels die hierbij een rol spelen wordt toegelicht in hoofdstuk 6 evenals een analyse van de importantie van de verschillende configuraties. De toetsing van dit model wordt besproken in hoofdstuk 7. Deze toetsing zal plaatsvinden in de vorm van 3 test-cases. In het laatste hoofdstuk zullen aan de hand van het onderzoek conclusies met betrekking tot het ontwikkelde model opgesomd worden. Ook zullen hier aanbevelingen gemaakt worden voor verder onderzoek.

Het resultaat van het onderzoek zal vooral tot een groter inzicht leiden in de facetten die een rol spelen bij constructieve flexibiliteit, zowel op gedetailleerd als op globaal niveau. Verder is het onderzoek uitgevoerd met het idee aanleiding te zijn en de te basis vormen van zeer diverse toepassingen die aan de constructieve flexibiliteit gelieerd zijn. Al deze vervolgonderzoeken zullen een achtergrond kennen waarin getracht wordt de flexibiliteit te verhogen, de levensduur van gebouwen te verlengen of de duurzaamheid van gebouwen te vergroten. Wanneer het eerste het beoogde doel is, zal dit indirect ook de grootschaligere doelen beïnvloeden.



Hoofdstuk 3

Analyse kennismodel Hoekman

HET MODEL VAN HOEKMAN

Rob Hoekman heeft een kennismodel gecreëerd welke een eerste aanzet is tot het inzichtelijk maken van constructieve flexibiliteit [2009]. De bedoeling van het model is door het kwantificeren van constructieve flexibiliteit, in eerste instantie gebouwen te kunnen analyseren op deze eigenschap met uiteindelijk doel deze tool te gebruiken in de ontwerpfase. Zo kan de woningvoorraad in de toekomst uitgebreid worden met meer flexibele gebouwen, die bestand zijn tegen de dynamiek van het leven in de 21e eeuw.

Het model van Hoekman deelt de problematiek van de constructieve flexibiliteit op, zodat deze op een schematische manier in kaart gebracht kan worden (figuur 3.1). Het model heeft de vorm van een neurofuzzy netwerk. Dit is een samenstelling van twee evaluatiemethoden: een neuraal netwerk en Fuzzy Logic. Het eerste is een samenstelling van neuronen, welke complexe en non-lineaire verbindingen aan kan gaan. Fuzzy Logic is een wiskundige methode om taalkundige onzekerheden uit te kunnen drukken in hanteerbare getallen.

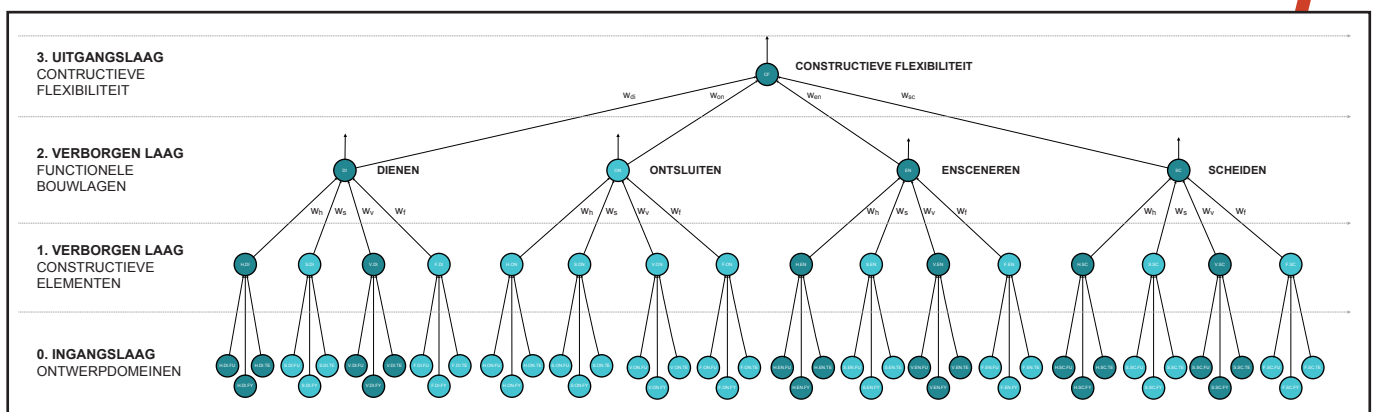
Het model van Hoekman verdeelt de opgave in een aantal lagen die door middel van het neurofuzzy netwerk tot

een totaal score worden samengesteld. Eerst wordt er een onderscheid gemaakt in de relaties tussen de constructie en een andere functionele bouwlaag volgens de theorie van Leupen [2002]. In de tweede opdeling worden de verschillende functies van de constructie-elementen onderscheiden. De laatste opdeling van het model geschiedt naar de domeinen die Durmisevic gebruikt heeft in haar proefschrift [2006]. Deze opdeling wordt gevuld met data door gerichte vragen te stellen over verschillende basisindicatoren.

In de komende paragrafen worden de lagen in de opdeling van Hoekman een voor een geanalyseerd en kritisch bekeken, evenals het model als geheel. Bij al deze stappen wordt ook de vergelijking gemaakt met de software die Hoekman heeft ontwikkeld. Dit computerprogramma is een uitwerking van zijn model.

FUNCTIONELE BOUWLAGEN

In het model van Hoekman wordt eerst een opdeling gemaakt aan de hand van de functionele bouwlagen die door Leupen geïntroduceerd zijn in het boek 'Kader en Generieke ruimte' [2002]. Leupen onderscheidt vijf functionele bouwlagen welke allen volgens zijn theorie het (permanente) kader en de (veranderlijke) generieke ruimte kunnen zijn. Deze



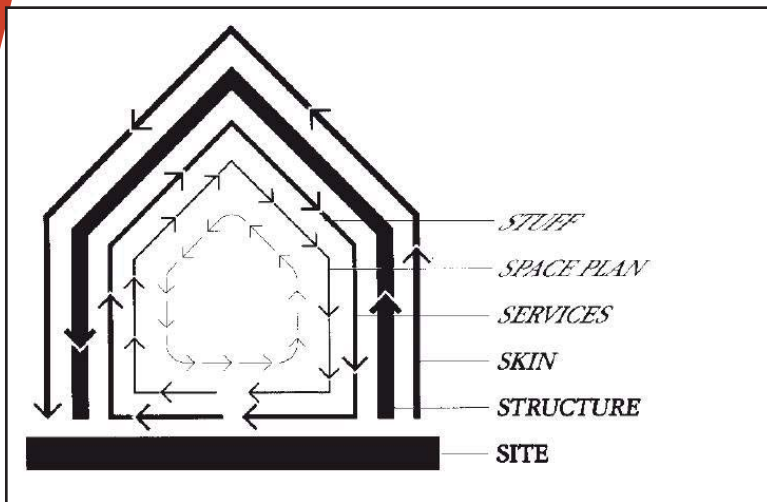
Figuur 3.1 De schematisering van het kennismodel dat door Hoekman is ontwikkeld in zijn afstuderen.

functionele bouwlagen, gebaseerd op eerdere theorieën van onder andere Duffy [1993] en Brand [1994] zijn:

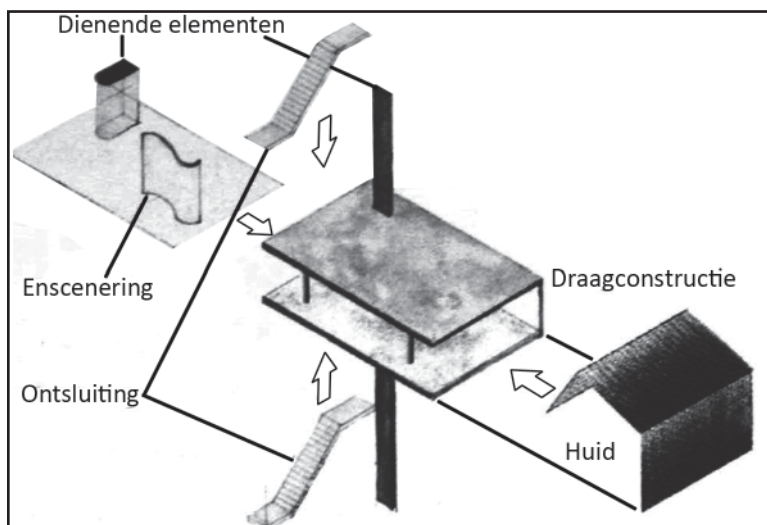
- Draagconstructie : het geheel van elementen dat zorg draagt voor de afdracht van de krachten van de hoofdconstructie, zoals kolommen, vloeren, liggers en de fundering.
- Huid: de elementen die de scheiding tussen binnen en buiten vormen, zoals het dak en de gevel.
- Ensenering: de elementen binnen de draagconstructie die de ruimte vormgeven, zoals binnenmuren, plafondafwerking en bekleding.

- Dienende elementen: het geheel van installaties binnen het gebouw, zoals aan en afvoer van water en energie.
- Ontsluiting: de transportruimten naar en binnen woningen, zoals trappen, liften en galerijen.

Leupen geeft vooral aan dat de kaders architectonische vrijheden creëren. Om dit kader te versterken worden sommige functionele bouwlagen gearticuleerd. Juist deze articulatie zorgt er voor dat andere bouwlagen dan de draagconstructie, het hoofdkader zijn. Wanneer bijvoorbeeld de ontsluiting zeer sterk gearticuleerd wordt, zoals bij het voorbeeld van Leupen in Rue de l'Ourcq in Parijs (figuur 3.4), lijkt het alsof deze ontsluiting het kader is en de andere functionele bouwlagen bevrijd. Deze vrijheid is slechts theoretisch. Een dergelijke veranderbaarheid heeft niet tot doel het wooncomfort of de duurzaamheid van een gebouw te verhogen. Zonder een van deze redenen heeft flexibiliteit geen functie. In 95% van de gevallen betekent dit dat de draagconstructie het hoofdkader vormt en de andere functionele bouwlagen vrij kan maken. Dit zegt niet dat andere



Figuur 3.2 De schematisering van de verschillende groepen elementen in een gebouw door Brand.



Figuur 3.3 De schematisering van de verschillende groepen elementen in een gebouw door Leupen.

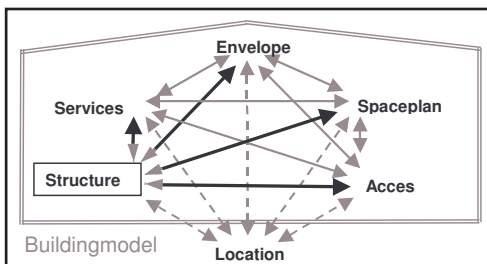


Figuur 3.4 Het gebouw aan de Rue de l'Ourcq bestaat uit twee bouwblokken verbonden door een galerij.

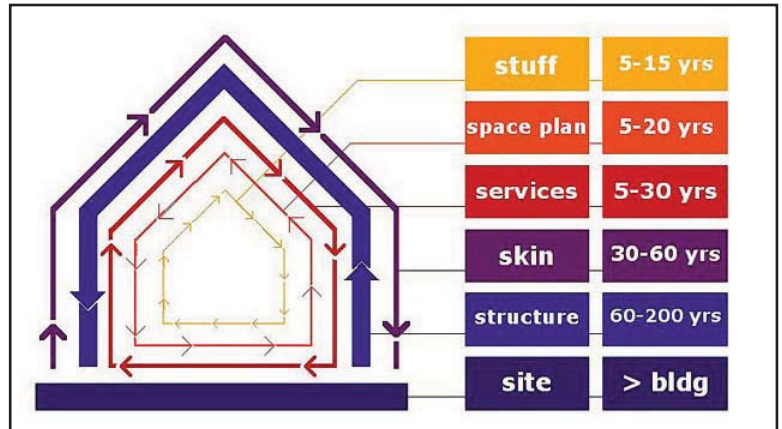
functionele bouwlagen niet het kader kunnen vormen, maar wel dat deze vrijwel altijd acteren binnen de functionele bouwlaag van de draagconstructie.

De rol van hoofdkader voor de draagconstructie ligt ook in de levensduur van deze functionele bouwlaag. In het schema van Brand blijkt dat de constructie met een levensduur van 60 tot 200 jaar een veel langere levensduur heeft dan de andere functionele bouwlagen. Met andere woorden kan de levensduur van de constructie enkel behaald worden indien de andere functionele bouwlagen enkele keren vervangen kunnen worden. Dit is echter alleen mogelijk indien deze bouwlagen niet dusdanig geïntegreerd zijn met de draagconstructie dat deze één geheel vormen. Ofwel wanneer de draagconstructie het kader vormt waarbinnen de andere functionele bouwlaag een bepaalde vorm van vrijheid heeft. De relatie tussen draagconstructie en de andere functionele bouwlagen binnen het gebouw, zoals al eerder door Blok [2005] is geschematiseerd (figuur 3.5), is dus zeer bepalend voor de mate van constructieve flexibiliteit en is daarmee ook een logische eerste opdeling in het model van Hoekman.

Er moet wel een opmerking geplaatst worden bij de invulling van deze functionele bouwlagen door Hoekman. Onder de inscenering worden ook de ruimtelijke aspecten geplaatst. Bij Leupen vallen deze aspecten niet onder een van de functionele bouwlagen, maar zijn het gevolg van het plaatsen van de



Figuur 3.5 Weergave van de onderlinge relaties in een gebouw, waarbij de relaties van de constructie uitgelicht zijn [Blok 2005].



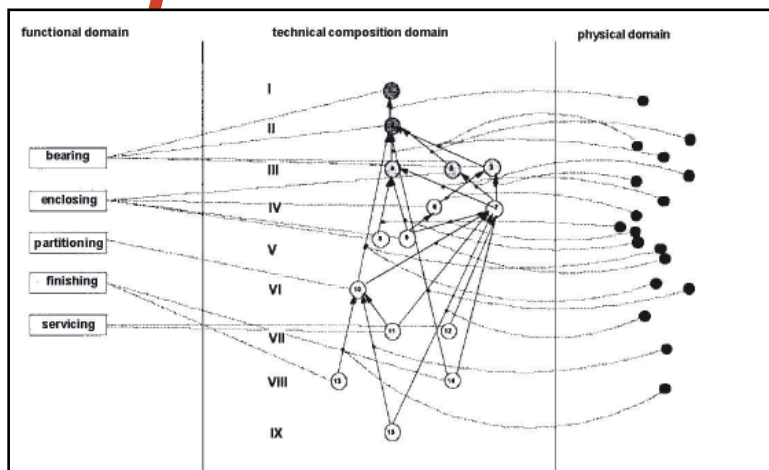
Figuur 3.6 Wanneer de levensduren met de verschillende functionele bouwlagen met elkaar vergeleken worden komt de dienende rol van de constructie naar boven [Hoekman 2009].

andere bouwlagen en wordt ook wel de polyvalente ruimte genoemd. Een dergelijke plaatsing zou ook in het model ter kwalificering van de constructieve flexibiliteit beter passen.

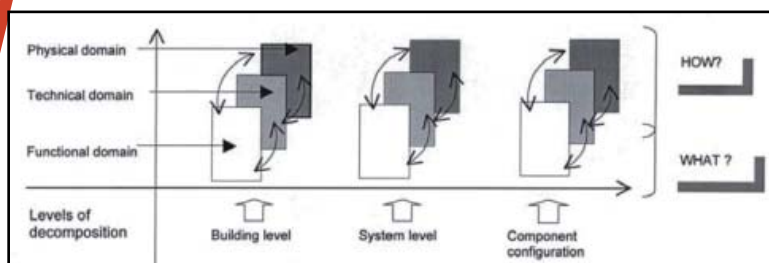
CONSTRUCTIEVE ELEMENTEN

De tweede opdeling wordt vormgegeven naar de Elementenmethode '91 [TU Delft 1991]. Dit is een classificatiemethode welke gebruikt kan worden voor het ordenen van objecten en gebouwdelen in de ontwerp-, realisatie- en beheerfase van een project. In deze inventarisatie worden de constructieve elementen net zoals alle andere elementen in een gebouw opgedeeld in een aantal hoofdgroepen. Er is gekozen de functionele bouwlaag constructie op te delen in 4 constructieve hoofdgroepen.

Het opdelen van de functionele bouwlaag draagconstructie strookt met de gedachte van Durmisevic [2006] die de opdeling van Leupen in vijf hoofdgroepen te statisch acht, gezien deze uitgaat van een vastgelegd aantal functionele bouwlagen. De dienende elementen kunnen bijvoorbeeld opgedeeld worden in een ventilatiesysteem, elektriciteitsnetwerk, riolering, enzovoort. Elk van deze systemen heeft een andere technische levensduur en een andere samenwerking met andere elementen van een gebouw.



Figuur 3.7 Schematisering van de drie domeinen die onderscheiden worden door Durmisevic [2006].



Figuur 3.8 De drie domeinen zijn functioneren als een geheel en zijn afhankelijk van elkaar.

Zo kan ook de constructie worden opgedeeld in verticale, horizontale, stabiliserende en funderingselementen, zoals de opdeling in het model geschied. Er kan echter ook gedacht worden om bijvoorbeeld de horizontale afdracht op te delen in horizontale afdracht in een lijn (ligger) en in een vlak (plaat) en zo ook de verticale afdracht in een verticale afdracht in een lijn (kolom) en in een vlak (wand). Met een dergelijke benadering kan desgewenst gedetailleerdere informatie verkregen worden.

Opvallend is het verschil tussen de schematisering van het model en de wijze waarop het model geïnterpreteerd is in de software die ontwikkeld is. In de schematisering wordt geen opdeling gemaakt in de andere functionele bouwlagen. Dat gebeurt wel in de ontwikkelde software. Zoals hierboven geschetst in het voorbeeld van de installaties, is een dergelijke opdeling

zeker relevant wanneer men inzicht wil verkrijgen in de constructieve flexibiliteit. Deze opdeling draagt bij in het lokaliseren van (on)mogelijkheden in een gebouw wat betreft constructieve flexibiliteit.

DOMEINEN

De opdeling naar domeinen is afkomstig uit het onderzoek van Durmisevic [2006]. Zij kijkt vanuit het oogpunt van demontage naar het verbeteren van de duurzaamheid. Door te streven naar een hoge Transformatie Capaciteit behaald kunnen worden. Zij pakt de opgave aan door verschillende soorten transformaties te benoemen: de ruimtelijke, structurele en materiaal/element transformatie.

Zoals in de vorige paragraaf genoemd deelt Durmisevic de verschillende functionele bouwlagen van Leupen op, gezien binnen deze bouwlagen elementen bevinden die een geheel andere functie in zich houden, met elk hun eigen technische en fysieke aspecten. Deze opdeling naar functionele, technische en fysieke aspecten, de domeinen, gebruikt Durmisevic als uitgangspunt voor haar kennismodel (figuur 3.7 en 3.8).

De drie domeinen zijn als volgt te definiëren:

- Functioneel domein: het doel dat een element(groep) heeft binnen het geheel van het gebouw.
- Technisch domein: de samenstelling van een element(groep).
- Fysiek domein: de relaties binnen een elementenconfiguratie.

Deze drie domeinen functioneren als een geheel en zijn afhankelijk van elkaar. Door ontwerpbeslissingen te nemen in elk domein van elk element ontstaat een compositie van het geheel.

De opdeling die gemaakt wordt in het kennismodel van Hoekman, vestigt de aandacht niet zozeer op

de domeinen zelf. De opdeling wordt gemaakt naar het domein waaraan een bepaalde configuratie is gelieerd. Zo vallen afwegingen op het gebied van draagcapaciteit in het technische domein en afwegingen wat betreft de verbinding in het fysieke domein.

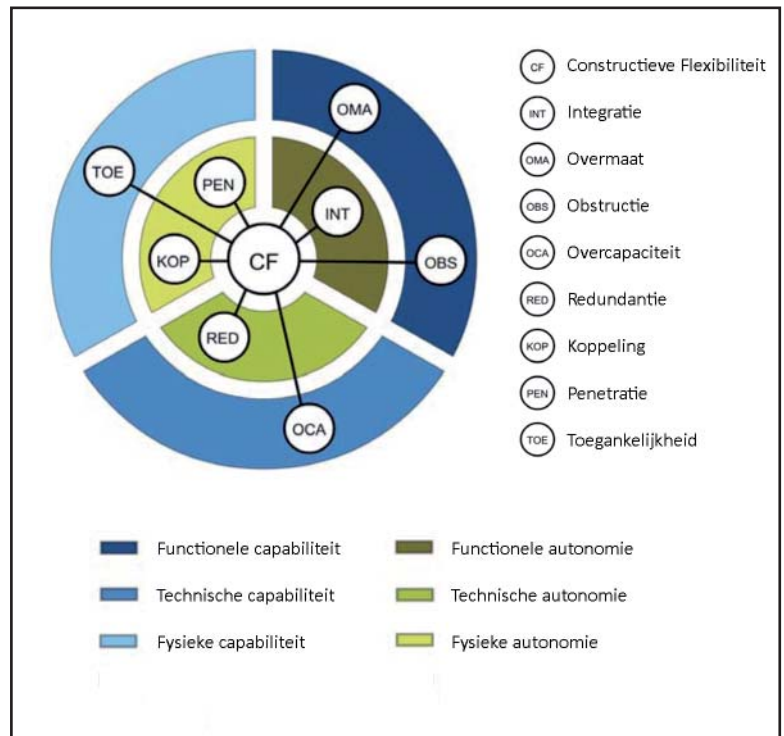
Een andere semi-opdeling die Hoekman hanteert is een opdeling naar capabiliteit en autonomie. Autonomie betreft een zekere mate van (on)afhankelijkheid van de draagconstructie ten opzichte van andere elementen. Capabiliteit refereert juist aan de ruimtelijke aspecten van het accommodatievermogen. Deze eigenschappen zijn weer gerelateerd aan de compositie van de verschillende elementen. Een dergelijke opdeling geeft meer inzicht in de locatie van een mogelijk probleem. Ook Blok en Van Herwijnen [2005] maken een vergelijkbare opdeling naar de soorten constructieve flexibiliteit die een constructie in zich kan dragen. Zij komen tot autonomie, draagcapaciteit en ruimtelijkheid.

BASISINDICATOREN

Wanneer de domeinen en de capabiliteit en autonomie grafisch uiteen worden gezet, wordt het figuur 3.9 verkregen. Elk vlak van dit schema wordt ingevuld door 1 of meerdere indicatoren, welke door Hoekman zijn samengesteld. De volgende indicatoren worden door Hoekman onderscheiden

Capabiliteit:

- Functioneel domein
 - o Overmaat (OMA): de mate waarin de constructie in een ruimtelijke meerwaarde kan voorzien.
 - o Obstructie (OBS): de mate van verhindering van plaatsing van vrije entiteiten in een bepaalde richting.
- Technisch domein
 - o Overcapaciteit (OCA): de mate van extra draagcapaciteit van de constructie.

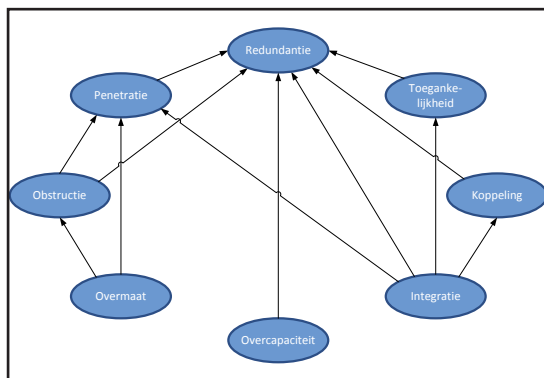


Figuur 3.9 Grafische weergave van de positionering van de verschillende basisindicatoren.

- Fysiek domein
 - o Toegankelijkheid (TOE): de mate van bereikbaarheid van de elementen van de andere functionele bouwlaag rond de constructie-elementen.

Autonomie:

- Functioneel domein
 - o Intgratie (INT): de mate van scheiding van de functies van de configuratie.
- Technisch domein
 - o Redundantie (RED): de mate waarin de constructie wijzigingen op kan nemen met behoud van prestatieniveau ten behoeve van de andere functionele bouwlaag.
- Fysiek domein
 - o Koppeling (KOP): de mate van verbondenheid van de elementen van de andere functionele bouwlaag met de constructie.
 - o Penetratie (PEN): de mate waarin er mogelijkheden zijn ingebouwd voor doorgangen van een ander functioneel systeem.



Figuur 3.10 De basisindicatoren hebben een sterke onderlinge relatie zoals het schema laat zien.

Deze indicatoren zijn gebaseerd op de verschillende mogelijkheden van topologieën in een gebouw. De topologieën die Nguyen [2002] en Zlatanova [2003] noemen in hun papers, zijn na analyse samengesteld tot de volgende mogelijkheden:

- bevatten of bevinden in
- bedekken
- gelijk zijn aan
- kruisen met
- verbonden zijn met

Wanneer deze typologieën overgezet worden naar de basisindicatoren, blijkt al snel enige overlap tussen de basisindicatoren. Zo kunnen de basisindicatoren penetratie en redundantie beide de typologie 'kruisend' in zich hebben en de basisindicator integratie zowel de topologie 'gelijkheid' en 'bevatten' herbergen. Wel kan een duidelijke scheiding gemaakt worden tussen de indicatoren van autonome en capabele aard. Enkel de topologie 'bedekken' valt onder de capabiliteitsindicatoren. Gezien de capabiliteitsindicatoren over de ruimtelijke aspecten van de configuratie gaan vinden er geen contactaspecten plaats, wat juist wel het geval is bij autonome indicatoren.

De vermenging van topologieën is de reden achter de overlapping tussen de verschillende indicatoren. Penetratie en redundantie zijn bijvoorbeeld opeenvolgende indicatoren. Indien de

penetratie als zeer positief beoordeeld wordt is de mate van redundantie niet meer van belang. Enkel wanneer de mogelijkheden tot penetratie beperkt zijn speelt de redundantie een rol. Hetzelfde kan gesteld worden over integratie en koppeling. Wanneer functies volledig geïntegreerd zijn speelt de koppeling tussen beide geen rol meer. De autonomie-indicatoren overmaat en overcapaciteit staan hier enigszins los van. Obstructie zou echter weer boven penetratie gezet kunnen worden. Indien er geen obstructie is, is een vraag over mogelijke penetratie niet meer relevant. Toegankelijkheid is juist weer gekoppeld aan integratie en koppeling.

Door deze afhankelijkheden mee te nemen in het model en de vragen meer gegroepeerd te stellen, kan wellicht een effectiever model ontstaan.

NEUROFUZZY NETWERK

Het model waarmee de constructieve flexibiliteit wordt geanalyseerd en gekwantificeerd is een neurofuzzy netwerk. Deze combinatie van twee systemen zet eerst taalkundige onzekerheden om in een bepaalde index (Fuzzy Logic) en bepaald hier vervolgens een score uit welke de constructieve flexibiliteit representeert (Neuraal netwerk).

Fuzzy Logic is een methode om taalkundige onzekerheden om te zetten naar rationele beslissingen. Deze methode, ontwikkelt door Lotfi A. Zadeh [1965], maakt het mogelijk termen om te zetten naar waarheidswaarden. In tegenstelling tot binaire problemen waar iets waar is of niet waar (0 of 1), kan iets ook voor 20% waar zijn. Zo is een uitspraak als: "Jan heeft koorts" niet per definitie waar of onwaar.

Bij deze methode kan een schaal gemaakt worden van de temperatuur, welke uitgezet wordt tegen de degree of membership ($\mu(x)$). Via de

zogenaamde membership functions wordt een compleet diagram verkregen welke bijvoorbeeld aangeeft voor een hoeveelste deel iemand een verhoogde temperatuur of koorts heeft bij een bepaalde temperatuur of in hoeverre de kamertemperatuur comfortabel of te warm is (figuur 3.11). Via defuzzification worden deze fuzzy sets weer omgezet naar rekenkundige waarden, de crisp values. Voor defuzzification zijn verschillende methodes voor handen, welke hier niet verder uitgelegd worden.

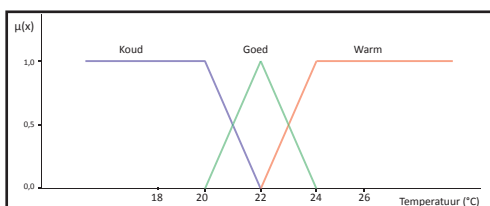
Ook in een gebouw komen veel situaties voor waarbij niet met zekerheid vast is te stellen of iets flexibel is of juist niet. Voor elke gerichte vraag in het model van Hoekman wordt gebruik gemaakt van een schaal tussen 0,2 en 1, waarbij een hogere score positiever is voor de constructieve flexibiliteit van het gebouw.

Het neurale netwerk vangt alle crisp values op en stelt deze samen tot een score. Een neurale netwerk bestaat uit verschillende neuronen, welke onderling met elkaar verbonden zijn. Elke verbinding heeft een bepaalde weegfactor aan zich gebonden. De verbindingen kunnen echter door

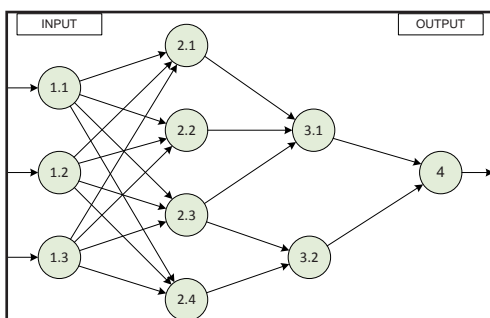
interactie ontstaan, versterkt, verzwakt of verbroken worden. Op deze wijze ontstaat een netwerk welke complex en non-lineair gedrag vertoont, als een vereenvoudiging van het menselijk brein.

Het neurale netwerk van het model van Hoekman heeft 4 lagen. De ingangslaag zijn de ontwerp domeinen. Deze worden vervolgens samengesteld per constructief element en per functionele bouwlaag. De uitgangslaag geeft een single score value voor de constructieve flexibiliteit. De inputlaag wordt gevoed door specifieke vragen binnen een basisindicator.

Het model heeft een omgekeerde boomstructuur, wat ook wel een feed-forward neural tree wordt genoemd. Er zijn geen feedback loops in het netwerk. Wanneer goed naar de input van het model gekeken wordt blijkt ook dat het model volledig rechtlijnig is opgebouwd. Input van een opdeling wordt niet in de bovenliggende opdeling op meerdere plaatsen gebruikt. Deze enige eigenschap van een neurale netwerk uit zich in de adaptieve weegfactoren tussen de lagen. Het model van Hoekman is dus eerder een Fuzzy Logic Network.



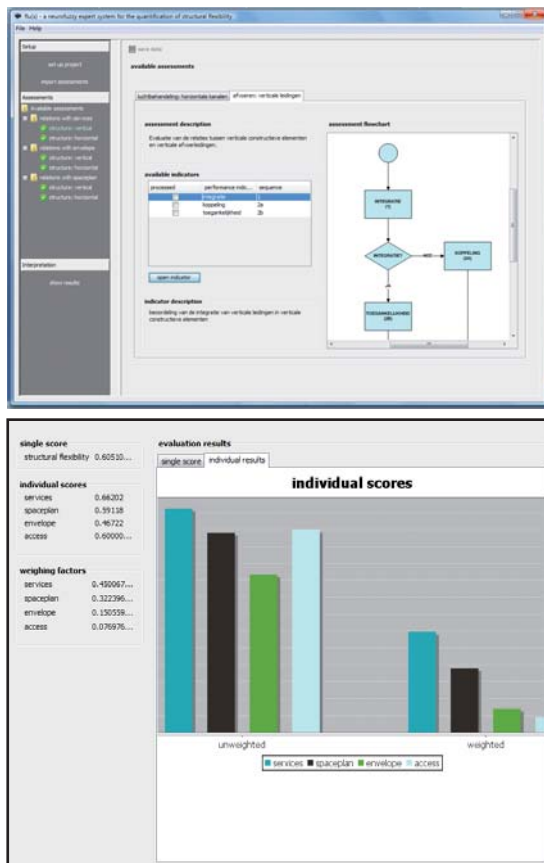
Figuur 3.11 Fuzzy set van de relatie tussen de kamertemperatuur en het comfortniveau.



Figuur 3.12 Een voorbeeld van een neurale netwerk.

CONCLUSIES

In het model van Hoekman mondt het netwerk uit in een totaal score voor constructieve flexibiliteit. De betekenis van dit getal is echter miniem. Een totaalscore voor constructieve flexibiliteit gaat zijn doel voorbij. Het model is namelijk bedoeld voor het kwantificeren van en daarmee inzicht verschaffen in constructieve flexibiliteit. Dit inzicht gaat verloren bij het opeengoien van alle informatie. Om dezelfde reden dienen de onderliggende opdelingen ook zo gekozen te worden dat deze inzicht verschaffen in de te onderzoeken term, zodat hier ook op lager niveau uitspraken over gedaan kunnen worden. Bovendien is het vergelijken van de constructieve flexibiliteit van de verschillende functionele bouwlagen



Figuur 3.13 Screenshots van de ontwikkelde software door Hoekman.

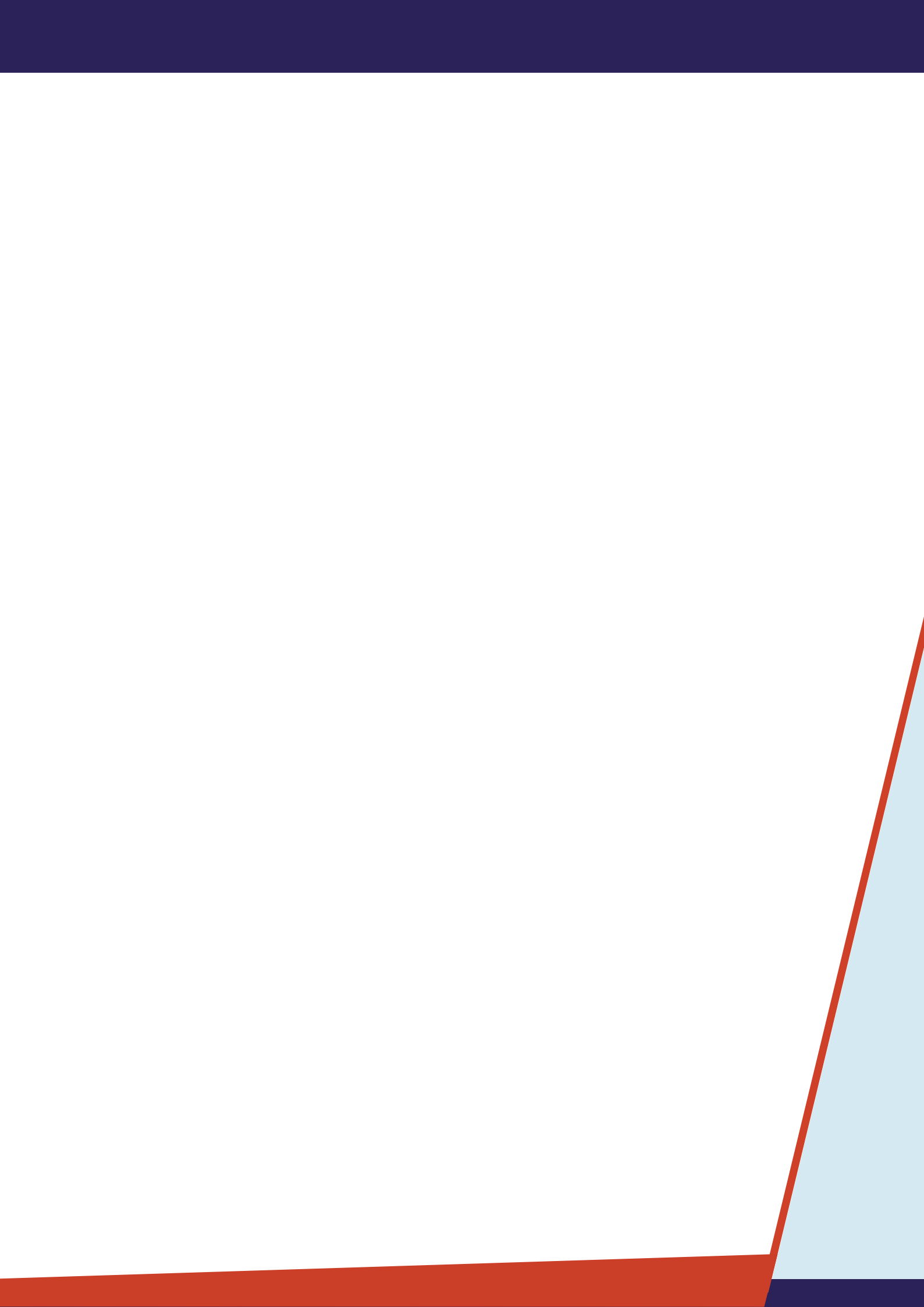
een vrij discutabele opgave. In elke gebouwopgave zal de voorkeur voor wat belangrijk gevonden wordt anders liggen.

Zoals bij de analyse genoemd zijn er andere opdelingen mogelijk. Een opdeling naar andere functionele lagen in een gebouw dan de constructie bevat veel informatie. Ook het onderscheid tussen ruimtelijke en element aspecten kan een toegevoegde waarde hebben.

In alle gevallen kan gesteld worden dat de opdeling die gehanteerd wordt, een interpretatie is van het totale gebied van de constructieve flexibiliteit, afhankelijk van het doel wat beoogd is. Waarom wordt in het model eerst een opdeling gemaakt naar constructieve elementen en vervolgens van de andere functionele bouwlagen? Waarom kan dit niet andersom zijn? Waarom wordt er geen opdeling gemaakt naar de kwaliteiten van de draagconstructie?

Bij elke verschillende interpretatie wordt uit het complexe geheel die informatie naar voren gehaald die belangrijk geacht wordt. Op deze wijze zal voor de talloze mogelijke uitgangspunten elke keer een nieuw systeem ontwikkeld moeten worden. Ook het model van Hoekman nijgt naar een interpretatie gevoed door een praktisch doel voor ogen, namelijk een single score value. Hierdoor worden de ondergelegen tussen scores minder belangrijk geacht en houden deze ook nauwelijks waarde vast.

Tot slot is uitgegaan van een model dat geschikt zou moeten zijn voor zowel de analyse als de ontwerpfase. De grafische modellering is vooral geschikt voor de ontwerpfase. Als uitgangspunt worden de ontwerpdomeinen genoemd die de verschillende elementen als basis hanteren; een logisch startpunt voor een ontwerp. De interpretatie van het model, zoals in de software gebruikt gaat echter uit van de relatie tussen de elementen in een gebouw. Deze benadering is meer geschikt voor analyse van bestaande gebouwen. Er zal in de modellering een duidelijke keuze gemaakt moeten worden tussen beide mogelijkheden, gezien de verschillende eisen die aan beide gesteld worden.



Hoofdstuk 4

Andere modelleringen flexibiliteit

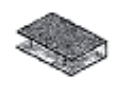









MATRIX JORRITSMA

Er zijn verschillende studies binnen de Technische Universiteit Eindhoven geweest welke ook een poging hebben ondernomen een gebouw en onderlinge relaties tussen elementen in kaart te brengen. Al deze methoden gaan uit van de opdeling die door Leupen ontwikkeld is.

Harmen Jorritsma [2008] zet in zijn afstudeerverslag, waarin hij zoekt naar indicatoren die een rol spelen bij de aanpasbaarheid van woningen, deze functionele bouwlagen lagen uit in een matrix tegen zijn zogenaamde kernprincipes. Hij onderscheidt capaciteit, demontage en drie ruimtelijke aspecten, namelijk typologie, dimensie en positie. Van de 25 mogelijkheden die nu gecreëerd zijn, acht hij er 16 bruikbaar (figuur 4.1). De opdeling is

zeer gefocust op de ruimtelijke aspecten. Deze worden volledig uiteengezet, met als gevolg dat niet geheel duidelijk is welke aspecten onder welk kernprincipe vallen. De andere aspecten worden echter met twee principes afgedaan, namelijk de capaciteit en de demontage. Hierdoor wordt zeer veel informatie op een gestapeld. De matrix die ontstaat doet enigszins chaotisch aan. Toch kan de opdeling naar ruimtelijke aspecten, capaciteit en demontage vergeleken worden met het kennismodel van Hoekman en andere nog te bespreken modellen.

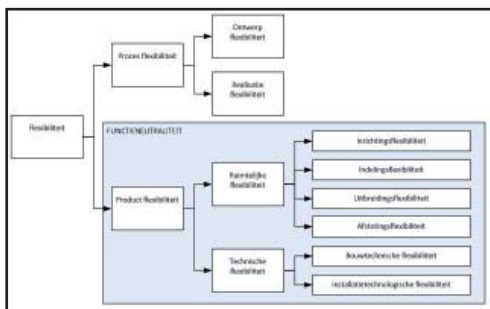
Tot slot wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende elementen binnen een functionele bouwlaag, zoals door Durmisevic voorgesteld is.

	 <i>Draagconstructie</i>	 <i>Ontsluiting</i>	 <i>Huid</i>	 <i>Installaties</i>	 <i>Inbouw</i>
Ruimte	Typologisch  <i>structuur en vorm</i>	<i>type ontsluiting</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>?</i>	<i>?</i>
	Dimensies  <i>stramienmaten, hoogte e.d.</i>	<i>?</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>Installatieruimten en schachten gebouw</i>	<i>vertrekmaten</i>
	Posities  <i>doorbraken</i>	<i>entree woning</i>	<i>gevelopeningen</i>	<i>schachten, installatiezones</i>	<i>zonering</i>
	Capaciteit  <i>draagvermogen</i>	<i>?</i>	<i>?</i>	<i>installatievermogen</i>	<i>?</i>
	Demontage  <i>doorbraken</i>	<i>?</i>	<i>onafhankelijkheid, bereikbaarheid</i>	<i>scheiden installaties en constructie</i>	<i>demontabele binnenwanden</i>

Figuur 4.1 De matrix van Jorritsma vergelijkt de functionele bouwlagen van Leupen met zijn zogenaamde kernprincipes.

Component supplying information				Component receiving information																																																																													
Ruimtelijk plan	Inbouw	Installaties	Gebouwschil	Ontsluiting	Constructie	CI-R gewogen		CI-S gewogen																																																																									
						Waardering	Waardering	Waardering	Waardering																																																																								
Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie	Specificatie																																																																								
CI-R gemiddeld																																																																																	
CI-R gewogen																																																																																	
CI-R Totaal																																																																																	
CI-R gewogen																																																																																	
CI-S gewogen																																																																																	
Waardering																																																																																	
Constructie	Specificatie	gebouwdiepte draagstructuur	gebouwdiepte draagstructuur	stabiliteit	Stabiliteit gevelsysteem	Stabiliteit gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	Stabiliteit gevelsysteem																																																																								
										Ontsluiting	verdiepingshoogte gebouwdiepte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																																																															
																			Gebouwschil	verdiepingshoogte verdiepingshoogte draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																																																						
																												Installaties	verdiepingshoogte draagvermogen verdiepingshoogte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																																													
																																					Inbouw	verdiepingshoogte draagvermogen verdiepingshoogte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																																				
																																														Ruimtelijk plan	verdiepingshoogte gebouwdiepte afstand constructiedelen draagstructuur draagvermogen integratie buitenruimte integratie volume-uitbreiding	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																											
																																																							CI-S totaal	verdiepingshoogte gebouwdiepte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem																		
																																																																CI-S Gewogen	verdiepingshoogte gebouwdiepte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem									
																																																																									CI-S Gemiddeld	verdiepingshoogte gebouwdiepte afstand constructiedelen draagstructuur	stabiliteit	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem	gevelsysteem

Figuur 4.2 De matrix ontwikkeld door Wagemans laat de interactie zien tussen de verschillende functionele bouwlagen.



Figuur 4.3 Wagemans onderscheidt verschillende soorten flexibiliteit.

MATRIX WAGEMANS

In het afstudeerverslag “functieneutraal bouwen, onvoorspelbaarheid ingekaderd” [2008] gaat Daisy Wagemans uit van twee hoofdkenmerken van functieneutraal bouwen. Het gebouw heeft het vermogen om wijzigingen te ondergaan en daarnaast dienen deze wijzigingen plaats te vinden met beperkte bouwtechnische maatregelen. Het eerste wordt bepaald door ruimtelijke en het tweede met technische aspecten. De ruimtelijke aspecten staan gelijk aan de polyvalente ruimte die gedefinieerd is door Bernard Leupen, als de ruimte welke ingekaderd en vrij in te delen is. De technische aspecten zijn de 5 bouwlagen van Leupen.

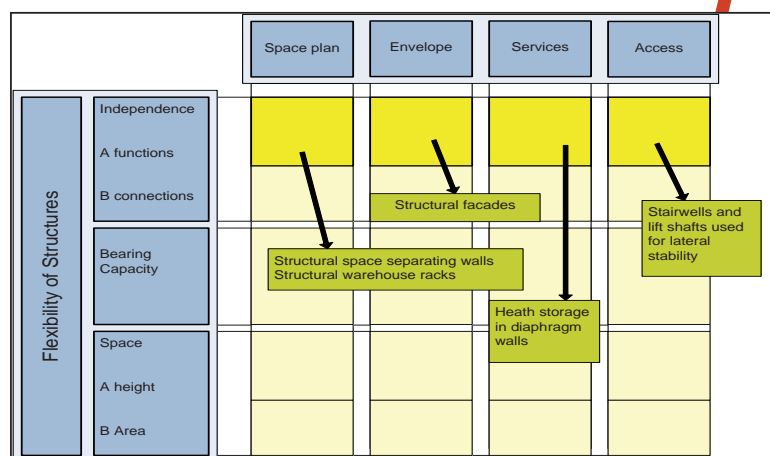
Verder gaat Wagemans uit van de zogenaamde Coupling Index (CI). De CI kan opgedeeld worden in een CI-R en CI-S. Het eerste geeft de grote van de informatiestroom van andere componenten op het desbetreffende component weer (Receiving). Met de CI – Supplying kan de informatiestroom van een component naar alle andere lagen onderzocht worden. Als voorbeeld levert de constructie de draagcapaciteit voor inbouw. De constructie heeft in deze een voorzienende rol (CI-S) en de encscenering een ontvangende rol (CI-R) (figuur 4.2).

De bouwlagen van Bernard Leupen, plus de polyvalente ruimte, worden zowel horizontaal als verticaal uitgezet op de assen van een matrix. In de rijen worden de CI-Receiving weergegeven en

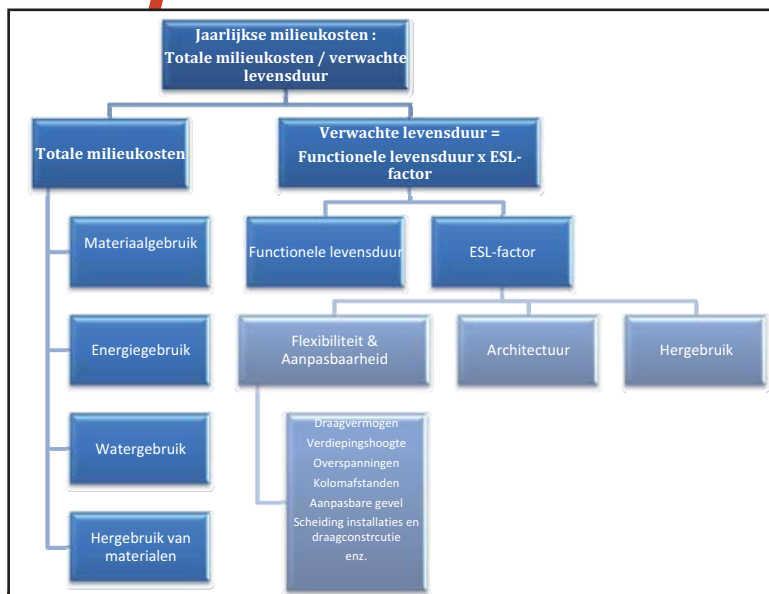
in de kolommen de CI-Supplying. Elke kruising wordt gevuld met vastgestelde indicatoren welke binnen dat gebied een rol spelen. De indicatoren bij de CI-S van de constructie, de flexibiliteit volgens deze studie, vormen de belangrijkste punten uit het model van Hoekman [2009]. Gesteld kan worden dat het onderzoek van Hoekman ingezoomd heeft op een deel van het model van Wagemans.

Wel kunnen enkele opvallendheden uit het model gehaald worden. Zo wordt bijvoorbeeld met de locatie van de installaties bepaald waar de constructie komt te zitten, terwijl dit over het algemeen het omgekeerde betreft. Ook kan gesteld worden dat wanneer de ontsluiting of de gevels de stabiliteit van het gebouw voorziet, dat deze dan ook deel zijn van de hoofdconstructie.

Wagemans’ uitgangspunt is het functieneutraal bouwen. Gezien niet elk gebouw in staat is elke andere functie te vervullen, introduceert zij een zogenaamde functionele bandbreedte. De bandbreedte loopt van wonen via werken naar de zorgfuncties. Op deze wijze is het mogelijk grip op het model te houden en niet onnodige eisen te stellen.



Figuur 4.4 De schematisering van Blok vergelijkt de functionele bouwlagen met de interactie tot de constructie.



Figuur 4.5 Schematisering van de invloed van flexibiliteit en aanpasbaarheid van de constructie volgens Tool.

MATRIX BLOK

Rijk Blok heeft al eerder in zijn paper gepoogd in te zoomen op de relatie van de constructie met de andere lagen [2006]. Zijn mogelijke opzet was in de vorm van een matrix. Hierdoor kunnen twee verschillende aspecten met elkaar vergeleken worden (figuur 4.4). Op de horizontale as staan de bouwlagen van Leupen en op de verticale as de primaire kwaliteiten waarin de constructie voorziet. De draagcapaciteit die de constructie moet leveren, de ruimte die deze genereert, onderverdeeld in de hoogte en de oppervlakte aspecten, en de afhankelijkheid ten opzichte van de andere elementen, welke onderverdeeld is in de functionele integratie en de koppeling. Deze komen grotendeels overeen met de basisindicatoren welke Hoekman had geselecteerd. Onder ruimtelijkheid valt de indicator overmaat. Ook obstructie en penetratie zouden hier onder geschaard kunnen worden. De toegankelijkheid wordt helemaal niet meegenomen in het voorstel van Blok.

MODELLERING TOOL

De meest recente andere modellering komt van het afstudeerwerk van Frank Tool. Het onderzoeksdoel van zijn onderzoek is 'Het ontwikkelen van een ontwerptool, waarmee de duurzaamheid van een constructief ontwerp kan worden beoordeeld' [2010]. Hieruit blijkt dat zijn inzet een praktisch gerichte toepassing is waarbij niet perse alle mogelijke invloeden mee worden genomen.

Tool benadert het vraagstuk vanuit de jaarlijkse milieukosten, waarbij de levensduur een belangrijke rol speelt zoals ook al is gebleken in hoofdstuk 1. De gebruikte formule is echter gewijzigd in:

$$e = a + (l + D)/(ESL * L)$$

De toevoeging van de ESL, de effectieve service life, geeft de verwachte beïnvloeding van de eigenschappen van een gebouw op de levensduur.

Na uitgebreide analyse van de invloedsfactoren op deze ESL komt Tool tot een aantal aspecten welke invloed hebben op de duurzaamheid van een constructief ontwerp. Voor elk van deze aspecten wordt vervolgens een kwalificeringsmethode gebruikt om tot een score te komen.

- Draagvermogen
- Verdiepingshoogte
- Overspanningen
- Dragende elementen in de plattegrond
- Positie van schachten en trappen
- Flexibele integratie of scheiding van draagconstructie en installaties
- Stramienmaten: constructie, gevel en ramen
- Meerdere ingangen, trappenhuizen, liften en faciliteitgroepen en schachten

Net zoals bij Hoekman het geval is zijn hier weegfactoren gebruikt gebaseerd op de opinie van de auteur en wordt

naar een single score value toegewerkt. Dit is in dit geval geen obstakel sinds het doel van zijn tool zich beperkt tot het kwantificeren van de duurzaamheid, waardoor inzicht verschaffen niet noodzakelijk wordt geacht.

CONCLUSIES

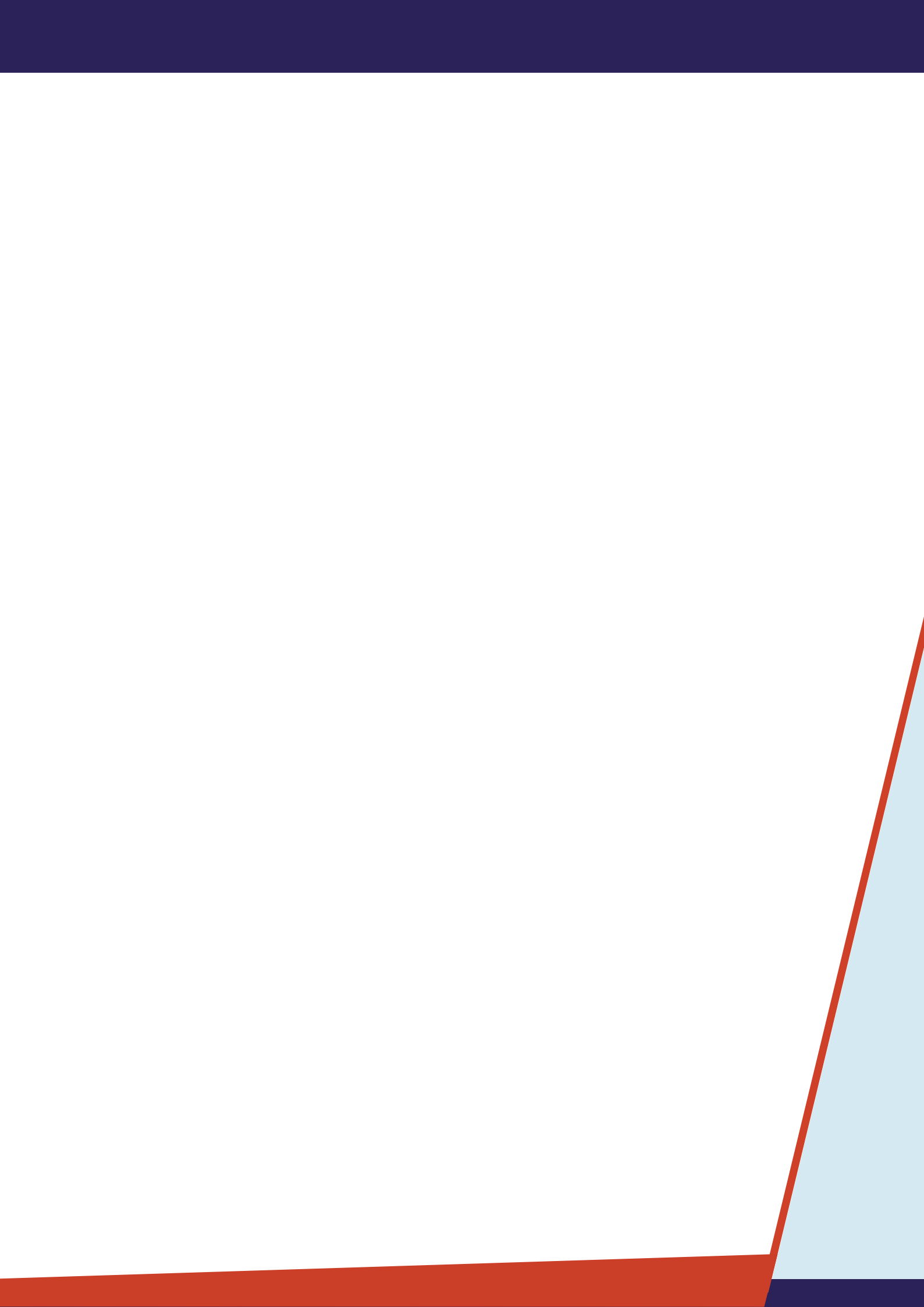
Dit onderzoek is zoals blijkt uit de bovenstaande voorbeelden niet een volledig nieuw terrein van onderzoek. Wel is het opvallend dat de beschreven onderzoeken allemaal oriëntaties op het gebied van constructieve flexibiliteit zijn. Blijkbaar is het moeilijk om concrete stappen te maken.

Een eerste belangrijke onderscheid is het doel van de methoden. De methodes van Jorritsma en Tool zijn eerder op de praktijk toegespitst, waar Wagemans, Blok en Hoekman eerder een compleet beeld pogen weer te geven. Gezien dit onderzoek ook tot doelstelling heeft tot een objectief evaluatiemiddel te komen, sluit dit onderzoek beter aan bij de laatste categorie.

Het onderzoek van Wagemans kan geschaald worden in een globaler detailniveau. De modellen van Blok en Hoekman zijn te beschouwen als een uitwerking van een deel van dit globalere model.

In alle modellen zijn dezelfde opdelingen zichtbaar. Het gebouw zelf wordt opgedeeld naar de theorie van Leupen en de soorten interacties zijn onder te verdelen in ruimtelijke, capaciteits-, en afhankelijkheidsaspecten. Een zelfde opdeling zal ook aan de basis liggen van het nieuw te formuleren model.





Hoofdstuk 5

Matrix-model

UITGANGSPUNTEN MODEL

Bij het samenstellen van dit model voor het kwalificeren van constructieve flexibiliteit wordt uitgegaan van de verschillende modelleringen die in de vorige hoofdstukken zijn besproken. Het kwalificeringsmodel wordt gebaseerd op een aantal conclusies ten aanzien van de importantie van verschillende facetten.

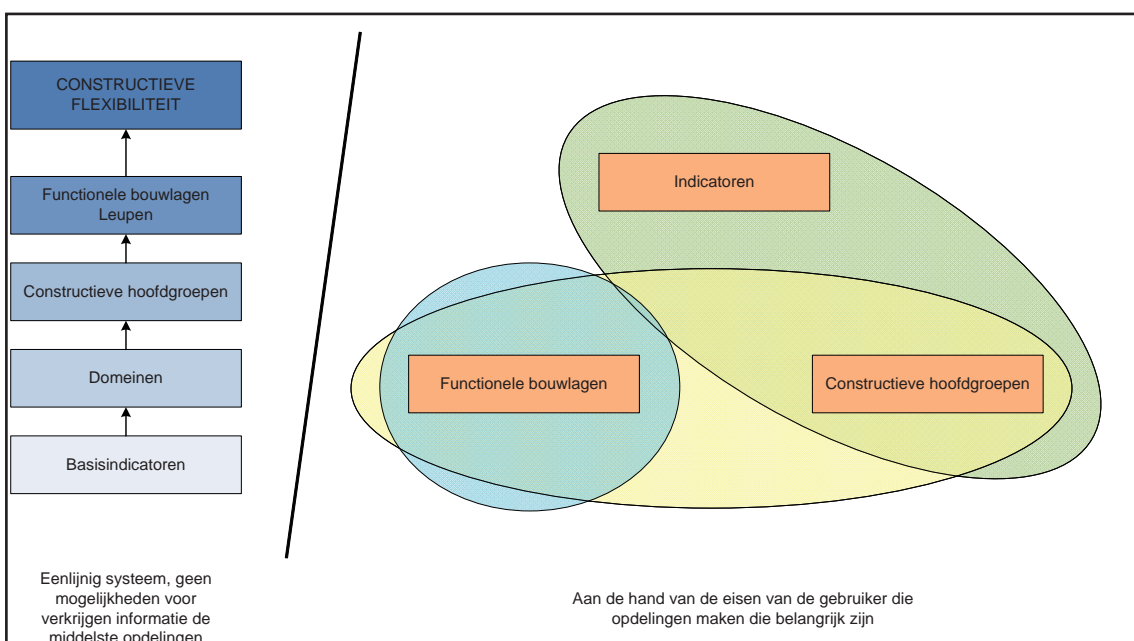
Het belangrijkste aspect van de modellering is het verkrijgen van informatie op verschillende niveaus. Het model zal zowel op globaal als op zeer gedetailleerd niveau informatie verschaffen waarmee conclusies getrokken kunnen worden ten aanzien van de constructieve flexibiliteit. Hierbij moet echter een eenzijdige oplossing vermeden worden, waarbij een aspect boven een ander aspect geplaatst wordt. De gebruiker van het model moet, aan de hand van eigen wensen en eisen, in staat zijn de verschillende aspecten met elkaar te vergelijken (figuur 5.1).

Het model volgt heel zuiver de definitie van constructieve flexibiliteit. Bij de

modellering door Hoekman worden enkele configuraties beschouwd die wel relevantie hebben voor de flexibiliteit van een gebouw, maar niet zozeer op de constructieve flexibiliteit.

Het nieuwe model is in eerste instantie gebouwd als opstap voor verder onderzoek. Het model heeft niet de pretentie direct toepasbaar te zijn in de praktijk. Dit is ook niet mogelijk aangezien het model objectieve inzichten wil verschaffen en alles op een rijtje zet, waar in de bouwpraktijk eerder gezocht wordt naar oplossingsgerichte modelleringen. Het model zal aanleidingen moeten geven voor het creëren van oplossingen van kritiepunten in het model.

Tot slot wordt het model ook afgebakend tot een bepaalde categorie gebouwen. Niet elk gebouw kan elke willekeurige andere functie vervullen in een volgend leven. Zo zal een flatwoning onmogelijk een openbare recreatieve functie als een zwembad kunnen vervullen; de zogenaamde bandbreedte van een gebouw zoals ook door Wagemans was onderkend [2008]. Voor een 'zware' functie als een zwembad of een productiehal worden in het Bouwbesluit



Figuur 5.1 Grafische representaties van het kennismodel van Hoekman en de nieuw te creëren modellering.

en de Nationale Normen hogere eisen gesteld. Indien een gebouw een dergelijk functie nooit zou kunnen herbergen kan een scheef beeld verkregen worden, doordat wel aan deze hoge normen getoetst wordt.

Globaal kunnen de verschillende eisen in de Nederlandse Normen gegroepeerd worden in de volgende categorieën:

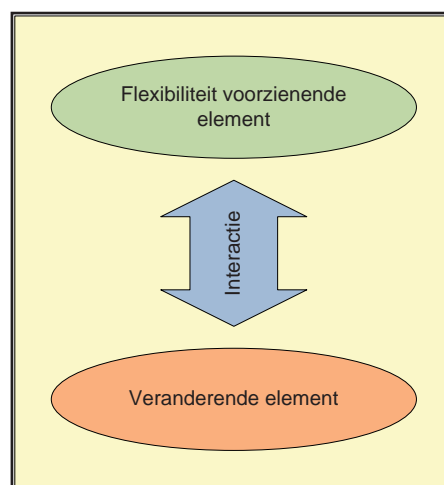
- Woningfunctie: over het algemeen worden aan deze groep de laagste eisen gesteld ten aanzien van draagcapaciteit, ruimte en installaties.
- Kantoorfunctie: aan kantoorfuncties worden iets hogere eisen gesteld gezien hier meer mensen bijeenkomen. Bovendien kan op dergelijke locaties sprake zijn van een concentratie van elektrische apparaten.
- Bijeenkomstfunctie: hierbij kan gedacht worden aan winkels, concertzalen, stations. Door de hoge concentratie van mensen worden over het algemeen hoge eisen gesteld aan de veiligheid en zullen grotere installaties benodigd zijn voor het behouden van een aangenaam klimaat.
- Industriefunctie: deze groep is zeer divers. De eisen in deze groep worden vaak per industrie vastgesteld, maar zijn over het algemeen hoog om een aangename werkomgeving te kunnen creëren.

Wanneer dit gekoppeld wordt aan flexibiliteit en de vraag naar flexibiliteit, kan gesteld worden dat het gaat over de capaciteit om verandering van eisen op te kunnen vangen en dus dat de maximale functie die een gebouw kan vervullen leidend is. Gebouwen met een woningfunctie hebben over het algemeen een bandbreedte die verder dan deze functie reikt. Omdat de groep met een woonfunctie in de meeste gevallen een kantoorfunctie zou moeten kunnen herbergen, wordt deze samengevoegd met de kantoorfunctie.

In deze categorie vallen verreweg de meeste gebouwen, wat de reden is dat deze in het model zijn beschouwd. Een model voor een van de andere categorieën kan eenvoudig door aanpassing van de toetsingseisen.

3D MATRIX

Om de problematiek verbonden met flexibiliteit te kunnen inventariseren en kwalificeren kan er voor een bepaalde opdeling gekozen worden zoals ook door Hoekman en Blok is gedaan. Voor de meest duidelijke vorm van opdelen kan teruggevallen worden op onderstaande vergelijking die de flexibiliteit op eenvoudige wijze weergeeft (figuur 5.2). In alle gevallen is een element betrokken welke zou moeten kunnen veranderen en een element welke deze verandering zou moeten voorzien. Tussen deze elementen is een bepaalde interactie die bepalend is voor de mate van flexibiliteit. In het geval van constructieve flexibiliteit is het flexibiliteit voorzienende element altijd een onderdeel van de constructie. Door elk van de drie parameters op te delen kan ook op gedetailleerder niveau de constructieve flexibiliteit geanalyseerd worden.

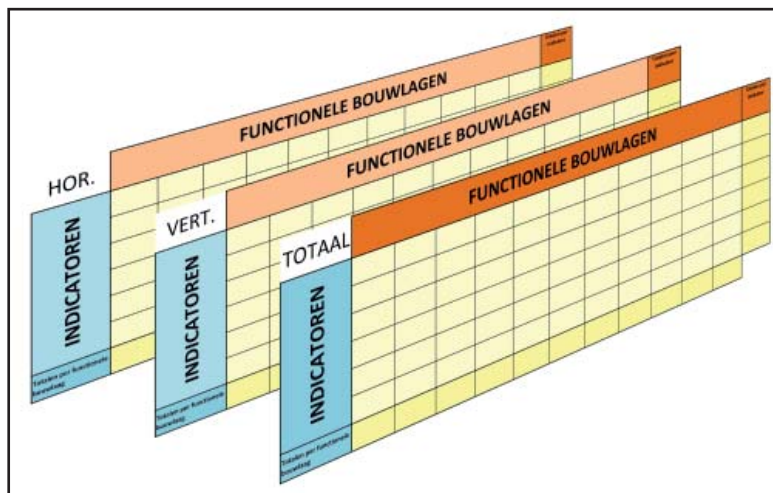


Figuur 5.2 Flexibiliteit kan worden teruggebracht tot deze eenvoudige vergelijking van drie parameters.

De drie parameters die vergeleken worden zijn vergelijkbaar met de opdelingen die door Hoekman en Blok zijn gemaakt. De volgende parameters worden onderscheiden en zullen in de volgende paragrafen verder behandeld worden:

- **Indicatoren:** de interactie tussen een constructief element en een veranderend element kan worden samengevat in bepaalde kwaliteiten en is vergelijkbaar met de basisindicatoren zoals opgesteld door Hoekman.
- **Functionele bouwlagen:** de bouwlagen van een gebouw zoals Leupen ze heeft opgesteld, gedetailleerd volgens Durmisevic in meer specifieke groepen. In de gebruikte vergelijking is dit het veranderende element.
- **Constructieve groepen:** een opdeling naar de constructie-elementen met een verschillende functie, zoals ook al door Hoekman onderkent, welke de flexibiliteit moet voorzien.

Omdat het hier om meerdere aspecten gaat die afzonderlijk en naar de wensen van de gebruiker vergeleken moeten kunnen worden, is de vorm van een 3D-matrix gekozen (figuur 5.3). Zoals ook al bleek uit de schematiseringen van Blok [2006], Wagemans [2008] en Jorritsma [2008] is dit een zeer effectieve wijze om informatie te ordenen.



Figuur 5.3 In een 3D-matrix kunnen de drie verschillende parameters die een rol vervullen bij flexibiliteit met elkaar vergeleken worden.

Een cel in matrix, de kruising van een functionele bouwlaag, indicator en constructiegroep, geeft de meest nauwkeurige informatie weer. Om op globaler niveau inzicht te creëren moet informatie samengevoegd worden. Tegen het licht dat het model voornamelijk en inzichtsfunctie heeft, moet in het oog gehouden worden dat er niet te veel informatie open gestapeld wordt zodat deze zijn waarde verliest.

Ten eerste is het mogelijk de informatie van de constructiegroepen bijeen te voegen zodat de constructieve flexibiliteit van de gehele constructie opgedetailleerd niveau beschouwd kan worden. Ook is het mogelijk om de verschillende functionele bouwlagen of indicatoren

	Niets samengevoegd	De functionele bouwlagen samengevoegd	De indicatoren samengevoegd	De functionele bouwlagen en indicatoren samengevoegd
Per constructiegroep	Meest gedetailleerde informatie	Informatie over de indicatoren per constructiegroep	Informatie over de functionele bouwlagen per constructiegroep	Niet mogelijk
Voor de gehele constructie	Gedetailleerde informatie voor de constructie in het algemeen	Informatie over de indicatoren voor de gehele constructie	Informatie over de functionele bouwlagen voor de gehele constructie	Niet mogelijk

Tabel 5.1 Om globalere informatie te verkrijgen moeten parameters geaggregeerd worden. De tabel laat zien wat de mogelijkheden zijn en welke informatie dan verkregen wordt.

samen te voegen, zodat de constructieve flexibiliteit voor respectievelijk de verschillende indicatoren en functionele bouwlagen op globaler niveau bekeken kan worden. Dit is mogelijk voor de constructiegroepen apart, maar ook voor de gehele constructie.

Het aggregeren van zowel de functionele bouwlagen als de indicatoren is niet mogelijk, omdat dan, zoals in het model van Hoekman, de specifieke informatie verloren gaat, waardoor dit geen toevoeging is op het verkrijgen van inzicht in de constructieve flexibiliteit.

INDICATOREN

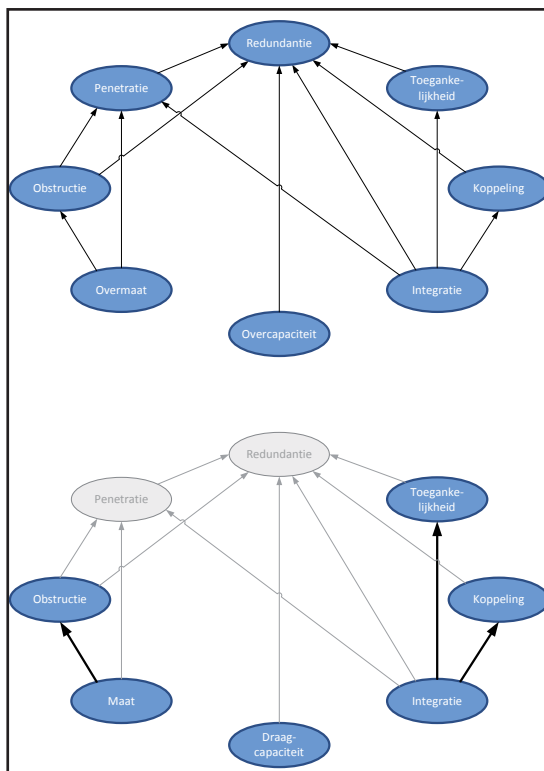
De te onderscheiden indicatoren zijn gebaseerd op de basisindicatoren zoals Hoekman deze heeft bepaald. De indicatoren geven een bepaalde kwaliteit aan van de constructie en de interactie van de constructie met andere elementen.

De indicatoren kunnen opgedeeld worden in twee groepen vergelijkbaar met de opdeling naar autonomie en capabiliteit zoals door Hoekman voorgesteld. De eerste groep bevat de indicatoren die een directe relatie weergeven tussen de constructie en een andere functionele bouwlaag. Hiervoor zijn de topologieën gebruikt welke door Zlatanova [2003] zijn onderscheiden.

De andere groep bevat de indicatoren welke een indirecte relatie weergeven. Hierbij worden de mogelijkheden van een functionele bouwlaag binnen een bestaande constructie beschouwd. Deze indicatoren zijn niet gebaseerd op topologieën, maar op de analyse van Hoekman.

In de opdeling naar indicatoren in dit onderzoek, zijn de onderlinge relaties en afhankelijkheden tot een minimum teruggebracht door het gebruik van andere definities (figuur 5.4). Hierdoor kan een duidelijker beeld geschapt worden.

Het aantal indicatoren is in deze studie begrenst tot zes mogelijkheden. Dit is echter geen absoluut aantal. In de keuze is een afweging gemaakt tussen een zo uitgebreid mogelijke inventarisatie van mogelijkheden en een zekere mate van bondigheid om het overzicht te garanderen. De zes geselecteerde mogelijkheden beschrijven allen verschillende interacties zonder aanwezigheid van overlap. Verdere opdeling is mogelijk zoals door Hoekman is gedaan. De overlap en onderlinge relaties worden hiermee waarschijnlijk meer complex zoals figuur 5.4 ook al liet zien.



Figuur 5.4 De relaties tussen de indicatoren in de oude (boven) en nieuwe (onder) situatie.



Figuur 5.6 De plaat in het toilet is eenvoudig te verwijderen waardoor de leidingschacht is te bereiken. Een voorbeeld van toegankelijkheid en obstructie.

De volgende indicatoren kunnen worden onderscheiden:

Direct:

- **Integratie**
In welke mate zijn de functies van de constructie en het element uit een andere groep geïntegreerd of verweven?
- **Koppeling**
In welke mate is de koppeling van de niet dragende elementen met de constructie demontabel?
- **Toegankelijkheid**
In welke mate is de andere functionele bouwlaag te bereiken voor onderhoud of andere ingrepen ondanks de aanwezigheid van de constructie?

Indirect:

- **Draagcapaciteit**
Wat is de draagcapaciteit van de constructie ten behoeve van de andere laag?

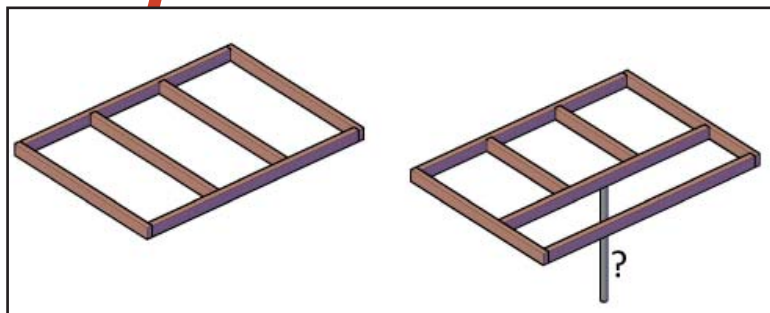


Figuur 5.5 Structural glazing is een voorbeeld waarbij is nagedacht over de integratie en koppeling tussen gevel en constructie.

- **Maat**
Hoeveel ruimte biedt de constructie ten behoeve van een andere laag? Deze indicator bevat de vragen over de dimensies tussen de constructie-elementen.
- **Obstructie**
In welke mate kan een andere functionele bouwlaag vrij geplaatst worden ondanks de aanwezigheid van de constructie en hoeveel moeite kost dit?

Opvallend verschil met de opdeling van Rob Hoekman is het ontbreken van de basisindicatoren penetratie en redundantie. Penetratie is samengevoegd met obstructie aangezien beide indicatoren uitgaan van dezelfde configuratie. Obstructie heeft de ruimte als uitgangspunt en penetratie het element. Echter beschrijven beide de vrije plaatsing van elementen tussen de constructie.

Redundantie beschrijft wel een andere configuratie, namelijk de weerbaarheid van de constructie tegen aanpassingen ten behoeve van de elementen uit andere bouwlagen. Wanneer hier nader op wordt ingezoomd valt op dat deze indicator niet de flexibiliteit, maar de aanpasbaarheid van de constructie beschrijft. Wel kan gesteld worden dat alle aanpassingen aan de constructie ook ten behoeve zijn van de flexibiliteit. Dit kan zijn ten behoeve



Figuur 5.7 Wanneer in de vloerconstructie links een raveling geplaatst moet worden is het afhankelijk van de noodzaak van het plaatsen van een kolom of deze ingreep onder flexibiliteit of aanpasbaarheid valt.

van het doorvoeren van kanalen, leidingen of ontsluitingsmechanismen, maar ook ten behoeve van de ruimte. Redundantie wordt meegenomen in het model. Niet als aparte indicator maar als gradatie van de indicatoren koppeling, toegankelijkheid en overmaat. Wel roept dit de vraag op waar de grens ligt tussen flexibiliteit en aanpasbaarheid.

BEGRENZING FLEXIBILITEIT / AANPASBAARHEID

De hoofdconstructie van een gebouw kan op zeer verschillende manieren aangepast worden. Het meest evident is het verschil tussen het toevoegen of verwijderen van constructie-elementen of delen hiervan. Wanneer de aanpasbaarheid van een constructie benaderd wordt met de indicatoren welke in de vorige paragraaf zijn onderscheiden, blijkt dat vooral koppeling en draagcapaciteit van belang zijn bij het aanpassen van de constructie. De draagcapaciteit moet ondanks alle ingrepen altijd voldoende zijn om zijn functie te volbrengen. De koppeling geeft weer hoe een constructief element met een ander constructief element is verbonden of hoe een element zelf is samengesteld.

De toevoeging of subtractie van constructie kan met een bepaalde gradatie in kaart worden gebracht. De draagcapaciteit is hierin bepalend welke gradatie toegepast kan worden. De koppeling geeft hierbinnen nog

een onderverdeling weer. De vraag is nu wanneer er nog gesproken kan worden over flexibiliteit en wanneer een verandering aan de constructie volledig onder de aanpasbaarheid valt. De gradatie kan als volgt worden weergegeven.

Verwijdering van constructie:

- Zonder constructieve toevoeging en zonder aantasting omliggende constructie
- Zonder constructieve toevoeging, maar met lichte aantasting omliggende constructie
- Zonder constructieve toevoeging, maar met andere belastingafdracht in het element.
- Met kleine constructieve toevoeging (binnen het vlak of de lijn van het element)
- Met grote constructieve toevoeging (buiten het vlak of de lijn van het element)
- Complete vervanging van een element (bijvoorbeeld t.b.v. integratie)

Toevoeging van constructie:

- Verstevenigen constructie element
- Toevoegen nieuw constructie element (inbouw en uitbouw)

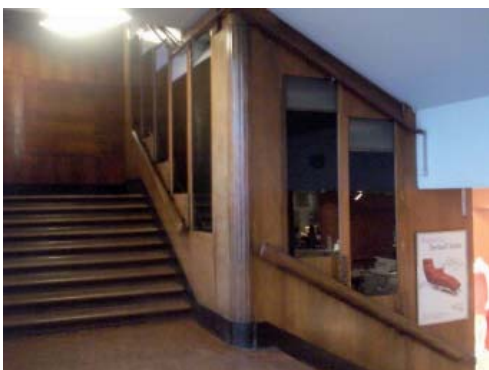
Omdat deze studie uitgaat van de flexibiliteit van bestaande bouw, is er voor gekozen om aanpassingen waarbij de globale krachtwerving in het gebouw niet wijzigt mee te nemen. Dit wil zeggen dat wijzigingen aan de constructie, waarbij de aanpassing binnen het vlak of de lijn van het element blijft mee worden genomen (figuur 5.7). Van de gradaties in verwijdering van constructie vallen de laatste twee onderdelen hierbuiten. Ook het toevoegen van constructie wordt niet meegenomen gezien hier ook buiten te lijnen van de originele belasting afdracht wordt gegaan.

FUNCTIONELE BOUWLAGEN

Op de horizontale as van de matrix worden niet de functionele bouwlagen van Leupen gebruikt, maar de uitgebreidere methode welke gebaseerd is op de Elementenmethode '91. Deze complete inventarisatie van onderdelen van een gebouw is omgezet naar groepen met een gelijkwaardig functioneel domein, die vallen onder de functionele bouwlagen van Leupen. Als extra groep is hierbij de ruimte meegenomen zoals ook door Wagemans [2008] is voorgesteld. Deze groep beschrijft de niet fysieke relatie van de constructie met het ruimtegebruik die mogelijk is in een gebouw. Verdere opdeling dan hier is voorgesteld is mogelijk. Hierbij zullen de functionele domeinen echter zeer



Figuur 5.8 De gevel van het bouwkunde gebouw van de TU/e is volledig vervangen.



Figuur 5.9 De trap en lift in de Bijenkorf van Den Haag zijn met elkaar vervlochten.

dicht bijeen komen te liggen en daardoor vaak dezelfde constructieve flexibiliteit bezitten. De volgende functionele bouwlagen worden onderscheiden:

1. Gebouwschil

Het systeem welke binnen en buiten van elkaar scheid. Hieronder vallen ook de delen van de hoofddragconstructie die deel van de gevel zijn. De openingen in het systeem behoren tot ruimtegebruik, maar de invulling van deze openingen tot de gebouwschil.

1.1. Gevel

De scheiding tussen binnen en buiten met verticale elementen.

1.2. Dak

De scheiding tussen binnen en buiten met schuine of horizontale elementen.

2. Ontsluiting

De ontsluiting bevat alle verticale ontsluitingsystemen. De horizontale ontsluiting wordt ondergebracht bij 'ruimte' in verband met mogelijke functiewijzigingen.

2.1. Trappen (non-mechanisch)

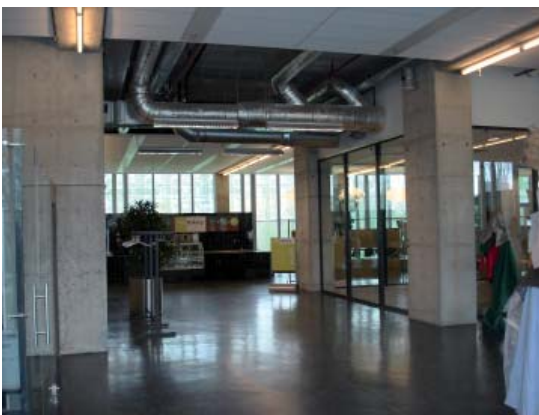
Deze groep betreft de non-mechanische transportsystemen. Hieronder vallen trappen, hellingbanen en ladders als ook de ruimte voor dit niet mechanische verticale transport.

2.2. Liften (mechanisch)

Deze groep bevat de mechanische ontsluiting. Deze groep, welke onder andere lift en roltrappen bevat gedraagt zich aanzienlijk anders gezien deze elementen bewegende delen bevatten en er ruimte nodig is voor de aansturing.



Figuur 5.10 Een luchtbehandelingskast is een duidelijk voorbeeld van een opwekkingsysteem. [Foto GEA-Happel]



Figuur 5.11 Een grote verdiepingshoogte maakt het plaatsen van grote ventilatiekanalen mogelijk.



Figuur 5.12 Vloerwarming is een afgiftesysteem, maar valt onder de groep leidingen [Foto Bouwbedrijf Coppes].

3. Installaties

Opwekking en afgifte

3.1. Opwekkingsystemen

In deze groep zitten alle opwekkingsapparaten. Over het algemeen worden deze geplaatst op of gehangen aan de constructie.

3.2. Afgiftesystemen

In deze groep zitten alle afgifteapparaten. Deze groep is zeer divers en bestaat onder andere uit radiatoren en convectoren. Delen van het afgiftesysteem die tevens onderdeel zijn van het distributienetwerk, zoals bij vloerverwarming of een koelplafond, vallen onder leidingen.

Distributienetwerk

3.3. (Ventilatie)kanalen

Deze groep betreft de grotere distributie-elementen. Meestal zijn deze elementen onderdeel van het luchtventilatiesysteem. Ook de leidingenschacht kan hieronder gerekend worden.

3.4. (Afvoer)leidingen

leidingen staan voor de kleinere distributie-elementen, zoals de waterleidingen en internet en telefoonkabels.

4. Enscenering

4.1. Afwerking

Zowel de plafond-, als de vloer-, als de wandafwerking. Deze gedragen zich nagenoeg identiek en worden in tegenstelling tot het model van Hoekman niet verder opgedeeld. Afwerkingen aan de buitenzijde van het gebouw behoren tot de groep Gebouwschil, aangezien de afwerking een rol heeft in de scheiding van binnen- en buiten klimaat.

4.2. Niet dragende wanden

De wanden (vloeren) welke geplaatst zijn binnen de ruimtes zonder constructieve functie. Dit is anders dan bij 'gevel', waar de constructieve elementen wel bij de groep worden betrokken. Balustrades en leuningen behoren ook tot deze groep, maar zijn een stuk minder relevant.

5. Ruimte

5. Ruimtegebruik

Zoals bij de analyse van het model van Hoekman geconstateerd is dit geen onderdeel van de functionele bouwlaag 'enscenering', maar een aparte groep. Deze beschrijft de gebruiksruimte tussen de constructie-elementen. Ook openingen tussen ruimtes en de losse inventaris behoren tot deze groep.



Figuur 5.13 De afmetingen van dit Amsterdamse grachtenpand heeft grote beperking voor de invulling van de ruimte.

CONSTRUCTIE-ELEMENTEN

In de diepterichting van de matrix worden de verschillende constructiegroepen onderscheiden. Deze is niet ingevuld met gefixeerde groepen. De gebruiker van het model zal naar eigen inzicht moeten inschatten hoe gedetailleerd men de informatie wil verzamelen. De opdeling zoals door Hoekman gemaakt kan worden gehanteerd, maar ook een meer globale of gedetailleerde benadering is mogelijk.

Voor deze studie is een standaard aanpak geformuleerd welke de verschillende detail mogelijkheden weergeeft.

- **Globaal**
Er is geen opdeling gemaakt, waardoor heel snel een analyse van een volledig gebouw gemaakt kan worden.
- **Constructieve hoofdgroepen**
De horizontale en verticale elementen van de constructie worden apart beoordeeld, gezien de verschillende relatie ten opzichte van flexibiliteit.

- **Constructieve subgroepen**
De constructieve elementen zijn opgedeeld naar de groepen met een specifieke functie binnen de totale constructie. Bijvoorbeeld vloeren, kolommen, stabiliteitselementen.
- **Elementen**
Alle constructieve elementen worden apart geanalyseerd. Dit kan bijvoorbeeld van toepassing zijn bij de analyse van een klein deel van de constructie.

INVULLING VAN DE MATRIX

Wanneer dit alles wordt samengevat kan de matrix uit figuur 5.14 gegenereerd worden van configuraties welke van belang zijn voor de constructieve flexibiliteit. Elke cel in de matrix, elke combinatie van een constructiedeel, indicator en functionele bouwlaag, bevat een klein deel van de informatie over de flexibiliteit van een bepaalde constructie. Deze samenkomst van drie parameters

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties			4. Encensering		5. Ruimte	Totalen per indicator
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften	Opwekking en afgifte			Distributie		5.1 Ruimtegebruik	
					3.1 Opwekkingstelsel	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (Afvoer)leidingen	4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen	
A. Integratie					X	X				X	
B. Koppeling										X	
C. Toegankelijkheid									X	X	
D. Draagcapaciteit											
E. Maaat					X	X			X	X	
F. Obstructie					X	X			X	X	
Totalen per functionele bouwlaag											

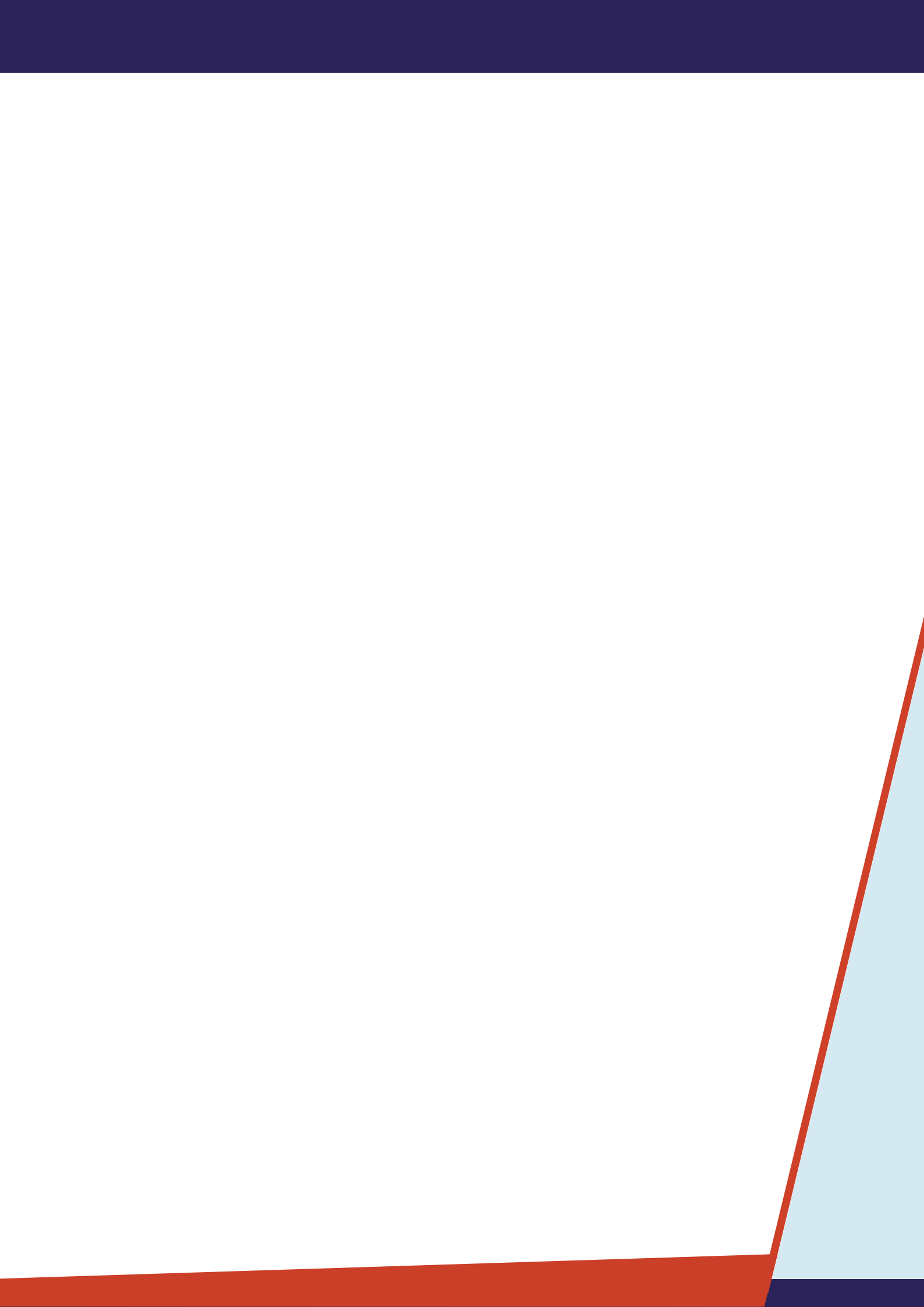
Figuur 5.14 Standaardmatrix waarin de functionele bouwlagen met de indicatoren vergeleken kunnen worden.

wordt in het vervolg van dit verslag aangeduid als configuratie.

De matrix dient als basis voor verdere bewerkingen. Elke configuratie wordt gevuld met een of meerdere gerichte vragen. Deze vragen zijn niet zozeer ja / nee vragen, maar hebben een bepaalde gradatie, waar de gebruiker een positie in moet nemen. Deze gradatie is bepaald aan de hand van diverse relevante normen en het bouwbesluit. De exacte vragen zoals deze zullen voorkomen zijn opgenomen in bijlage A.

Niet elke configuratie in de matrix is ingevuld. Deze cellen zijn niet of nauwelijks relevant. Zo kan een niet dragende binnenwand moeilijk geïntegreerd zijn met een constructie-element. De wand is dan juist wel dragend en hoort dan niet meer in deze hoofdgroep volgens de gekozen definities. De ruimte kan niet gekoppeld zijn aan een constructie-element gezien het ruimtegebruik niet een fysieke vorm heeft.

Door de grootte van de matrix, ongeveer 50 cellen per constructiegroep, zal de matrix al snel onoverzichtelijk worden en de ingevulde waarden opgaan in het totaal. Om overzicht te creëren in het geheel zullen ten eerste de extreme waarden aangeduid worden om meer op te vallen. Probleempunten en mogelijkheden ten aanzien van flexibiliteit kunnen op deze wijze sneller teruggevonden worden. Daarnaast moet het mogelijk zijn cellen samen te voegen, zowel horizontaal, verticaal als in de diepte, zodat op globaal niveau eveneens een oordeel over de constructieve flexibiliteit gevormd kan worden. De individuele scores van een configuratie worden geaggregeerd tot een waarde waardoor een globaal beeld van een bepaalde bouwlaag of indicator verschaft kan worden.



Hoofdstuk 6

Importantie van de configuraties

VAN GEDETAILLEERDE TOT GLOBALE SCORES

Het model dat gecreëerd is heeft de intentie een uitspraak te kunnen doen over constructieve flexibiliteit op globaal en gedetailleerd niveau. Om op globaler niveau een uitspraak te kunnen doen zullen de waarden op gedetailleerd niveau samengesteld moeten worden op een dusdanige wijze dat deze overeenkomt met de functionele bouwlaag of indicator. Voor elke functionele bouwlaag spelen weer andere indicatoren een belangrijke rol. Andersom spelen bij de verschillende indicatoren andere functionele bouwlagen een belangrijkere rol. Voor de verschillende constructiegroepen is dit in mindere mate ook het geval.

Gevolg van deze complexiteit is dat er in elke richting van de matrix andere weegfactoren gebruikt moeten worden om de globale scores te kunnen berekenen, wat gezien de grootte van de matrix een zeer grote opgave is.

De complexiteit van de matrix wordt sterk vergroot door het meenemen van afhankelijkheden tussen de verschillende indicatoren. Waarde weegfactoren tussen de constructiegroepen en functionele bouwlagen gefixeerde waarden kunnen zijn, hebben de indicatoren een bepaalde mate van afhankelijkheid, zoals in de analyse van het model van Hoekman vastgesteld. Door het verwijderen en samenstellen van de indicatoren blijven de afhankelijkheden beperkt zoals aangetoond in het vorige hoofdstuk. Toch blijven de indicatoren integratie, koppeling en toegankelijkheid van elkaar afhankelijk, evenals maat en obstructie. Ook is er sprake van afhankelijkheden wanneer onder een indicator meerdere vragen vallen. In het model komt dit op één plaats terug, bij obstructie.

#	IF			THEN	
	in1	in2	in3	DoS	out1
1	low		low	1.00	very_low
2	low		medium	1.00	very_low
3	low		high	1.00	low
4	medium	low	low	1.00	low
5	medium	low	medium	1.00	low
6	medium	low	high	1.00	medium
7	medium	medium	low	1.00	medium
8	medium	medium	medium	1.00	medium
9	medium	medium	high	1.00	high
10	medium	high	low	1.00	high
11	medium	high	medium	1.00	high
12	medium	high	high	1.00	very_high
13	high			1.00	very_high
14					
15					

Figuur 6.1 Een voorbeeld van een rulebox (met aandelen) zoals gebruikt in de Fuzzy Logic theorie [FuzzyTECH Demo 5.72d].

Het meenemen van deze afhankelijkheden kan aan de hand van de eerder besproken Fuzzy Logic. Fuzzy Logic maakt het mogelijk taalkundige onzekerheden om te zetten naar een schaal, waarmee complexe relaties vastgelegd kunnen worden. De relatie tussen bijvoorbeeld integratie en koppeling is zeker niet lineair. Het is niet ondenkbaar dat wanneer een configuratie volledig geïntegreerd is of juist volledig gescheiden, koppeling niet meer van belang is. Wanneer er sprake is van niet volledige integratie, zal koppeling wel een rol spelen.

De gekozen schaal hangt vast aan een aantal waarheidswaarden. Zo kan een lichaamstemperatuur van 38 graden overeenkomen met de waarheidswaarde 'verhoging' voor 70% en voor 30% met de waarheidswaarde 'koorts'. Bij het samenstellen van meerdere van deze Fuzzy Sets wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde rulebox, welke de complexe relaties tussen de verschillende indicatoren kan vastleggen. Deze rulebox is in principe een samenstelling van 'IF -> THEN' formules, zoals het voorbeeld in figuur 6.1 laat zien. Via deze regels worden de waarheidswaarden van de individuele indicatoren omgezet naar nieuwe waarheidswaarden die de output van de rulebox zijn. Het resultaat van de rulebox is dus een set waarheidswaarden waarvan de aandelen bepaald zijn. Er zijn verschillende methoden om vervolgens

deze aandelen waarheidswaarden om te zetten naar één getal. Het meest gebruikelijk is de 'center of mean' methode waarbij het zwaartepunt van de verschillende aandelen bepaald wordt.

Het aggregeren van de weegfactoren en afhankelijkheden in het model is een complexe aangelegenheid, zoals ook al uit de voorgaande tekst is gebleken. De output van het model is afhankelijk van alle verschillende weegfactoren, waardoor de invloed van de verschillende wegingen minder inzichtelijk worden. Dit betekent in principe dat het moeilijker wordt het resultaat dat het model genereert te toetsen en te achterhalen of deze weegfactoren goed gekozen zijn.

BEPALING IMPORTANTIE

De methoden zijn, zoals beschreven in de vorige paragraaf, aanwezig. Maar vooral door de grote rol die persoonlijke opinies hebben op de constructieve flexibiliteit beperkt dit onderzoek zich tot bepalen van de zwaartepunten in het model in plaats van het creëren van een complete set weegfactoren. De vraag staat centraal welke combinaties van een constructiedeel met een functionele bouwlaag en een indicator bepalend zijn voor het globale beeld van de constructieve flexibiliteit.

Om dit te bewerkstelligen is door middel van een enquête informatie vergaard. 17 mensen met enige mate van interesse of kennis op dit gebied hebben deze enquête ingevuld. Deze groep respondenten bestaat uit studenten, medewerkers van de Technische Universiteit Eindhoven en mensen die werkzaam zijn in de praktijk.

De enquête is opgebouwd uit drie delen. Een introductie, waarin het kennisniveau van de respondenten getoetst wordt met enige vragen, een tweede deel waar naar de importantie van de verschillende facetten gevraagd wordt en een aantal slotvragen waarin de compleetheid van het model is getoetst.

In de eerste vragen wordt naar het beroep van de respondent gevraagd evenals naar de mate waarin men bekend is met de problematiek. Met deze vragen is het mogelijk de steekproef op te delen en te vergelijken. Tevens wordt in de introductie gevraagd voorbeelden te geven waarin constructieve flexibiliteit een rol speelt. Deze informatie kan vergeleken worden met de resultaten van het tweede gedeelte. Hierin worden de in dit onderzoek gebruikte definities één voor één geïntroduceerd en wordt voor elke functionele bouwlaag en indicator naar de importantie voor de constructieve flexibiliteit gevraagd. In de tweede serie vragen in het hoofdgedeelte van de enquête wordt gevraagd combinaties te maken van functionele bouwlagen en indicatoren.

De resultaten van deze enquête zullen in de komende paragrafen uiteengezet worden, gevolgd door conclusies. De enquête zoals deze is afgenomen is terug te vinden in Bijlage B.

Het doel van de enquête is het vergaren van de importantie van de verschillende functionele bouwlagen en indicatoren voor de gehele constructie. Dit betekent dat de verschillende constructiegroepen niet zijn meegenomen in deze. Over het algemeen is een bepaalde configuratie van een functionele bouwlaag en indicator slechts van toepassing bij de horizontale constructie-elementen of de verticale constructie-elementen óf is de ene constructiegroep dominant boven de andere constructiegroep.

Zowel op globaal als gedetailleerd niveau wordt middels de enquête via drie methoden informatie vergaard.

- Via het benoemen van belangrijke aspecten van constructieve flexibiliteit zonder kennis over de terminologie (inleiding).
- Via het vastleggen van de importantie van de indicatoren en functionele bouwlagen afzonderlijk aan de hand van definities

- Via het maken van combinaties tussen indicatoren en functionele bouwlagen.

In alle drie de delen wordt het aantal keren dat voor een indicator of functionele bouwlaag gekozen wordt geteld om vervolgens deze resultaten met elkaar te vergelijken. In het eerste deel zijn de gegeven antwoorden, welke in eigen woorden zijn geformuleerd, omgezet naar de specifieke configuraties. Vervolgens zijn de configuraties ontleed in een indicator en functionele bouwlaag. Voor de tweede methode zijn de scores die gegeven zijn gemiddeld. Ook is van deze score een berekening van de standaard fout gemaakt, een indicatie van de standaarddeviatie van het steekproef gemiddelde. Via de derde methode zijn de keuzes opgeteld en ontleed in een indicator en een functionele bouwlaag.

EERSTE METHODE

De vraag die gesteld is bij de eerste methode bij de introductie van de constructieve flexibiliteit is als volgt: 'Kunt u drie concrete voorbeelden geven van aspecten die volgens u een probleem vormen bij aanpassingen in een gebouw gedurende haar levensduur, waar de constructie een rol speelt?' Deze vraag is nog vrij voor interpretatie en zonder invloed van termen welke in het onderzoek zijn gebruikt. De gegeven antwoorden zijn gegroepeerd en omgezet naar de gebruikte termen.

Interpretatie van de antwoorden is niet altijd eenduidig, waardoor ervoor gekozen is de indicatoren integratie, koppeling en toegankelijkheid samen te voegen. Leidingen en kanalen als ook maat en obstructie (behalve bij ruimtegebruik) zijn om vergelijkbare redenen samengevoegd.

Door de open vraagstelling is ook een enkele keer een antwoord gegeven welke niet direct is te herleiden naar de terminologie van het onderzoek. Zo wordt gewezen op de kosten die duurzaamheid met zich meebrengt als ook de veranderende eisen van de Nederlandse normen. Deze antwoorden kunnen echter geplaatst worden boven de inhoud van het onderzoek. Het kenmerkt de problematiek van de constructieve flexibiliteit, maar is hier geen voorbeeld van. Wel wordt een aantal malen de mogelijkheid tot uitbreiden van het originele bouwvolume genoemd. Deze flexibiliteit van de constructie ten behoeve van nieuwe constructie is in een eerder stadium onder aanpasbaarheid geschaard. De juistheid van deze conclusie is te betwijfelen. De resultaten voor deze categorie zijn bij de eerste methode wel meegenomen.

Opvallend is dat de functionele bouwlagen ruimtegebruik, gevel en leidingen en kanalen veelvuldig gekozen worden, waar de andere sporadisch of zelfs nooit voorkomen (tabel 6.1). Enkel niet dragende wanden en nieuwe constructie worden ook genoemd. Bij

Functionele bouwlagen		Indicatoren	
Ruimtegebruik	21	Integratie / Koppeling / Toegankelijkheid	17
Leidingen / Kanalen	10	Maat	12
Gevel	8	Draagcapaciteit	12
ND Wanden	2	Obstructie	9
Constructie	2		
Dak	0		
Lift	0		
Trap	0		
Opwekking	0		
Afgifte	0		
Afwerking	0		

Tabel 6.1 De resultaten van de eerste methode toegespitst op de verschillende functionele bouwlagen en indicatoren.

de indicatoren is meer spreiding te zien. Integratie, koppeling en toegankelijkheid worden het meest gekozen, maar hier moet wel rekening gehouden worden met het samenvoegen van deze configuraties. Uit het eerste beeld wat verkregen wordt blijkt dat alle indicatoren een significante rol spelen bij constructieve flexibiliteit in tegenstelling tot de functionele bouwlagen. Gesteld kan worden dat de respondenten allen een vergelijkbaar beeld hebben over de configuraties die een rol spelen bij constructieve flexibiliteit. Door de lage populatie van het onderzoek en de beperkte antwoordmogelijkheden (er dienen drie configuraties genoemd te worden) is op basis van deze resultaten nog niet te concluderen dat sommige functionele bouwlagen te verwaarlozen zijn in de volledige matrix.

Wanneer de gekozen configuraties

op een rij gezet worden, komen daar de resultaten zoals weergegeven in tabel 6.2 uit. Wat opvalt is dat de configuraties per functionele bouwlaag gecentreerd zijn rond een aantal indicatoren. Ruimtegebruik is enkel terug te leiden tot maat, draagcapaciteit en obstructie. Leidingen en kanalen maken combinaties met alle indicatoren behalve draagcapaciteit en gevel is slechts geconcentreerd rond integratie, koppeling en toegankelijkheid. Wanneer dit geprojecteerd wordt in de matrix (figuur 6.2) valt op dat in de hele matrix slechts heel specifieke blokken belangrijk zijn volgens de respondenten voor de constructieve flexibiliteit. Bij deze resultaten moet nog een slag om de arm gehouden worden aangezien het interpretaties van antwoorden betreft. Zo wordt meermaals verwezen naar het verwijderen van of doorgangen maken in wanden. Volgens de gebruikte definities betreft dit de configuratie van obstructie en ruimtegebruik. Het zou echter ook kunnen wijzen op het kunnen weghalen van niet dragende wanden, waardoor het tot de configuratie niet dragende wanden en koppeling behoort.

Configuraties	
Ruimtegebruik - Draagcapaciteit	10
Ruimtegebruik - Maat	9
Leidingen / Kanalen - Integratie / Koppeling / Toeg	9
Gevel - Integratie / Koppeling	8
Ruimtegebruik - Obstructie	6
Leidingen / Kanalen - Maat / Obstructie	3
Niet dragende wanden - Koppeling	2
Constructie - Draagcapaciteit	2

Tabel 6.2 De resultaten van de eerste methode voor de specifiek genoemde configuraties.

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties				4. Enscenering		5. Ruimte
					Opwekking en afgifte		Distributie				
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften	3.1 Opwekkingstelsel	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (Afvoer)leidingen	4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen	5 Ruimtegebruik
A. Integratie											
B. Koppeling											
C. Toegankelijkheid											
D. Draagcapaciteit											
E. Maat											
F. Obstructie											

Figuur 6.2 Grafische weergave van de antwoorden die gegeven zijn in de eerste methode.

TWEEDE METHODE

In de tweede methode is kennisgenomen van de terminologie, waardoor de antwoorden niet meer door de auteur geïnterpreteerd hoeven te worden. Ook heeft de respondent een volledig beeld kunnen krijgen van alle functionele bouwlagen en indicatoren, waar in de eerste vraagstelling een bepaalde functionele bouwlaag of indicator over het hoofd gezien kan worden. De vraagstelling in de tweede methode is als volgt: 'Hoe belangrijk acht u (op een schaal van 1 tot 5) de invloed van de constructieve flexibiliteit ten behoeve van ... (een functionele bouwlaag / indicator)'. De gegeven antwoorden zijn terug te zien in tabel 6.3.

De resultaten van de gekozen methode liggen over het algemeen zeer dicht opeen. Een grotere Likert-schaal met zeven opties had wellicht een groter onderscheid kunnen genereren. De schatting van de standaarddeviatie is daarbij ook nog eens behoorlijk groot. Deze ligt tussen de 0,8 en de 1,5 op een schaal van 1 tot 5. De standaardfout welke een indicatie is tussen welke waarden het gemiddelde kan liggen is afhankelijk van de steekproefgrootte. Door de vragen door meer mensen in te laten vullen kan de gemiddelde waarde met meer zekerheid worden vastgesteld. Op basis van deze standaardfout welke varieert tussen de 0,20 en 0,40 kunnen weldegelijk conclusies getrokken worden over de resultaten.

Bij de functionele bouwlagen komen net als bij de eerste methode ruimtegebruik, gevel, kanalen en in mindere mate leidingen bovendrijven. Ruimtegebruik wordt verreweg het beste beoordeeld met een 4,71 en is ondanks de kleine steekproef significant belangrijker dan de andere functionele bouwlagen. Ook kanalen en gevel worden belangrijker bevonden dan de andere functionele bouwlagen. Tussen de overige lagen is minder onderscheid mogelijk. Opwekkingsystemen worden in deze vraagstelling opvallend hoog beoordeeld, wat niet uit de eerste methode te verwachten was. Liften worden laag beoordeeld en valt als enige functionele bouwlaag aan de onderzijde te onderscheiden. Verder is opvallend dat de functionele bouwlagen over het algemeen vrij onbelangrijk worden geschat. Slechts vijf van de elf functionele bouwlagen worden bovengemiddeld belangrijk gevonden.

Dit is anders bij de indicatoren, waar alle indicatoren boven de gemiddelde score van 3,00 blijven. Dit bevestigt het beeld van de eerste methode waar alle indicatoren meer dan eens werden genoemd. De gemiddelde waarden liggen zeer dicht op elkaar waardoor er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen de importantie van de verschillende indicatoren. Evenals bij de eerste methode scoort obstructie wel iets lager dan de andere indicatoren.

Functionele bouwlagen	Gemiddelde	Standaard fout	Indicatoren	Gemiddelde	Standaard fout
Ruimtegebruik	4,71	0,19	Draagcapaciteit	4,18	0,2
Kanalen	3,82	0,25	Integratie	4,12	0,31
Gevel	3,47	0,31	Maat	3,88	0,19
Leidingen	3,12	0,34	Koppeling	3,82	0,29
Opwekking	3,12	0,33	Toegankelijkheid	3,69	0,31
ND Wanden	2,82	0,38	Obstructie	3,29	0,27
Afwerking	2,71	0,31			
Trap	2,65	0,27			
Afgifte	2,65	0,32			
Dak	2,65	0,32			
Lift	2,35	0,26			

Tabel 6.3 De resultaten van de tweede methode toegespitst op de verschillende functionele bouwlagen en indicatoren.

Functionele bouwlagen	Aantal	Indicatoren	Aantal
Ruimtegebruik	37	Koppeling	48,5
Kanalen	27,5	Integratie	30
Gevel	27,5	Toegankelijkheid	27
Leidingen	17	Maat	26
ND wanden	13,5	Draagcapaciteit	25
Lift	11,5	Obstructie	21
Trap	10		
Afwerking	9		
Afgifte	8		
Opwekking	8		
Dak	7,5		

Tabel 6.4 De resultaten van de derde methode toegespitst op de verschillende functionele bouwlagen en indicatoren.

DERDE METHODE

In de derde methode is gevraagd combinaties te maken van functionele bouwlagen en indicatoren welke volgens de respondent belangrijk zijn ten aanzien van de constructieve flexibiliteit. De respondenten zijn gevraagd 10 lijnen te trekken van een functionele bouwlaag naar een indicator en vervolgens om uit deze 10 de drie belangrijkste te selecteren. Elke keer als voor een indicator gekozen wordt, is er een punt toegekend. Wanneer een configuratie tot de drie belangrijkste behoort, wordt een half punt hierbij opgeteld. De resultaten zijn vervolgens ook gesplitst naar de functionele bouwlagen en indicatoren apart. De resultaten van de derde methode zijn te zien in tabel 6.4.

Bij de functionele bouwlagen is wederom een vergelijkbaar beeld te zien. Ruimtegebruik wordt verreweg het meeste gekozen. Ook gevel, kanalen en in iets mindere mate leidingen komen bovendrijven als belangrijke functionele bouwlagen ten aanzien van de constructieve flexibiliteit. In vergelijking tot de eerste methode is het verschil tussen de eerder genoemde en de overige functionele bouwlagen een stuk kleiner. Dit kan aan twee oorzaken worden toegewezen. Ten eerste moet er een grotere keuze gemaakt worden (10 tegenover 3), waardoor een iets minder belangrijke indicator eerder genoemd zal worden. Ten tweede heeft een aantal respondenten de vraag enigszins

verkeerd geïnterpreteerd en heeft bij elke functionele bouwlaag één indicator genoemd, waardoor er een dempend effect op de resultaten ontstaat. Toch komen de belangrijkste resultaten ook zo naar boven. Niet dragende wanden tekenen zich net als in de andere methoden belangrijker af dan de overige functionele bouwlagen.

In achtung nemend dat een aantal respondenten bij alle functionele bouwlagen een indicator hebben gezocht en dat voor de functionele bouwlaag dak een verkeerde interpretatie gekozen is (uitgelegd aan het einde van deze paragraaf), kan aan de hand van deze gegevens gesteld worden dat de invloed van een aantal functionele bouwlagen, zoals afgifte- en opwekkingsystemen als ook dak, minimaal is in de matrix voor constructieve flexibiliteit. Ook hier moet geconcludeerd worden dat de steekproef te klein is om een harde conclusies als uitsluiting te trekken.

Bij de indicatoren valt op in welke mate voor koppeling is gekozen. In tegenstelling tot de vorige twee methoden steekt deze indicator hier wel boven de anderen uit, die ook allemaal met regelmaat gekozen worden.

De resultaten van de gekozen configuraties via deze methode laten een vergelijkbaar, maar wel uitgebreider, beeld zien dan in de eerste methode. De zwaartepunten in het model vormen zich rond dezelfde punten. Gevel is vooral

belangrijk ten aanzien van integratie en koppeling. Kanalen en leidingen worden belangrijk gevonden rond integratie, koppeling en toegankelijkheid. Het grootste zwaartepunt ligt ook hier weer bij draagcapaciteit, maat en obstructie ten behoeve van ruimtegebruik. Maat en obstructie van kanalen en leidingen komen in deze derde methode veel minder naar voren dan bij de eerste methode. Hiervoor in de plaats zijn een aantal andere zwaartepunten te onderscheiden die eerder nog niet zo zichtbaar waren. Niet dragende wanden komen in deze resultaten sterk naar voren op het gebied van koppeling en draagcapaciteit, welke bovendien de enige combinaties zijn die niet dragende wanden aan kan gaan. Afwerking komt in mindere mate naar voren op het gebied van koppeling. Een andere configuratie die in de derde methode wel genoemd wordt is toegankelijkheid van trappen en liften. Ook draagcapaciteit ten behoeve van dak komt meer naar voren.

Door de grote hoeveelheid aan mogelijkheden is hier goed te zien dat de steekproef groter moet zijn om over de gehele matrix conclusies te trekken en deze resultaten te gebruiken als basis voor weegfactoren. De pieken in de matrix worden al goed zichtbaar, maar het overgrote deel van de mogelijke configuraties wordt slechts een enkele keer genoemd.

Ook dient de importantie van bepaalde configuraties in twijfel getrokken te worden. Een aantal configuraties leent zich voor een verkeerde interpretatie. Toegankelijkheid van trappen en liften is vanuit architectonisch oogpunt van groot belang. Echter betreft het in dit onderzoek volgens de eerder genoemde definities om de toegankelijkheid van de trappen en liften ondanks de aanwezigheid van de constructie. Ook bij de configuratie draagcapaciteit en dak moet getwijfeld worden bij de resultaten. Het ligt voor de hand de draagcapaciteit van het dak van belang te achten ten behoeve van optoppingen. Behalve dat het hier kan gaan om de eerder genoemde draagcapaciteit ten behoeve van nieuwe constructie, kan dit antwoord ook geschaard worden onder draagcapaciteit ten opzichte van ruimtegebruik, gezien de functie van de daketage verandert. Wanneer de constructieve flexibiliteit van de configuratie draagcapaciteit en dak zelf in ogenschouw wordt genomen, betreft het bijvoorbeeld de vraag of van een dak met slechts een bitumenlaag een vegetatiedak gemaakt kan worden.

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties				4. Ensclering		5. Ruimte
					Opwekking en afgifte		Distributie				
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften	3.1 Opwekkingstelsel	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (Afvoer)leidingen	4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen	5 Ruimtegebruik
A. Integratie	5,5	0,0	1,0	1,0	3,0	2,0	9,5	4,5	2,0		1,5
B. Koppeling	15,5	0,0	1,0	0,0	2,0	4,0	7,0	5,0	5,0	7,5	1,5
C. Toegankelijkheid	2,0	1,0	6,0	5,0	2,0	1,0	4,5	5,5			
D. Draagcapaciteit	3,0	5,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	10,0
E. Maat			1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	15,0
F. Obstructie	1,5	1,5	0,0	3,5			4,5	1,0			9,0

Figuur 6.3 Grafische weergave van de antwoorden die gegeven zijn in de derde methode.

VERGELIJKING

De resultaten van deze drie methoden laten een grote overeenkomst zien. Bij de verschillende functionele bouwlagen zijn de antwoorden in alle methoden geconcentreerd rond gevel, distributiesystemen en ruimtegebruik, waarbij de laatste in alle gevallen hier weer bovenuit steekt. Nieuwe constructie en niet dragende wanden worden ook nog enkele malen genoemd, maar er is nauwelijks associatie van constructieve flexibiliteit met dak, ontsluiting, begin-eindsystemen van installaties en afwerking.

Tussen alle functionele bouwlagen heeft ruimtegebruik een status aparte, doordat het als enige functionele bouwlaag geen fysieke vorm heeft. Gesteld kan worden dat de hoge herkenbaarheid van deze functionele bouwlaag in de tweede en derde methode van de enquête een hoge waardering in de hand werkt, ten opzichte van de fijn opgedeelde fysieke functionele bouwlagen. Echter wordt in de eerste methode, wanneer nog geen kennis is genomen van de terminologie, ook veelvuldig naar de importantie van ruimtegebruik verwezen.

Bij de indicatoren is een stuk minder spreiding in de resultaten te bemerken. Uit de antwoorden van de enquête is gebleken dat de zes mogelijkheden een compleet overzicht geven. Er wordt niet naar andere soorten van interactie tussen de constructie en een andere functionele bouwlaag verwezen. De scores die volgens de tweede methode gegeven worden bevinden zich in de range van 3,2 tot 4,2. Obstructie wordt in alle gevallen iets minder beoordeeld dan de andere indicatoren. Opvallend is wel dat in de derde methode koppeling duidelijk vaker gekozen wordt, terwijl dat niet blijkt uit de andere methoden. Er is een mogelijkheid dat dit is terug te voeren op de woordkeuze die gebruikt is. Bij deze methode wordt het woord demontage nadrukkelijker gebruikt dan in de andere methoden.

Over het algemeen is het moeilijk uit de verkregen gegevens conclusies te trekken, behalve dat alle indicatoren bij een bepaalde functionele bouwlaag belangrijk zijn en alle indicatoren dus een significante rol spelen. Doordat bij elke functionele bouwlaag andere indicatoren van belang zijn kunnen moeilijk weegfactoren bepaald worden tussen de indicatoren voor alle functionele bouwlagen als geheel, maar zal op gedetailleerder niveau de verhoudingen bepaald moeten worden. Dit geldt in mindere mate ook voor de vergelijking van de verschillende functionele bouwlagen. Wel kunnen bepaalde functionele bouwlagen uit de matrix gelaten worden zonder daarbij de scores op globaal niveau veel aan te tasten.

Bij de analyse van de configuraties kunnen ook alle drie methoden gebruikt worden. Bij de tweede methode waar de importantie van de verschillende functionele bouwlagen en indicatoren afzonderlijk worden bepaald kunnen de resultaten gekruist worden zodat een indicatie ontstaat van importantie van de verschillende configuraties. Hieruit kunnen echter geen directe conclusies getrokken worden. Ter voorbeeld is de functionele bouwlaag ruimtegebruik als zeer belangrijk beschouwd evenals de indicator integratie (de hoogste score binnen de matrix). Dit is echter van geen belang aangezien de bewuste configuratie met de gegeven definities niet mogelijk is. Het ruimtegebruik kan niet technisch geïntegreerd worden met de constructie, omdat het ruimtegebruik iets niet fysieks is. Andersom kan ook de situatie bedacht worden waarbij een bepaalde functionele bouwlaag en indicator als niet belangrijk worden beschouwd, maar de combinatie hiervan weldegelijk belangrijk is. Dit komt echter niet in duidelijke vorm naar voren binnen de resultaten.

De eerste en derde methode waarop de informatie vergaard is vertonen een grote mate van overeenkomst. Er zijn binnen de matrix een aantal kernen aan te

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties				4. Ensenering		5. Ruimte
					Opwekking en afgifte		Distributie				
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften	3.1 Opwekkingsysteem	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (Afvoer)leidingen	4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen	5 Ruimtegebruik
A. Integratie	5,5	0,0	1,0	1,0	3,0	2,0	9,5	4,5	2,0		1,5
B. Koppeling	15,5	0,0	1,0	0,0	2,0	4,0	7,0	5,0	5,0	7,5	1,5
C. Toegankelijkheid	2,0	1,0	6,0	5,0	2,0	1,0	4,5	5,5			
D. Draagcapaciteit	3,0	5,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	10,0
E. Maat			1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	15,0
F. Obstructie	1,5	1,5	0,0	3,5			4,5	1,0			9,0

Figuur 6.4 De geselecteerde zwaartepunten binnen het matrix model.

wijzen die belangrijk gevonden worden, zowel zonder als met voorkennis over de terminologie zoals in dit onderzoek is gebruikt. De volgende zwaartepunten komen naar voren (figuur 6.4).

- Ruimtegebruik ten aanzien van draagcapaciteit
- Ruimtegebruik ten aanzien van maat
- Ruimtegebruik ten aanzien van obstructie
- Gevel ten aanzien van koppeling
- Distributienetwerk ten aanzien van integratie

De configuraties van ruimtegebruik op het gebied van draagcapaciteit, maat en obstructie afzonderlijk kennen een vergelijkbare importantie ten aanzien van de constructieve flexibiliteit dan de andere twee zwaartepunten.

De grens welke bepaald welke configuraties meegenomen zijn is arbitrair op 50% vastgesteld. Hierdoor vallen koppeling van niet dragende wanden, draagcapaciteit van dak en toegankelijkheid van ontsluiting net buiten de selectie, al worden deze ook vaak genoemd. De keuze van de zwaartepunten roept vragen op over de getrokken grens en het samenvoegen van de distributienetwerken. In de eerste methode is tussen de distributiegroepen geen onderscheid gemaakt. In de derde methode is vaak voor of kanalen of leidingen gekozen, mogelijk om er voor

te zorgen dat niet te veel configuraties uit deze sector zijn gekozen. Deze resultaten hebben er toe geleid in deze fase de distributiesystemen samen te voegen.

De score in de derde methode voor koppeling van niet dragende wanden geeft ook aanleiding tot verdere analyse. Echter wordt deze configuratie in de eerste methode beduidend minder vaak gekozen. Ook is de bewuste configuratie niet veel vaker genoemd dan meer twijfelachtige zwaartepunten in het model zoals de configuratie toegankelijkheid en ontsluiting.

De constructieve flexibiliteit ten aanzien van nieuwe constructie-elementen is niet als zwaartepunt meegenomen. Deze configuratie werd enige malen als ontbrekend opgegeven door de respondenten. Een deel van deze antwoorden is terug te leiden tot draagcapaciteit van dak, welke onverwacht veel werd genoemd als belangrijke indicator. Het is de verwachting dat de configuratie van nieuwe constructie ten aanzien van draagcapaciteit een belangrijke rol heeft binnen de constructieve flexibiliteit. Om dit aan te tonen is echter aanvullend onderzoek noodzakelijk.

In de selectie van de zwaartepunten is voorbij gegaan aan de grote relatie tussen niet dragende wanden en ruimtegebruik. Zoals eerder genoemd is

Studenten			Arbeiders		
Functionele bouwlagen	Gemiddelde	Standaard fout	Indicatoren	Gemiddelde	Standaard fout
Ruimtegebruik	4,86	0,14	Draagcapaciteit	4,43	0,30
Kanalen	3,86	0,34	Integratie	4,29	0,42
Leidingen	3,86	0,55	Maat	4,29	0,18
Afwerking	3,57	0,37	Koppeling	3,86	0,46
ND Wanden	3,29	0,68	Obstructie	3,71	0,29
Gevel	3,14	0,46	Toegankelijkheid	3,57	0,57
Opwekking	3,14	0,55			
Afgifte	3,14	0,51			
Trap	2,86	0,51			
Lift	2,57	0,53			
Dak	2,00	0,49			
Functionele bouwlagen	Gemiddelde	Standaard fout	Indicatoren	Gemiddelde	Standaard fout
Ruimtegebruik	4,60	0,31	Draagcapaciteit	4,00	0,26
Kanalen	3,80	0,36	Integratie	4,00	0,45
Gevel	3,70	0,42	Koppeling	3,80	0,39
Dak	3,10	0,38	Toegankelijkheid	3,78	0,36
Opwekking	3,10	0,43	Maat	3,60	0,27
Leidingen	2,60	0,37	Obstructie	3,00	0,39
ND Wanden	2,50	0,43			
Trap	2,50	0,31			
Afgifte	2,30	0,40			
Lift	2,20	0,25			
Afwerking	2,10	0,35			

Tabel 6.5 De resultaten van de tweede methode. Boven de resultaten van de studenten, onder van de arbeiders.

Studenten		Arbeiders	
Functionele bouwlagen	Aantal	Indicatoren	Aantal
Ruimtegebruik	17	Koppeling	19,5
Leidingen	9,5	Toegankelijkheid	12,5
Kanalen	9	Maat	12,5
Gevel	8,5	Draagcapaciteit	10,5
ND wanden	6,5	Integratie	10
Lift	6,5	Obstructie	7,5
Trap	6		
Opwekking	4		
Afwerking	2		
Afgifte	2		
Dak	1,5		
Functionele bouwlagen	Aantal	Indicatoren	Aantal
Ruimtegebruik	20	Koppeling	29
Gevel	19	Integratie	20
Kanalen	18,5	Toegankelijkheid	14,5
Leidingen	7,5	Maat	13,5
ND wanden	7	Draagcapaciteit	13,5
Afwerking	7	Obstructie	13,5
Afgifte	6		
Dak	6		
Trap	5		
Lift	4		
Opwekking	4		

Tabel 6.6 De resultaten van de derde methode. Boven de resultaten van de studenten, onder van de arbeiders.

in de beschouwing van de eerste methode kan de configuratie ruimtegebruik en obstructie eenvoudig verward worden met obstructie of koppeling van niet dragende wanden. Meenemen van deze relatie had wellicht een hogere score voor niet dragende wanden opgeleverd. Aanvullend onderzoek is nodig om de invloed van de misinterpretatie tussen deze configuraties uit te sluiten.

VERGELIJKING OP BASIS VAN ACHTERGROND

De populatie van het onderzoek bestaat uit zeven studenten en tien werkenden. Ondanks dat alle deelnemers aan het onderzoek aangegeven hebben een hoge mate van kennis te hebben op het gebied van flexibiliteit, kan getwijfeld worden over de waarde van de resultaten van de studenten door het gebrek aan praktijk ervaring. Hiervoor is een vergelijking in de antwoorden gemaakt tussen de mensen uit de praktijk en de studenten.

Wanneer de antwoorden van de tweede methode worden vergeleken valt direct op dat onder de studerende experts meer facetten belangrijk geacht worden. Slechts drie facetten worden lager dan 3,0 beoordeeld. Onder de werkende respondenten zijn dit er zes. Door de kleine aantallen experts zijn de gemiddelde waarden niet nauwkeurig vast te leggen wat terug te zien is in de hoge scores van de standaardfout. Bij afwerking en leidingen zijn de grootste verschillen te ontwaren waarbij de studenten deze belangrijker beoordelen. De werkenden beoordelen enkel gevel en dak hoger dan de studenten.

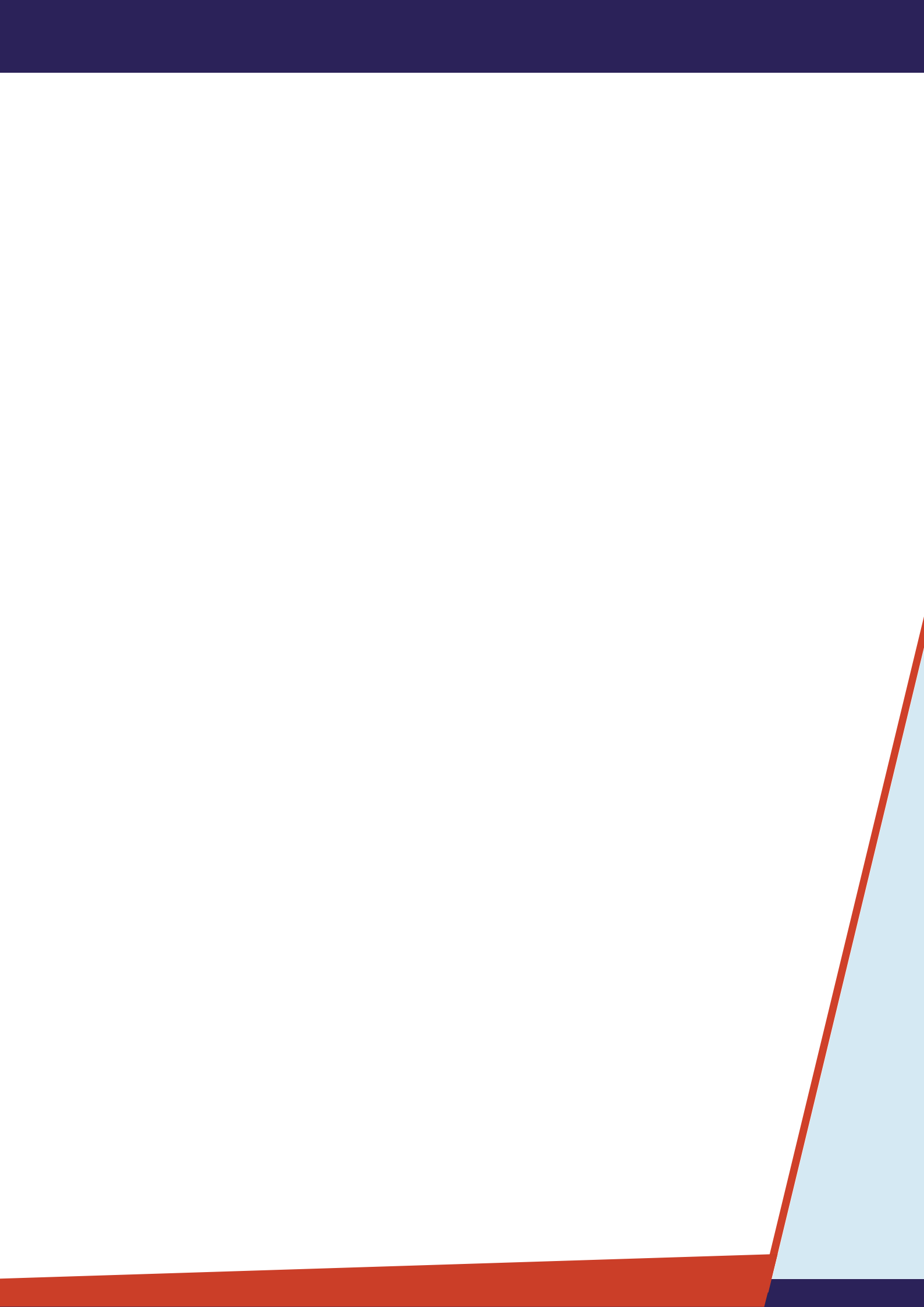
Door het uitvoeren van een t-test op de gemiddelden en standaard deviaties van de twee groepen kunnen conclusies getrokken worden over de overeenkomst tussen de resultaten. In de t-test wordt de nul hypothese $H_0: \mu_{\text{studenten}} = \mu_{\text{arbeiders}}$ waarbij $\alpha = 0,05$ wordt aangehouden. Indien dit het geval is kan geconcludeerd worden dat de resultaten van de twee groepen niet significant verschillen. De uitvoering van deze vergelijking is terug te vinden in bijlage B. De geringe data die beschikbaar is zorgt voor een hoge standaard deviatie. Deze hoge standaard deviatie bepaald dat volgens de t-test enkel bij afwerking een significant verschil tussen de opinie van studenten en arbeiders waarneembaar is.

Bij de derde methode vallen wederom dezelfde verhoudingen te ontwaren. Leidingen worden bij de studenten belangrijker geacht. Bij de werkende respondenten worden juist kanalen belangrijker geacht. Deze verschillen heffen zich op wanneer naar de distributie-elementen als geheel worden gekeken. De gebouwschil wordt onder de werkenden vaker genoemd en de ontsluiting onder de studenten.

Geconcludeerd kan worden dat er wel degelijk verschillen waarneembaar zijn tussen de twee groepen respondenten. Deze verschillen zijn zeer groot wanneer gekeken wordt naar de percentuele verschillen tussen werkenden en studenten. De conclusie kan zijn dat een van de twee groepen door deze verschillen niet meegenomen dient te worden. Door de kleine steekproef is bij de tweede methode echter geen significant verschil tussen studenten en arbeiders. Op basis hiervan is een dergelijke conclusie niet genoeg gefundeerd en is alle data meegenomen.

Bij een grootschaliger onderzoek zullen mogelijke verschillen duidelijker worden. Een dergelijk onderzoek zal dan ook zeker noodzakelijk zijn voor de verificatie van het expertpanel.





Hoofdstuk 7

Test-cases

GEBOUWENKEUZE

In dit hoofdstuk worden een aantal test-cases gebruikt, waarmee het ontwikkelde model getoetst wordt en de eerder uit de resultaten gemaakte hypothesen geverifieerd worden. Een drietal gerealiseerde gebouwen zijn met behulp van het matrixmodel geanalyseerd, waarmee een indicatie gegeven kan worden over de flexibiliteit van de constructies van deze gebouwen. Deze resultaten worden vergeleken met de resultaten uit de eerste enquête, door enkel de belangrijkste configuraties te beschouwen. In het tweede deel van dit hoofdstuk, worden de resultaten van de tweede enquête toegelicht. Deze resultaten dienen weer als toetsing voor de keuze van de zwaartepunten als ook de toetsing van de gebruikte schalen in de matrix en de toetsing van de gemaakte hypothese in het vorige hoofdstuk.

Voor de analyse zijn gebouwen gebruikt waarbij de flexibiliteit een belangrijke rol speelt. Wanneer bij een verbouwing horizontale uitbreidbaarheid een belangrijkere rol speelt is de vraag naar flexibiliteit minder. De gekozen gebouwen zijn om deze reden allen hoogbouw projecten (hoger dan 13 meter). Verder is er voor de verificatie een spreiding in de mate van flexibiliteit gemaakt, evenals in de functie. Bij alle gebouwen komen de keuzes op het gebied van constructieve flexibiliteit duidelijk naar voren doordat er op verschillende belangrijke facetten specifieke oplossingen zijn gekozen.

Om een vergelijking te kunnen maken met de resultaten uit het onderzoek van Hoekman is gekozen voor de woontoren Residentie Gennep van het zorgcomplex Kortonjo - de Weerde te Eindhoven en het voormalige hoofdkantoor van Nissan Europa te Amsterdam. Hiernaast is een derde testcase gekozen welke wat betreft constructieve flexibiliteit zich tussen de twee eerdere voorbeelden bevindt. Dit is het project MultiFunk, waarbij in

een project woon- en werkfuncties zijn geplaatst. Dit project bevindt zich op het steigereiland van IJburg, Amsterdam.

In de komende paragrafen zullen de gebouwen op het gebied van constructieve flexibiliteit uiteengezet worden. De gebouwen zijn getoetst met het matrix-model. Ter verificatie is een tweede enquête opgesteld welke is voorgelegd aan het expertpanel van de eerste enquête waarin de drie gebouwen worden beoordeeld.

MULTIFUNK

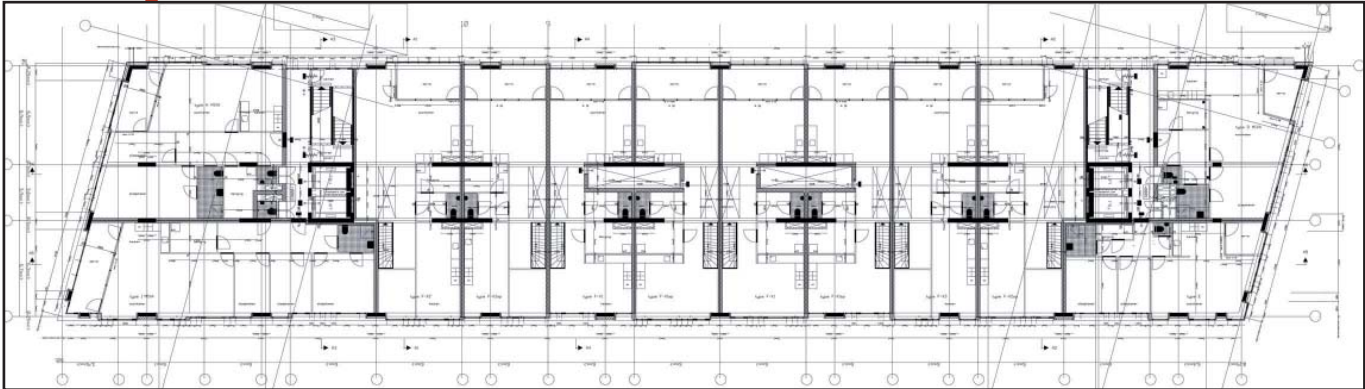
Dit gebouw uit 2006, ontworpen door ANA Architecten, bevat zowel woon- als werk functies. Voor het ontwerp is rekening gehouden met het verschuiven van de balans tussen beide. In deze testcase wordt de 4e verdieping van het corridordeel beschouwd (figuur 7.2).

De stabiliteit van het gebouw wordt verzorgd door twee kernen, welke ver uit elkaar zijn geplaatst. Daarnaast zijn rond de middenbeuk dragende wanden en in de gevel dragende penanten geplaatst. De vloeren zijn uitgevoerd als breedplaatvloer met een dikte van 230 mm.

De gevel van het gebouw bestaat uit kunststof planken, afgewisseld met veel glas. Deze gevel is voor de penanten opgebouwd.



Figuur 7.1 Tekening van het MultiFunk complex. Het volume aan de linkerzijde is in deze testcase beschouwd.



Figuur 7.2 Bouwkundige plattegrond van de 4e verdieping van het corridor gedeelte van MultiFunk.

De ontsluiting gebeurt via de twee kernen, waarin de liften zijn geplaatst. Hierdoor zijn de liften erg gebonden aan deze locatie. Bij de kernen is een algemeen trappenhuis gemaakt, welke niet omringd wordt door dragende wanden. Daarnaast is er de mogelijkheid meerdere trappen te plaatsen door de met een balkenrooster dichtgelegde openingen in de betonvloer open te breken.

De verticale dienende elementen zijn rond de middenbeuk geplaatst. Voor de horizontale dienende elementen is circa 500 mm gereserveerd voor het transport. De kleinere leidingen zijn echter in de betonvloer ingestort.

Tevens ondervinden deze hinder van de dragende constructieve elementen tussen de midden- en zijbeuken.

De breedplaatvloeren zijn afgewerkt met een druklaag van 100 mm. Voor de wanden is wel bewust gekozen voor metal-stud wanden zodat deze eenvoudiger verwijderd kunnen worden indien de ruimtes van een woon naar een werk functie worden getransformeerd.

Voor alle vloeren is gerekend met een veranderlijke belasting van $2,50 \text{ kN/m}^2$ waardoor overal een werkfunctie kan worden gehuisvest. De zijbeuken zijn 6,9 meter lang en 2,9 meter hoog. Er kan ondanks de dragende wanden rond de middenbeuk een grote open ruimte gecreëerd worden waardoor veel verschillende functies geplaatst kunnen worden.

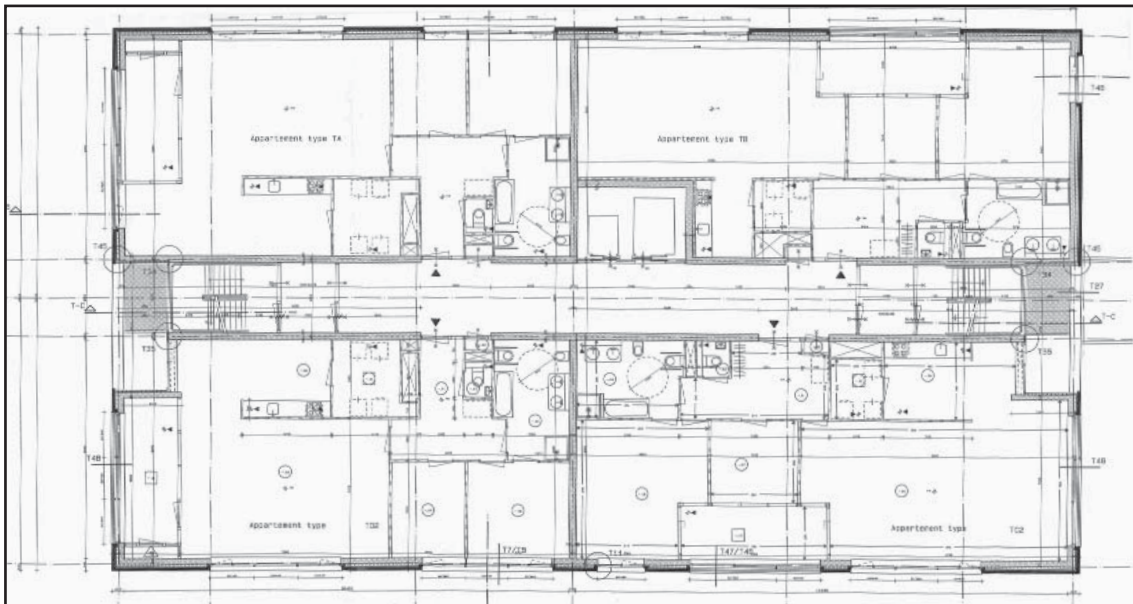


Figuur 7.3 Foto van het woon en zorgcomplex Kortonjo - de Weerde.

RESIDENTIE GENNEP

De woontoren uit 2004 bestaat uit 12 verdiepingen met een totale oppervlakte van 20 bij 35 meter. Op elke verdieping zijn vier grote appartementen gelegen, welke via een corridor ontsloten worden. In deze testcase wordt de 4e verdieping geanalyseerd (figuur 7.4).

Alle scheidende wanden tussen de appartementen zijn dragend uitgevoerd evenals de gevels. Ook de wanden rond de liftschaft hebben een dragende functie. Alle wanden zijn in situ gestort waardoor



Figuur 7.4 Bouwkundige plattegrond van de 4e verdieping van Kortonjo - de Weerde.

alle constructieve elementen met elkaar verweven zijn. De breedplaatvloeren hebben een dikte van 280 mm.

Zoals eerder genoemd bevinden zich in alle gevelvlakken dragende wanden. Hierdoor is aanpassing van de gevel moeilijk te realiseren. Door het grote gewicht van de huidige gevel zijn bij verwijdering wel alle andere soorten gevels mogelijk.

De liften bevinden zich in een kern van dragende wanden wat uitbreiding of verandering van deze functionele bouwlaag moeilijk maakt. De trappen bevinden zich op de uiteinden van de corridor. Deze betonnen trappen zijn breed uitgevoerd tussen de dragende elementen. Van de oppervlakte van de plattegrond is er veel ruimte toegedeeld aan de verticale ontsluiting.

De dienende elementen komen via vrij royale verticale schachten in de vier ruimtes. De verdere distributie netwerken zijn ingestort in de breedplaatvloeren, waardoor deze niet meer aangepast kunnen worden.

De vloeren zijn gelijk aan MultiFunk met een druklaag afgewerkt. Binnen de ruimtes zijn vele kalkzandsteen wanden

geplaatst welke geen dragende functie hebben. Verwijdering hiervan is mogelijk, maar zal veel moeite kosten.

De ruimtes tussen de dragende wanden zijn vrij groot. De beukmaat bedraagt 8,4 meter. Met een hoogte van 2,5 meter is de ruimte wel laag. De dragende wanden bieden veel obstructie tegen de vrijheid van ruimte. Openingen in de dragende wanden kunnen waarschijnlijk wel gemaakt worden gezien de overdaad aan dragende elementen, maar dit zal veel moeite met zich mee brengen.

NISSAN HOOFDKANTOOR

Het voormalige hoofdkantoor van Nissan is het oudste gebouw van de verschillende testcases. Het is een vooruitstrevend ontwerp van het architectenbureau ZZDP dat in 1991 is opgeleverd. Het gebouw heeft negen verdiepingen met een vloeroppervlak van 15 bij 80 meter. De 5e verdieping van dit kantoorpand wordt beschouwd (figuur 7.6)

Het volledige pand is gebouwd met de intentie dat het volledig te demonteren is en op een andere plaats weer opgebouwd kan worden. Daarom is voor een



Figuur 7.5 Foto van het voormalig hoofdkantoor van Nissan Europa.

staalconstructie gekozen van geschoorde raamwerken. In de dwarsrichting zijn hiervoor raatliggers gebruikt en in de langsrichting vakwerkliggers. De kolommen die 2 verdiepingen doorlopen zijn zeer fors uitgevoerd. In het eind en het middenveld zijn windverbanden aangebracht. De kanaalplaatvloeren die op de staalconstructie zijn geplaatst hebben een dikte van 200 mm.

De gevelementen die binnen en buiten van elkaar scheiden hebben geen dragende functie. Hierdoor kunnen de elementen met weinig moeite vervangen worden.

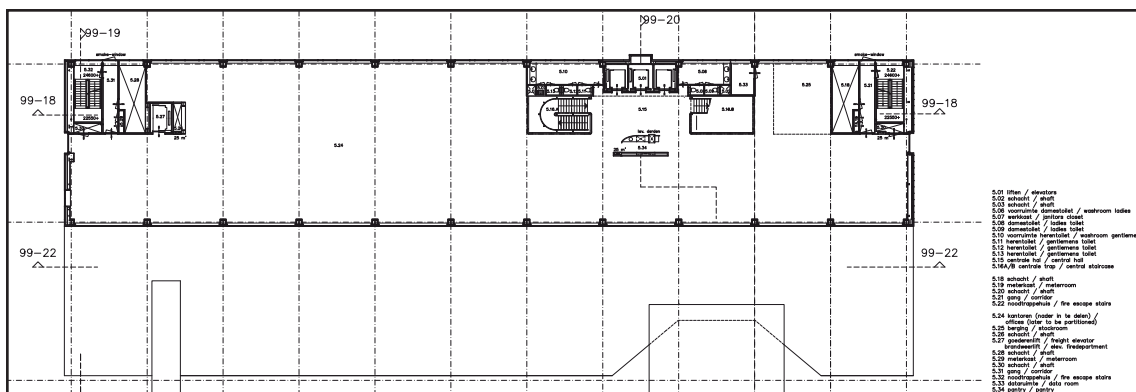
De mogelijk is ingebouwd om de trappenhuisen en liftschacht op een andere locatie te plaatsen. Hiervoor dienen wel eerst de kanaalplaatvloeren verwijderd te worden. In tegenstelling

tot de vorige twee projecten is de verticale ontsluiting niet omsloten door dragende elementen. Opvallend is dat in de huidige configuratie relatief weinig ruimte is ingedeeld voor de mechanische ontsluiting.

In de vloeren zijn op een beperkt aantal locaties openingen voor de schachten. Dit kan verhoogd worden door vloerdelen te verwijderen, wat dus wel enige moeite kost. Voor de horizontale distributie is gekozen deze onder een computervloer te verwerken. Door het gebruik van raatliggers in dwarsrichting is er een hoogte van 600 mm beschikbaar waar zowel de kanalen als leidingen vrij in geplaatst kunnen worden.

Zoals eerder gezegd is gekozen voor een computervloer als afwerking van de vloer waardoor de druklaag is weggelaten. Een verlaagd plafond werkt de bovenzijde af. In de plattegrond zijn enkel rond de verticale ontsluiting droog gemonteerde systeemwanden geplaatst.

De bruikbare hoogte bedraagt 3,0 meter en ook in horizontale zin is er veel ruimte voor het wijzigen van de functie. Doordat het gebouw vrij smal is zal ombouwen tot een corridorontsluiting wel lastiger zijn. Bij de veranderlijke belasting is 2,50 kN/m² aangehouden, maar is daarnaast op elke verdieping op een beperkt gebied rekening gehouden met een archiefgedeelte, waar de belastingen mogen oplopen tot 10,0 kN/m².



Figuur 7.6 Bouwkundige plattegrond van de 5e verdieping van het voormalig hoofdkantoor van Nissan Europa.

VERGELIJKING GEBOUWEN

Voor elk gebouw is de model-matrix ingevuld. Voor de constructiedelen is slechts onderscheid gemaakt tussen de horizontale en verticale elementen. Doordat nog geen onderzoek is verricht naar de weegfactoren als ook de afhankelijkheden binnen het model, worden alle configuraties even zwaar beoordeeld. Hierdoor worden onbelangrijke configuraties te zwaar meegenomen waardoor een scheef beeld van de werkelijkheid kan ontstaan. Deze resultaten worden vergeleken met de scores van enkel de in het vorige hoofdstuk bepaalde zwaartepunten.

- Gevel ten aanzien van koppeling
- Distributienetwerk ten aanzien van integratie
- Ruimtegebruik ten aanzien van draagcapaciteit
- Ruimtegebruik ten aanzien van maat
- Ruimtegebruik ten aanzien van obstructie

De ingevulde matrices van de drie gebouwen zijn terug te vinden in bijlage A: matrix-model.

Wanneer de globale scores in beide richtingen worden bekeken (tabel 7.1) valt duidelijk op dat het voormalig Nissan gebouw bijna overal het hoogste scoort gevolgd door MultiFunk. Residentie Gennip is niet geheel verrassend op bijna alle punten het minst flexibel.

Rond de ontsluiting scoort residentie Gennep het hoogste en doet dit gebouw niet onder voor de andere twee testcases. In de plattegrond is veel ruimte toebedeeld aan de verticale ontsluiting. Bij de distributiesystemen worden de laagste scores behaald (0,29 en 0,31 voor respectievelijk kanalen en leidingen). Ook wat betreft niet dragende wanden en ruimtegebruik is het gebouw niet constructief flexibel. Het enige positieve punt bij deze functionele bouwlagen is de grootte van de ruimtes (8,4 meter) waardoor er binnen deze ruimtes vrijheid

Functionele bouwlagen	MultiFunk	Gennep	Nissan
Gevel	0,58	0,43	0,78
Dak	0,63	0,63	0,63
Trappen	0,84	0,74	0,78
Liften	0,64	0,58	0,76
Opwekking	0,73	0,46	0,73
Afgifte	0,63	0,57	0,63
Kanalen	0,84	0,29	0,85
Leidingen	0,49	0,31	0,89
Afwerking	0,65	0,55	0,83
ND wanden	0,78	0,45	0,6
Ruimtegebruik	0,73	0,38	0,85

Indicatoren	MultiFunk	Gennep	Nissan
Integratie	0,59	0,37	0,90
Koppeling	0,62	0,48	0,85
Toegankelijkheid	0,80	0,61	0,93
Draagcapaciteit	0,55	0,36	0,42
Maat	0,75	0,46	0,88
Obstructie	0,85	0,64	0,84

Tabel 7.1 Globale scores van de functionele bouwlagen en indicatoren die verkregen worden bij invullen van de complete matrix.

is om anders in te delen. Als naar de globale scores van de indicatoren gekeken wordt scoort Residentie Gennep overal als slechtste. Op sommige punten, zoals toegankelijkheid en obstructie, worden nog wel een redelijke score behaald.

Het Nissan-gebouw scoort op alle globale scores van zowel de functionele bouwlagen als de indicatoren uitstekend. De enige negatieve uitschieter hierbij bevindt zich bij draagcapaciteit. Het hele gebouw is vrij licht uitgevoerd, waardoor er in het originele ontwerp bij de belastingen overal lage permanente belastingen zijn aangehouden. Een zware gevel, of zware tussenwanden behoren niet tot de mogelijkheden. De vraag of een dergelijke transitie wel wenselijk is binnen dit gebouw valt buiten deze beschouwing. De veranderlijke belasting van de vloeren is een uitzondering hierop. De grootste winst van het voormalig Nissankantoor ten opzichte van de andere gebouwen wordt geboekt bij de distributiesystemen, afwerking en gevel,

omdat hier als enige voor een sterke ontkoppeling van functies is gekozen. Bij de indicatoren is dit terug te zien in de veel hogere scores van dit gebouw ten aanzien van integratie en koppeling.

Op de meeste gebieden doet MultiFunk niet veel onder of scoort zelfs iets beter dan het voormalig Nissan kantoor. Zo scoort dit multifunctioneel gebouw op het gebied van trappen het hoogste door de vele sparingen die speciaal zijn aangebracht ten behoeve van een mogelijke toekomstige functieverandering. Op sommige belangrijke punten is nog wel voor meer traditionele oplossingen gekozen, waardoor integratie en koppeling duidelijk lager uitvallen dan bij het Nissan kantoor.

Wanneer alle configuraties worden gemiddeld wordt duidelijk dat Residentie Gennep rond het gemiddelde scoort (0,49). MultiFunk en Nissan ontlopen elkaar niet veel (0,69 om 0,78), maar gesteld kan worden dat het voormalige pand van Nissan Europa iets beter scoort. Opvallend is dat de verschillen tussen de drie gebouwen beperkt blijven tot 0,29, ondanks de grote verschillen in aanpak op het gebied van constructieve flexibiliteit. Wanneer enkel de belangrijkste configuraties worden beschouwd worden de verschillen veel groter (tabel 7.2). De score van Residentie Gennep gaat omlaag naar een 0,34, wat ver onder het gemiddelde ligt. Het enige punt waarop het gebouw goed scoort zijn de afmetingen ten opzichte van

ruimtegebruik. De vier ruimtes zijn vrij groot al blijft de hoogte beperkt. Alle andere geselecteerde zwaartepunten zijn niet constructief flexibel. Obstructie van ruimtegebruik blijft nog rond het gemiddelde door de mogelijkheden tot het maken van openingen in dragende wanden.

MultiFunk scoort gemiddeld over de zwaartepunten ongeveer gelijk: een 0,66. Een lagere score op integratie van de distributie elementen wordt gecompenseerd door een hoge mate van constructieve flexibiliteit op het gebied van ruimtelijke obstructie.

Het Nissan gebouw scoort tot slot een 0,87, wat hoger is dan via de eerste methode. Op alle zwaartepunten van constructieve flexibiliteit is bij dit gebouw een oplossing gekozen die veranderingen toelaat. Vooral op het gebied van integratie ten aanzien van dienende elementen maakt het Nissan hoofdkantoor het verschil met de andere gebouwen.

Uit de vergelijking tussen de analyse met de volledige ongewogen matrix en de analyse van de zwaartepunten komen enkele interessante punten naar boven. Ten eerste worden de vermoedens over de mate van flexibiliteit van de drie gebouwen in beide methoden bevestigd. Zoals verwacht scoort Residentie Gennep het slechtst en het Nissan hoofdkantoor het beste op de voet gevolgd door MultiFunk. Opvallender is echter dat de verschillen bij de zwaartepunten analyse sterker naar voren komen. Het verschil tussen Nissan en Gennep is in de eerste analyse 0,29. Bij de tweede analyse is dit verschil bijna verdubbeld tot 0,53, wat meer recht doet aan de grote verschillen. Gesteld kan worden dat de minder belangrijke configuraties een dempende factor hebben op het eindresultaat.

Zwaartepunten	MultiFunk	Gennep	Nissan
GEV - KOP	0,60	0,40	0,80
DE - INT	0,55	0,20	1,00
RUI - CAP	0,70	0,10	0,80
RUI - MAA	0,68	0,55	0,85
RUI - OBS	0,78	0,43	0,88
Gemiddelde	0,66	0,34	0,87

Tabel 7.2 De scores voor de constructieve flexibiliteit van de zwaartepunten van de matrix.

ENQUÊTE GEBOUWEN

Voor de toetsing van het matrix-model en de analyse van de test-cases is gebruik gemaakt van de opinie onder experts. Dezelfde groep experts van de eerste enquête is een tweede enquête voorgelegd, waarin wordt gevraagd een oordeel te vormen over de test-cases welke eerder in dit hoofdstuk zijn besproken. Hierbij is gevraagd op verschillende detailniveaus een oordeel te vormen.

- Per functionele bouwlaag onderscheiden door Leupen.
- Totalscore voor een bepaald gebouw, waarbij ook aangegeven dient te worden welke functionele bouwlaag de meeste invloed heeft op deze beslissing.
- Per zwaartepunt in de matrix, zoals in het vorige hoofdstuk vastgesteld.

In het eerste deel is bewust gekozen voor de opdeling naar vijf groepen zoals Leupen voorstelt en niet naar de uitgebreidere opdeling zoals in deze studie is gehanteerd. Hiervoor is gekozen om het aantal vragen beperkt te houden. De locatie in de matrix is te herleiden door de toelichting waarnaar gevraagd wordt. De totalscore wordt hierna gevraagd, zodat de respondent een gebouw al in detail heeft moeten analyseren en dus de invloed van vooroordelen verkleind wordt. De tweede enquête zoals afgenomen onder de respondenten is in de bijlage C toegevoegd.

VERGELIJKING ZWAARTEPUNTEN

In de tweede enquête worden vragen gesteld die betrekking hebben op de constructieve flexibiliteit van bepaalde gebouwen. Onderliggend hieraan zijn de aspecten waarop de respondenten hun opinie baseren. Naar dezelfde aspecten is al eerder gevraagd in de eerste enquête, maar dan zonder de context van een gebouw.

De toelichtingen van de respondenten bij de gegeven scores kunnen gegroepeerd en in de matrix geplaatst worden. Deze resultaten kunnen als (weliswaar summier) verificatie gebruikt worden.

Opvallend is de grote overeenkomst in de uitleg van de respondenten tussen de drie gebouwen. Deze resultaten zijn niet volledig overeenkomstig met de resultaten van de eerste enquête. Een groot deel van deze verschillen is te weerleggen door de gebruikte methode.

Ten eerste worden in de tweede enquête voor elke functionele bouwlaag van Leupen (1 t/m 5) afzonderlijk ongeveer evenveel configuraties beschreven, terwijl in de eerste enquête hier een groot verschil tussen kon optreden. Zo werden in de eerste enquête ontsluiting en encensering veel minder genoemd. Via de controlevraag in de tweede enquête waarbij de functionele bouwlaag

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties				4. Encensering		5. Ruimte
					Opwekking en afgifte		Distributie				
	1.1 Stof	1.2 Dak	1.1 Trageen	1.2 Other	1.1 Overbrenging	1.2 Afgifteen	1.1 Overbrenging	1.2 Overbrenging	1.1 Overbrenging	1.2 Overbrenging	1.1 Overbrenging
MultiFunk											
A. Integratie	12,0		1,0	4,0			3,0	4,0	1,0		
B. Koppeling	12,0						1,0	1,0	1,0	7,0	
C. Toegankelijkheid											
D. Draagcapaciteit										4,0	6,0
E. Maat			10,0	7,0			4,0	2,0			8,0
F. Obstructie			10,0	7,0			5,0	3,0			6,0
Residentie Genep											
A. Integratie	12,0		8,0	8,0			7,0	7,0			
B. Koppeling	12,0								1,0	9,0	
C. Toegankelijkheid											
D. Draagcapaciteit										5,0	6,0
E. Maat			2,0	2,0			6,0	6,0			3,0
F. Obstructie			2,0	2,0			1,0	1,0			5,0
Hoofdkantoor Nissan											
A. Integratie	11,0		4,0	3,0			5,0	5,0	1,0		
B. Koppeling	12,0		2,0	1,0			6,0	6,0	1,0	4,0	
C. Toegankelijkheid							5,0	5,0			
D. Draagcapaciteit	1,0									8,0	2,0
E. Maat			1,0	1,0			2,0	2,0			11,0
F. Obstructie			8,0	8,0			5,0	5,0			5,0

Figuur 7.7 De antwoorden gegeven in de tweede enquête zijn als volgt terug te leiden naar de configuraties.

Meeste invloed	Multi Funk	Gennep	Nissan
Gebouwschil	0	0	0
Ontsluiting	2	0	1
Dienende elementen	2	1	6
Enscenering	0	2	1
Ruimte	6	7	3

Tabel 7.3 De belangrijkste bouwlagen bij elk gebouw volgens de respondenten.

benoemd dient te worden met de meeste invloed, kunnen deze resultaten eruit gefilterd worden (tabel 7.3). Enkel dienende elementen en ruimte worden met regelmaat genoemd. De antwoorden in deze kolommen waren erg verspreid over de indicatoren, maar komen op deze wijze wel naar boven drijven als belangrijke configuraties, vergelijkbaar met de resultaten van de eerste enquête. Waar gebouwschil in de eerste enquête nog veelvuldig genoemd werd, wordt deze in de tweede enquête geen enkele keer genoemd door de respondenten, wat wel een opvallend verschil is.

Binnen gebouwschil is maar één configuratie waarnaar verwezen wordt, namelijk integratie en koppeling van gevel. Ook in de eerste enquête kwam dit zeer duidelijk naar voren. De piek die in de eerste enquête werd gevonden rond de configuratie draagcapaciteit en dak is hier niet terug te vinden. De antwoorden zijn bij ontsluiting zeer verdeeld over de mogelijkheden. Deze functionele bouwlaag werd in de eerste enquête weinig genoemd, waardoor een vergelijking moeilijk is. Wel is de piek rond de toegankelijkheid van ontsluitingssystemen volledig verdwenen. Eerdere vermoedens over een verkeerde interpretatie worden bevestigd.

De belangrijke configuraties onder de dienende elementen zijn volledig geconcentreerd rond het distributienetwerk. Wel is het verschil tussen de afhankelijkheidsindicatoren en ruimtelijke aspecten afgenomen. De laatste twee functionele bouwlagen bevestigen het beeld van

de eerste enquête. De enscenering is geconcentreerd rond koppeling en in mindere mate draagcapaciteit ten opzichte van niet dragende wanden. Binnen ruimtegebruik worden de antwoorden verdeeld over de indicatoren draagcapaciteit, maat en obstructie.

De invloed van zeer specifieke oplossingen in gebouwen valt ook op. In MultiFunk zijn springen aangebracht voor toekomstige ontsluiting, waardoor deze groep ook enkele malen als belangrijkste wordt beschouwd. In het voormalig Nissan hoofdkantoor is een computervloer aangebracht waardoor hier de groep dienende elementen eruit springt.

Wanneer de antwoorden op het niveau van configuraties worden beschouwd, is de invloed van het gebouw ook waarneembaar. Zo is bij Residentie Gennep de configuratie tussen dienende elementen en integratie zeer vaak genoemd aangezien bijna alle installaties in het beton gestort zijn. Toegankelijkheid wordt niet genoemd, terwijl deze waarschijnlijk niet veel beter zal scoren. Bij het Nissan hoofdkantoor zijn de resultaten verschoven, weg van integratie en veel meer naar koppeling en toegankelijkheid, omdat integratie zeer goed is georganiseerd. Dit benadrukt ook de importantie van de afhankelijkheden tussen verschillende indicatoren.

De grote invloed van de specifieke gebouwen op de ligging van de zwaartepunten onder met name de functionele bouwlagen is wederom een bevestiging van het gevaar van aggregeren tot een single score value.

Globale vergelijking enquête met matrix

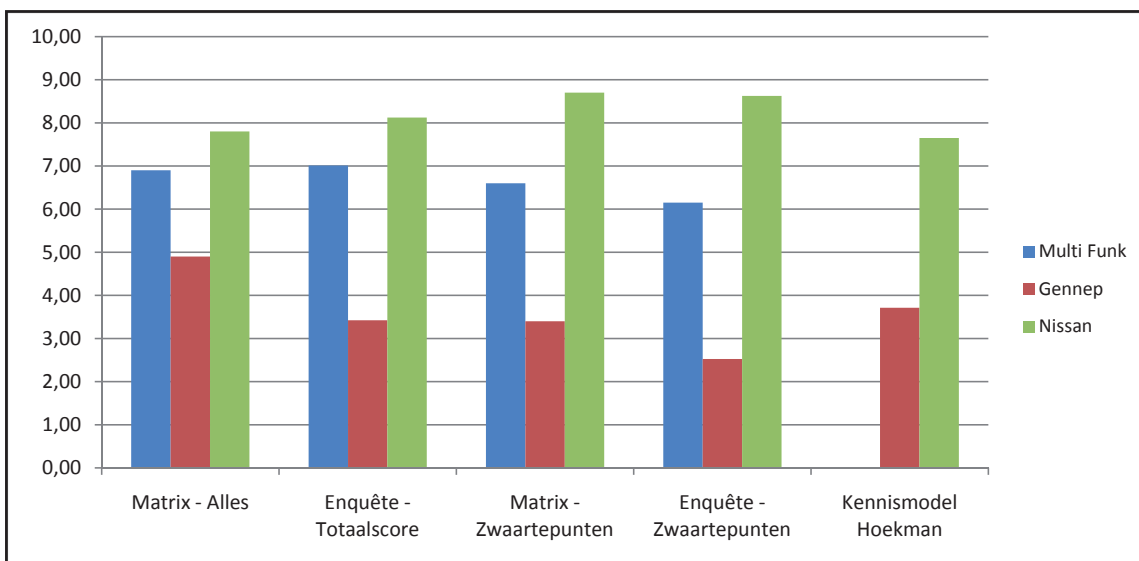
De tweede enquête biedt meer mogelijkheden tot het vergelijken van de gebouwen. De eerder besproken methoden als ook de antwoorden van de enquête geven allen een oordeel over de constructieve flexibiliteit van een gebouw. Echter kleven aan alle methoden in meer of mindere mate bezwaren, welke er voor zorgen dat geen van de methoden als absolute waarheid gezien kan worden.

- Volledig ingevulde matrix: de gestelde vragen zijn zo objectief als mogelijk opgesteld, maar kunnen enige mate van subjectiviteit niet voorkomen.
- Vergelijking zwaartepunten in de matrix: dezelfde bezwaren kunnen worden onderscheiden als bij een volledig ingevulde matrix.
- Kennismodel Hoekman: evenals de matrix wordt deze door iemand ingevuld met persoonlijke opvattingen. Daarnaast is gebruik gemaakt van eigen, niet geverifieerde weegfactoren.

- Enquête totaalscore: een beoordeling aan de hand van een enquête is een weerspiegeling van de opinies van experts en daardoor een toetsingsmiddel. Het lage aantal respondenten (13) zorgt echter voor een hoge standaardfout.
- Enquête per functionele bouwlaag: ook hier geldt dat de weinige enquêtes tot een grote standaardfout leiden.
- Enquête zwaartepunten: eveneens ondervindt deze methode hinder van de kleine steekproef van de enquête.

In eerste instantie is tegen de principes van dit onderzoek in een single score value bepaald voor alle zes methoden behalve de enquête per functionele bouwlaag. Op deze wijze kunnen de gebouwen het beste vergeleken worden en kan bovendien aangetoond worden of de benadering via de zwaartepunten een goede representatie is van de werkelijkheid, zoals in het vorige hoofdstuk gesuggereerd.

Voor deze vergelijking zijn alle methoden omgezet naar een schaal van 0 tot 10. Verder dient opgemerkt te worden dat het gemiddelde voor de volledig ingevulde



Figuur 7.8 De single score values van de constructieve flexibiliteit van de verschillende methoden laten grote overeenkomsten zien.

matrix elke relevante configuratie met gelijke zwaarte is behandeld.

Zoals verwacht was na de vergelijking tussen de matrix methoden zijn de single score values van de volledig ingevulde matrices nog zeer geconcentreerd, terwijl alle andere methoden op grotere verschillen duiden.

Wel kan gesteld worden dat alle gebruikte methoden een vergelijkbaar beeld oproepen over de verhouding tussen de drie test-cases. Er kan echter geen oordeel gevormd worden over de correctheid van een van de representaties van de constructieve flexibiliteit boven de anderen. Hiervoor is meer input van experts vereist.

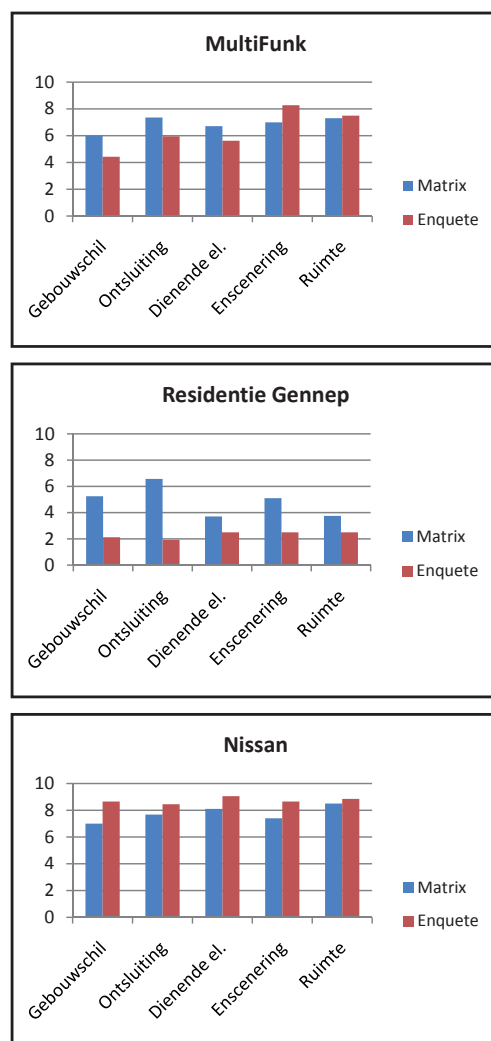
De constructieve flexibiliteit verkregen via de zwaartepunten in de enquête toont een nog sterker verschil tussen de drie gebouwen, dan verwacht werd bij het gebruik van de matrix. Een mogelijke oorzaak hiervan is de invloed van vooroordelen. Residentie Gennep wordt mogelijk bij voorbaat al slechter gezien dan de andere twee gebouwen. Ter voorbeeld verschillen de configuraties met betrekking tot de gebouwschil van Residentie Gennep en MultiFunk niet zo veel, wat ook blijkt uit de toelichtingen van de respondenten. Toch scoort MultiFunk hier gemiddeld een 2,77 en Residentie Gennep een 1,85 op een schaal van 1 tot 5. Wanneer de beoordeling voor het zwaartepunt gevel - koppeling bekeken wordt voor de twee gebouwen is het verschil nog veel groter: MultiFunk scoort een 4,00 en Residentie Gennep een 1,75.

GEDETAILEERDE VERGELIJKING ENQUÊTE MET MATRIX

Wanneer de enquête en matrix op het niveau van functionele bouwlagen met elkaar worden vergeleken geeft dit meer inzicht in de samenhang tussen de methodes en is dus bruikbaar bij de verificatie van de kwalificering van de

gebouwen. Opgemerkt dient te worden dat bij de resultaten van de matrix per functionele bouwlaag van Leupen geen weegfactoren zijn gebruikt, maar de gemiddelde waarde is genomen van alle configuraties van de desbetreffende bouwlaag. Dit in tegenstelling tot de resultaten in de enquête waarbij een respondent onbewust facetten een bepaalde zwaarte meegeeft. Ook in deze analyse zijn alle resultaten omgezet naar een schaal van 0 tot 10.

Opvallend in deze vergelijking zijn de grote verschillen die optreden tussen de twee evaluatie methoden (figuur 7.10). De correlatie tussen de scores voor constructieve flexibiliteit van Residentie Gennep is hier ver te zoeken. Bij MultiFunk



Figuur 7.10 De constructieve flexibiliteit per functionele bouwlaag van Leupen voor de drie gebouwen.

en Nissan scoort deze graadmeter met 0,69 en 0,58 nog redelijk hoog, maar bij Residentie Gennep is deze waarde -0,87 wat op een omgekeerd evenredige relatie zou duiden. Analyse van de grafieken is echter treffender.

Bij MultiFunk zijn de verschillen al vrij groot, maar volgen deze nog wel dezelfde lijnen. Alle functionele bouwlagen worden iets lager beoordeeld in de enquête met als uitzondering de enscenering. Vooral rond de gebouwschil en dienende elementen wordt het gemiddelde in de matrix opgeschroefd door onbelangrijke configuraties. Bij de enscenering heeft de minder belangrijke afwerking juist een positieve invloed op de totaalscore.

Residentie Gennep wordt door de respondenten van de enquête op alle vlakken beoordeeld met een score tussen een 2,0 en 2,5. Dit in tegenstelling tot de scores uit de matrix welke gelegen zijn tussen de 3,7 en 6,6.

Het Nissan hoofdkantoor scoort juist overall lager in de matrix ten opzichte van de enquête. Uitschieters hierbij zijn te vinden in gebouwschil en enscenering.

Dit verschil kan voor een deel toegewezen worden aan het ontbreken van weegfactoren. Bij het Nissan hoofdkantoor is bijvoorbeeld weinig extra draagcapaciteit meegenomen voor het dak en de niet dragende wanden, wat de grootste verschillen kan verklaren.

Het ontbreken van weegfactoren kan echter niet de grote verschillen bij Residentie Gennep verklaren. Een andere mogelijke oorzaak kan liggen in het eerder genoemde vooroordeel in combinatie met een zekere vermoeidheid van de respondent. Het is opvallend hoe vlak de antwoorden zijn bij Residentie Gennep en het voormalig Nissan kantoor.

Het is niet ondenkbaar dat de enquête te lang duurt (meer dan 30 minuten). Gecombineerd met vele vergelijkbare vragen kan dit hebben geleid tot een

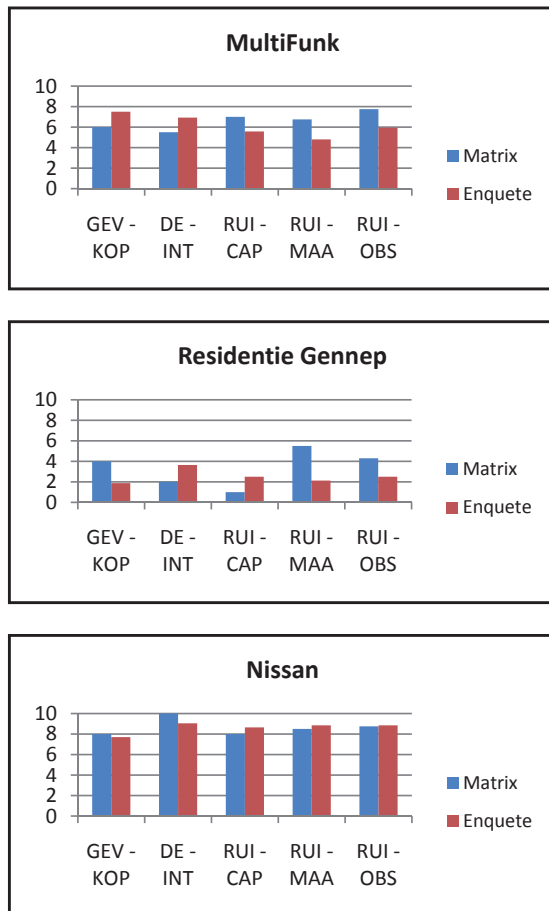
concentratieverslapping bij de latere vragen welke over deze gebouwen gingen. Bovendien heeft Residentie Gennep over het algemeen een vrij matige en het Nissan hoofdkantoor een zeer goede constructieve flexibiliteit, waardoor een snelle beoordeling in de hand wordt gewerkt.

Ook wanneer de gebouwen worden geanalyseerd op de geselecteerde zwaartepunten zijn de verschillen groot (figuur 7.11). Bij MultiFunk zijn nu ook grote verschillen waar te nemen. De zwaartepunten welke het hoogste scoren via de matrix scoren het laagste via de enquête en vice versa. Opvallend is de lage score voor draagcapaciteit ten behoeve van ruimtegebruik (5,58) vergeleken met het Nissan gebouw (8,75), terwijl deze bijna gelijk zijn. De configuratie koppeling en gevel wordt zeer goed beoordeeld, terwijl in een eerdere uitleg vaak is gewezen op de gedeeltelijk dragende gevel.

Bij Residentie Gennep zijn de verschillen ten opzichte van de vergelijking aan de hand van de functionele bouwlagen een stuk kleiner. Dit is vooral te danken aan het wegvallen van minder belangrijke configuraties die voor een dempend effect zorgen. Wel ontbreekt er enige relatie tussen de resultaten van via het matrix-model en de enquête. De afmetingen van de ruimtes worden als zeer matig beschouwd, terwijl de afstand tussen de constructieve elementen met 8,4 meter vrij groot is. Integratie van dienende elementen wordt juist hoger beoordeeld, terwijl er geen reden toe is, gezien deze zijn ingestort.

Bij het Nissan gebouw is tenslotte wel een overeenkomst te zien in de resultaten. Gezien het gebouw op alle zwaartepunten erg goed scoort valt dit samen met de effen resultaten uit de enquête.

Gebruik van kansberekening bij de vergelijking van zwaartepunten laat zien dat alle scores via de matrix nog binnen



Figuur 7.11 De constructieve flexibiliteit per functionele bouwlaag van Leupen voor de drie gebouwen.

de 90 procent grens van de enquête resultaten liggen (Bijlage C). Hierdoor kunnen nog geen conclusies getrokken worden over de onjuistheid van resultaten van de matrix of de enquête.

CONCLUSIES

De test-cases zijn gebruikt als methode voor verificatie van het eerder opgestelde matrix-model en de geselecteerde zwaartepunten in de eerste enquête. Dit is getracht via het invullen van matrix-modellen en een enquête onder experts.

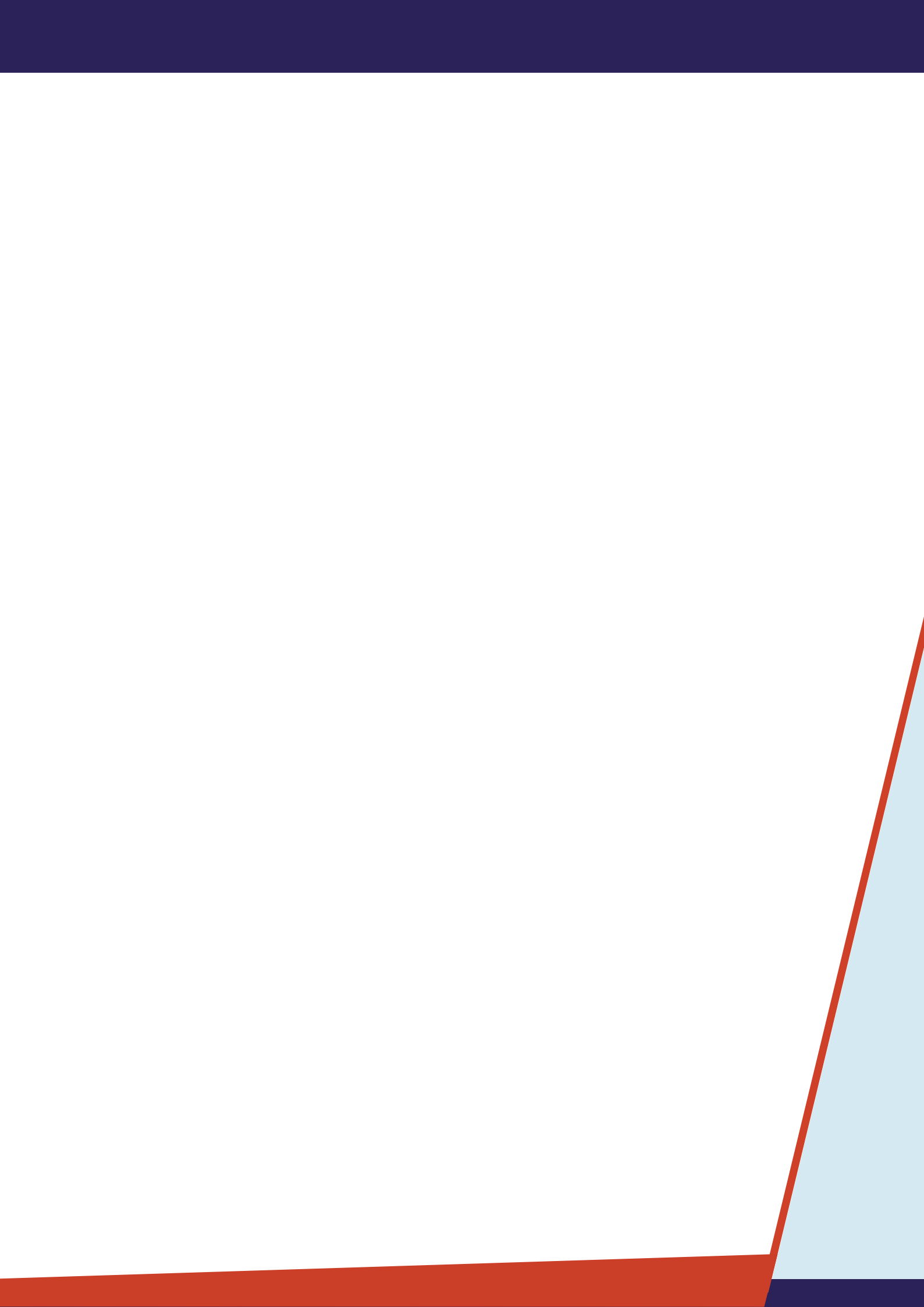
De vergelijking op gebouw niveau geeft weer dat de resultaten van de beide methoden vergelijkbare resultaten opleveren. Zoals verwacht scoort Residentie Gennep vrij laag ten aanzien van constructieve flexibiliteit. MultiFunk

en het hoofdkantoor van Nissan hebben een hoge constructieve flexibiliteit, waarbij Nissan nog hoger scoort dan MultiFunk.

Het gebruik van de zwaartepunten als graadmeter voor de constructieve flexibiliteit blijkt aan de hand van deze drie test-cases efficiënt. De opinie van het expertpanel komt in hoge mate overeen met de resultaten verkregen via het matrix-model.

Toch moeten bij de analyse van de test-cases enige vraagtekens gezet worden. Zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven zijn aan de gebruikte methoden een aantal factoren verbonden welke mogelijk een grote invloed op de resultaten hebben. De belangrijkste hierin is de kleine groep respondenten van de enquête. De berekende gemiddeldes hebben hierdoor een zeer grote standaardfout, wat concrete uitspraken moeilijk maakt.

Over het algemeen kan gesteld worden dat de resultaten uit de tweede enquête de resultaten van de eerste enquête en het invullen van de matrix zeker niet tegenspreken, een enkele uitzondering daargelaten. Helaas kunnen de resultaten ook nog niet bevestigd worden.



Hoofdstuk 8

Conclusies en aanbevelingen

CONCLUSIES

Het in de vorige hoofdstukken beschreven onderzoek heeft tot doel gehad vanuit een objectief oogpunt de constructieve flexibiliteit te analyseren. Hierbij heeft het eerdere onderzoek van Hoekman [2009] als basis gediend. Aan de hand van andere methoden tot het inventariseren, kwalificeren of kwantificeren van (constructieve) flexibiliteit is tot een nieuwe modellering gekomen welke voldoet aan de gestelde eisen in hoofdstuk 2.

Ten behoeve van de functionaliteit en correctheid van de representatie zijn er een aantal grenzen vastgesteld. Een model waarin de constructieve flexibiliteit wordt beschouwd is gebonden aan persoonlijke percepties binnen een zekere locatie en tijdvlak. Tevens dient het soort gebouw en de term constructieve flexibiliteit afgebakend te worden voor het creëren van een draagvlak voor een vergelijkbaar onderzoek.

Aan de hand van deze randvoorwaarden is het mogelijk gebleken op een objectieve wijze een basis te creëren voor het in kaart brengen van de constructieve flexibiliteit. Hiervoor is gebruik gemaakt van gericht gestelde vragen over de interactie op het gebied van een bepaalde indicator tussen een constructief element en een element van een andere functionele bouwlaag, de zogenaamde configuraties. Door deze informatie uit een te zetten in een matrix-vorm is het mogelijk om op het gewenste detail niveau een kwalitatief beeld te verkrijgen van de constructieve flexibiliteit.

Uit de analyse tot kwantificering van constructieve flexibiliteit is de moeilijkheid van deze stap gebleken. De subjectiviteit van de vraag wat belangrijk is voor constructieve flexibiliteit ligt aan de basis van het wegen van de verschillende configuraties. Maar ook de afhankelijkheid tussen de gebruikte

indicatoren en het omzetten van mogelijke antwoorden op een bepaalde vraag in het model naar een numerieke schaal is aan subjectiviteit onderhevig.

Deze problematiek is niet onoverkomelijk, maar vergt wel veel input, wat niet haalbaar is gebleken in dit onderzoek. Hierdoor beperkt dit onderzoek zich tot het beschouwen van de zwaartepunten in het ontwikkelde matrix-model. Deze benadering heeft een tweeledig doel. Het bepalen van de zwaartepunten is een opstap naar het bepalen van weegfactoren. Bovendien is de waarde van deze zwaartepunten als snelle methodiek voor het bepalen van de constructieve flexibiliteit beschouwd.

De afgenomen enquête onder een expertpanel is effectief gebleken in het bepalen van de zwaartepunten. Uitbreiding van het aantal afgenomen enquêtes kan tot een meer representatieve weergave van de weegfactoren tussen de configuraties leiden.

De gekozen indicatoren in het model blijken uit de enquête allen een zekere mate van importantie te hebben en bovendien alles omvattend te zijn.

Tussen de gekozen functionele bouwlagen zijn de verschillen groter. Ruimtegebruik blijkt van groot belang, evenals de gevel en distributie van de installaties. Het dak, ontsluiting en afwerking worden niet als belangrijke functionele bouwlagen opgemerkt. Wel wordt nog naar de flexibiliteit van een constructie ten behoeve van nieuwe constructie verwezen. De daadwerkelijke importantie hiervan zal nog onderzocht moeten worden.

Uit een eerste enquête komen een vijftal zwaartepunten naar voren welke als basis zijn gekozen voor een snelle analyse. Dit zijn:

- Gevel ten aanzien van koppeling
- Distributienetwerk ten aanzien van integratie
- Ruimtegebruik ten aanzien van draagcapaciteit
- Ruimtegebruik ten aanzien van maat
- Ruimtegebruik ten aanzien van obstructie

Aan de hand van de analyse van gebouwen zijn het ontwikkelde model en de bepaalde zwaartepunten getoetst. Drie gebouwen, met een verschillende mate van constructieve flexibiliteit, zijn vergeleken aan de hand van het invullen van het matrix-model en een tweede enquête.

De resultaten van alle methoden vertonen grote overeenkomst. Het verschil zit in de spreiding van de resultaten. Het gemiddelde over de zwaartepunten bepaald via het matrix-model toont grote overeenkomsten met de totaal scores voor gebouwen via de enquête en de zwaartepunten via de enquête. Hieruit kan op basis van de geanalyseerde gebouwen geconcludeerd worden dat de zwaartepunten een goede methode voor een snelle analyse kan zijn.

De geaggregeerde scores voor de functionele bouwlagen via de enquête en de matrix vertonen verschillen. Diverse redenen zijn aan te wijzen voor de tekortkomingen van beider methoden. Het ontbreken van weegfactoren bij de matrix en het lage aantal enquêtes zijn hiervan de belangrijkste. Ook geven de resultaten aanleiding tot het zetten van vraagtekens bij de gebruikte methode van enquêteren.

In het algemeen is in dit onderzoek een oriëntatie van de problematiek en een methode van aanpak beschreven. Dit heeft geresulteerd in een goed gedefinieerd matrix-model en kader,

welke als basis kan dienen voor verdere onderzoeken. De analyse van het model brengt de problematiek goed in kaart en geeft aanleiding tot verder onderzoek. Ook in de meer specifieke analyse ten behoeve van het kwalificeren van constructieve flexibiliteit komen duidelijke zaken naar boven, maar zal aanvullend onderzoek noodzakelijk zijn om harde conclusies te trekken.

AANBEVELINGEN

Uit de conclusies blijkt dat het onderzoek richting het kwalificeren van constructieve flexibiliteit zich nog in de oriëntatiefase bevindt. De vervolgstappen zijn echter al grotendeels bepaald en vergen enkel tijd en input van experts. Na uitvoering van deze stappen kan een compleet functionerend kwantificatie model verkregen worden voor de constructieve flexibiliteit.

De eerste enquête kan een goede methode zijn voor het bepalen van de weegfactoren, waarbij onderlinge afhankelijkheden niet worden meegenomen. Echter zijn sommige antwoorden van de respondenten niet in lijn met de verwachtingen, zoals de hoge importantie van de configuratie toegankelijkheid met liften en trappen. Een verkeerde interpretatie door de respondenten wordt bevestigd door het ontbreken van deze configuraties bij de andere methoden. Het is gebleken dat enige begeleiding en de aanwezigheid van een vraagbaak tijdens de enquête verhelderend werkt bij de interpretatie. Herhaling van het onderzoek in de vorm van een interview zou onderzocht moeten worden, in de verwachting dat de ruis in de resultaten gedempt kan worden.

Bij een uitbreiding van het onderzoek naar weegfactoren moet ook rekening gehouden worden met de constructieve flexibiliteit ten behoeve van nieuwe constructie.

Voor het matrix-model bruikbaar kan zijn als kwantificatiemodel zullen enkele subjectieve uitgangspunten meer objectief gemaakt moeten worden. Hierbij gaat het om de vraagstelling bij elke configuratie. De schalen die hier zijn gebruikt van 0 tot 1 waar de gebruiker van het model zijn positie in moet vinden, zijn een belangrijke schakel in het komen tot een objectieve score. Met gebruik making van kennis van experts kunnen deze schalen in overeenstemming worden gebracht met de visie van een bepaalde tijd en locatie.

Ook is onderzoek naar de onderlinge afhankelijkheid van de verschillende indicatoren van belang bij het komen tot een goede representatie van de constructieve flexibiliteit. Zoals eerder in dit verslag beschreven kan Fuzzy Logic hierin een belangrijke rol spelen.

Verbetering van de hierboven genoemde aandachtspunten leidt tot de missende schakel welke de analyse van de test-cases een lastige opgave heeft gemaakt. In plaats van een ongewogen matrix-model waarbij importantie wordt verwaarloosd en een snelle methode via zwaartepunten waarbij bijna alle configuraties worden verwaarloosd kan een matrix-model verkregen worden waarbij de globale scores gewogen zijn.

Het beschreven gewogen matrix-model functioneert als een volledig kwalificatie en kwantificatiemodel. Verificatie zoals in dit onderzoek is uitgevoerd via de tweede enquête met test-cases zal ook hierop moeten worden toegepast. Vergelijking van de opinie van experts met een gewogen matrix vereenvoudigd het trekken van conclusies over de juistheid van het kwantificatiemodel.

Niet alleen verbetering van het matrix-model is noodzakelijk, maar ook de methode van verificatie. Uit de resultaten van de tweede enquête is geconcludeerd dat de lengte en de expliciteit van de test-cases een zekere invloed hebben gehad op de resultaten. Uitbreiding van deze

verificerende enquête waarbij aandacht geschonken wordt aan de reductie van deze invloeden zou een betere vergelijking mogelijk moeten maken. Ook zijn verkeerde representaties in de modellering beter te traceren en te verbeteren.

Het resultaat van het beschreven onderzoek is een basis welke voor verder onderzoek gebruikt kan worden. Indien het model in staat is op objectieve wijze de constructieve flexibiliteit in kaart te brengen, kan vanuit een onderzoeksvisie de staat van de huidige gebouwen voorraad geanalyseerd worden door zeer veel gebouwen door het model te halen. Anderzijds kan gedacht worden aan het analyseren van de mogelijkheid tot het implementeren van extra regelgeving ten aanzien van een minimum niveau van constructieve flexibiliteit bij nieuwe gebouwen. Een snelle methode zoals in dit onderzoek voorgesteld via zwaartepunten kan hierin een handleiding vormen.

Zoals in de inleidende hoofdstukken is gesteld staat het gebied van de constructieve flexibiliteit niet op zichzelf. Ook de flexibiliteit van de andere lagen, hoewel minder van belang, zal geanalyseerd moeten worden om een compleet beeld te verkrijgen van de flexibiliteit van een gebouw. Tevens is de nauwe relatie tussen flexibiliteit en aanpasbaarheid besproken. Onderzoek naar de constructieve aanpasbaarheid kan helpen in het verkrijgen van een compleet beeld van het accommodatievermogen van een constructie.

Overige onderzoeksvorstellen die mogelijk geformuleerd kunnen worden aan de hand van dit onderzoek kunnen bijvoorbeeld de financiële aspecten beschouwen of een methode ter bepaling van de functionele levensduur van een gebouw.

VISIE MET BETREKKING TOT IMPLEMENTATIE

In een terugkoppeling op hetgeen het onderzoek behelst, rijst de vraag hoe de constructieve flexibiliteit geïmplementeerd dient te worden in de ontwerpogave. Wanneer alle facetten die een rol spelen in de constructieve flexibiliteit optimaal worden meegenomen, kan gedacht worden aan een demontabele industriehal met grote overspanningen en een hoge draagcapaciteit. Het is echter de vraag of dit de beste manier van bouwen is.

Zoals eerder in dit hoofdstuk genoemd is de constructieve flexibiliteit gelegen in een context, waar ook eisen uit voortvloeien. Voor een woonhuis worden strengere akoestische eisen gesteld dan voor een kantoorgebouw. De test-case van het voormalig Nissan hoofdkantoor zal door de lichte draagconstructie meer moeite met deze eisen hebben dan de andere twee test-cases. Ook wordt vooral in de woningbouw een grote waarde gehecht aan een mate van individualiteit en herkenbaarheid, welke geen eis is ten aanzien van constructieve flexibiliteit.

Het is duidelijk dat meer variabelen dan alleen de constructieve flexibiliteit bepalend zijn voor de levensduur van gebouwen. Onder andere door Brand [1994] en Bijdendijk [2006] worden twee verschillende methoden erkend.

Brand noemt deze Low Road en High Road. Een gebouw welke evolueert via —Low Road laat zich eenvoudig vormen naar nieuwe eisen en nieuwe gebruikers. Een vergelijking met de constructieve flexibiliteit is evident. High Road daarentegen staat wijzigingen door veranderende eisen maar moeilijk toe. Dit wordt in deze gevallen geaccepteerd door de status en de waarde die mensen hechten aan het conserveren van het gebouw. Voorbeelden hiervan zijn statige overheidsgebouwen of monumentale panden.

Bijdendijk ziet twee eisen welke beide vervuld dienen te worden voor een lange levensduur. Dit zijn accommodatievermogen en dierbaarheid. De termen komen overeen met de termen van Brand, alleen is hier geen sprake van een opdeling, maar van complementaire eigenschappen. Zonder enige vorm van dierbaarheid, zal een zeer flexibel gebouw geen nieuwe functie vinden. De test-case MultiFunk is uit deze ideologie ontstaan.

Een vraag naar constructieve flexibiliteit kan op drie mogelijke manieren ontstaan: bij onderhoudswerkzaamheden, door opgelegde wijzigingen van eisen en door wijzigingen van eisen door de gebruiker.

De eerste manier is de eenvoudigste om rekening mee te houden in de ontwerpfase en kan gezien worden als een minimum. Onderhoudswerkzaamheden beperken zich tot de directe indicatoren uit het matrix-model: integratie, koppeling en toegankelijkheid. Bij vervanging, dient de te vervangen functionele bouwlaag bereikbaar en te ontkoppelen te zijn van de constructie. Dit brengt extra initiële kosten met zich mee, maar er is een grote zekerheid dat hier later rendement uit gehaald wordt.

Indien de vervanging van een functionele bouwlaag gepaard gaat met een verhoging van de gestelde eisen, zal er rekening gehouden moeten worden met een vraag naar overmaat en overcapaciteit; de indirecte indicatoren. De verhouding tussen de initiële kosten en het rendement uit deze kosten zal naar alle waarschijnlijkheid lager zijn dan in de eerste methode. Echter, terugkijkend naar de afgelopen decennia is het aannemelijk dat wijzigingen van normen met regelmaat voorkomen en dat een ingebouwde overmaat of overcapaciteit op den duur voordelen heeft.

Veranderende eisen door de gebruiker zijn moeilijk rekening mee te houden. In veel gevallen maken de opdrachtgevers het rendement van investeringen ten

aanzien van deze vraag naar constructieve flexibiliteit niet mee. Gevolg is dat investeringen op dit gebied vaak uitblijven. Toch kan een gedegen studie met betrekking tot de mogelijkheden en onmogelijkheden van een bepaalde locatie tot een afweging leiden met betrekking tot het implementeren van constructieve flexibiliteit. Verschillende configuraties kunnen uitgesloten worden door bepaalde randvoorwaarden, waardoor op een meer gerichte wijze rekening gehouden kan worden met constructieve flexibiliteit. Zo kan voor bepaalde locaties, zoals bijvoorbeeld het voormalig Nissan hoofdkantoor, een woonfunctie en de daarbij geldende eisen genegeerd worden.

Zoals in het eerste hoofdstuk beschreven wordt het implementeren van (constructieve) flexibiliteit in een gebouw zeer tegengegaan door de extra kosten die dit met zich meebrengt. Constructieve flexibiliteit ten aanzien van functionele bouwlagen met een korte technische levensduur is essentieel voor een ontwerp met een lange functionele levensduur en zal in veel gevallen snel rendement opleveren. Uitreiding naar de andere gradaties zal meer onzekerheden met zich meebrengen. Met gedegen analyses is het mogelijk investeringen in constructieve flexibiliteit ten aanzien van deze wijzigingen goed te onderbouwen.





Bronvermelding

BOEKEN

Bijdeling, F.P., *Met andere ogen* (2006), *Het Oosten Woningcorporatie, Amsterdam*

Brand, S., *How Buildings Learn* (1994), *Viking, New York*.

Braungart, M., MacDonough, W., *Cradle to Cradle: remaking the way we make things* (2002), *North Point Press, New York*.

Duffy, F, Lang, A. & Crisp, V., *The Responsible Workplace* (1993), *Butterworth-Heinemann, Oxford*

Durmisevic, E. *Transformable Building Structures* (2006), *Technische Universiteit Delft, Delft*.

Hendriks, Ch.F. et al., *Duurzame bouwmaterialen* (1999), *Aeneas, Best*.

Habraken, N.J., *De Draggers en de Mensen: het einde van de massawoningbouw* (1985), *Stichting Architecten Research, Eindhoven*.

Leupen, B., *Kader en Generieke Ruimte* (2002), *Technische Universiteit Delft, Uitgeverij 010, Rotterdam*.

Lichtenberg, J.J.N., *Slimbouwen®* (2005), *Aeneas, Boxtel*.

Lintsen, H., *Made in Holland* (2005), *Uitgeversmaatschappij Walburg Pers, Zutphen*.

Meadows, D., Randers, J., Meadows, D., *Limits to Growth: The 30-Year Update* (2004), *Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont*.

Montgomery, D.C., Runger, G.C., Hubele, N.F., *Engineering Statistics* (2004), *John Wiley & Sons, Inc. New York*.

Rutten, P.S.G., Zeiler, W., *Geïntegreerd ontwerpen van gebouw en installaties* (2005), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*.

SEV (Stuurgroep *Experimenten Volkshuisvesting*), *Bouwen met tijd: een praktische verkenning naar de samenhang tussen levensduur, kenmerken en milieubelasting van woningen* (2004), SEV, Rotterdam.

ARTIKEL EN PAPERS

Blok, R., Van Herwijnen, F., *Defining and quantifying Flexibility for Building Structures* (2005), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*.

Blok, R. & Van Herwijnen, F., *Quantifying Structural Flexibility for performance based life cycle design of buildings*. (2006), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*

Blok, R., *Adaptables 2006: Structural Flexibility* (2006), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*

Bruntland, G. (ed.), *Our common future* (1987), *Oxford University Press, Oxford*

Malthus, T.R. *Essay on the principle of population* (1798), *J. Johnson, London*

Moffatt, S., Russell, P., *Assessing Buildings for Adaptability* (2001), *IEA, Ottawa*

Nguyen, T.-H., Oloufa, A., *Automation in Building with Spatial Information* (2002), *Gaithersburg, Maryland*.

Zadeh, L.A., *Fuzzy Sets* (1965), *Information and control 8: p. 338-353*.

Zlatanova, S., Abdul Rahman, A., W. Shi, *Topology for 3D Spatial Objects* (2003), *Technische Universiteit Delft, Delft*.

Bronvermelding

NORMEN

Bouwbesluit 2003

NEN 3509:1998 Vaste trappen in gebouwen.

NEN 3215:2007 Binnenriolering - Eisen en bepalingsmethoden.

NEN 5080:1998 Personenliften in woongebouwen - Afmetingen en functionele eisen.

NEN 6702:2007 Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen.

AFSTUDEERVERSLAGEN

Hoekman, R.W.J., $f\mu(x)$, Een Neurofuzzy Expertsysteem voor de Kwantificering van Constructieve Flexibiliteit (2009), *Technische Universiteit Eindhoven*.

Afstudeercommissie:

Blok, R.

Herwijnen, F. van

Durmisevic, E.

Jorritsma, H.F., Aanpasbaarheid van woningen : een onderzoek naar indicatoren van woningen in het kader van duurzaamheid (2008), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*.

Afstudeercommissie:

Erkelens, P.A.

Smeets, J.J.A.M.

Mak, J.

Tool, F.T., Ontwerptool voor de beoordeling van constructieve alternatieven op duurzaamheid (2010), *Technische Universiteit Delft, Delft*.

Afstudeercommissie:

Vambersky, J.N.J.A.

Peters, P.

Haas, M.

Van Nederveen, G.A.

Wagemans, D.W.C., Functieneutraal bouwen, 'onvoorspelbaarheid ingekaderd' (2008), *Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven*.

Afstudeercommissie:

Erkelens, P.A.

Lichtenberg, J.J.N.

Petit, J.

INTERNET

Cement en Beton Centrum. Infra+ vloer, <http://www.cementenbeton.nl/i-content/infra-vloer.html>. (30-3-2010)

Centraal Bureau voor de Statistiek: bevolkingspiramiden, <http://www.cbs.nl> (12-9-2010)

Elementenmethode '91, <http://www.nlsfb.bk.tudelft.nl> (8-10-2009)

GEA - Happel Nederland B.V., <http://www.gea-happel.nl> (17-9-2010)

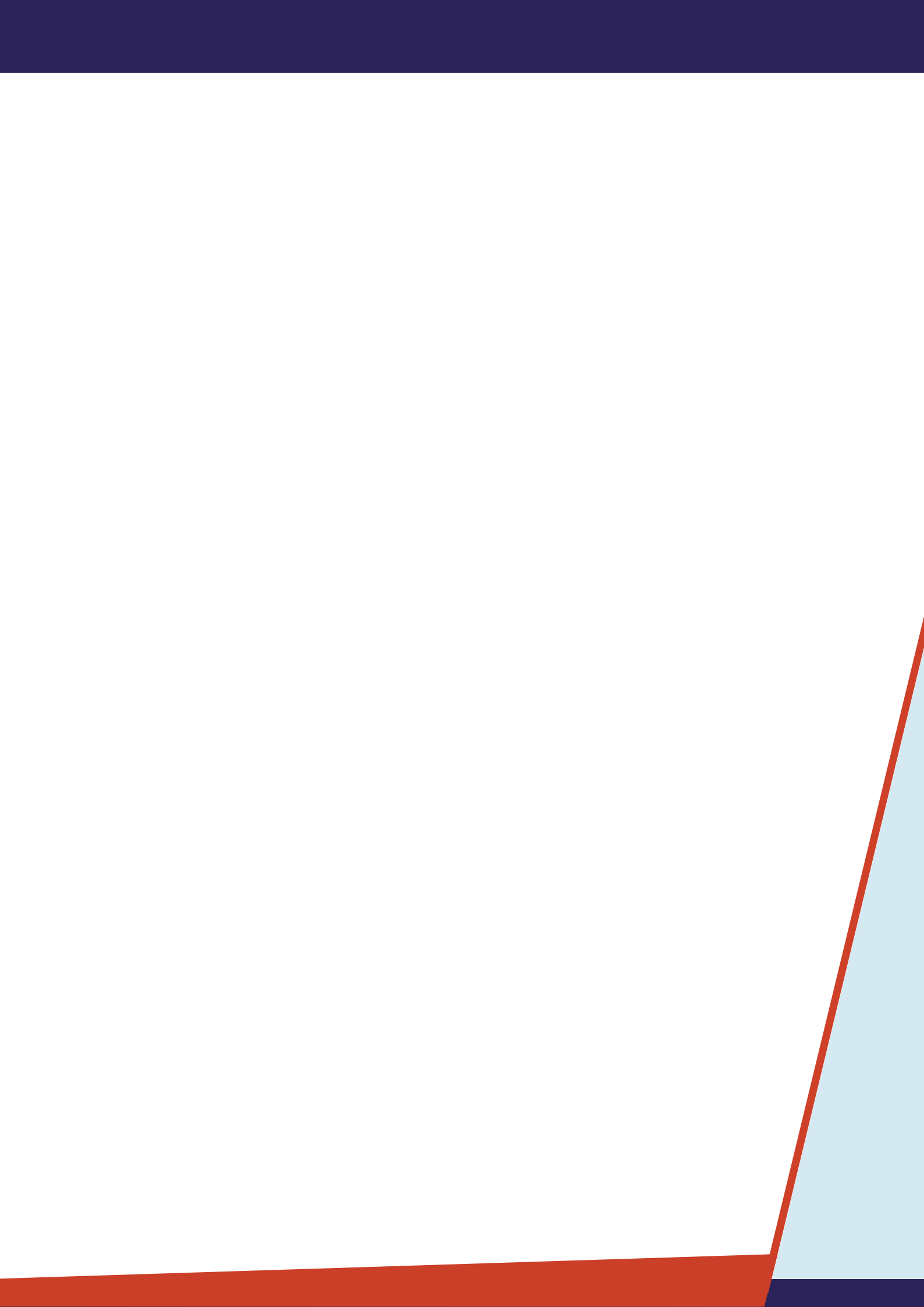
Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen, http://www.ifd.nl/gebruiks/gebr_levensduur.asp (10-09-2009)

International Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch> (31-07-2010)

VIDEO

Bender, L. (producent), Guggenheim, D. (regisseur), *An inconvenient Truth* (2006), *Lawrence Bender Productions, Verenigde Staten*.





Bijlagen



Inhoudsopgave Bijlagen

BIJLAGE A: MATRIX-MODEL

Vraagstelling matrix-model
Matrix-model MultiFunk
Matrix-model Residentie Gennep
Matrix-model Nissan hoofdkantoor

C
C
CVI
CXII
CXVIII

BIJLAGE B: ENQUÊTE IMPORTANTIE

Vraagstelling enquête
Resultaten introductie
Resultaten per functionele bouwlaag en indicator
Resultaten per configuratie

CXXIV
CXXIV
CXXX
CXXXI
CXXXVI

BIJLAGE C: ENQUÊTE TEST-CASES

Vraagstelling enquête
Resultaten per gebouw
Vergelijking tussen enquête en matrix

CXL
CXL
CLIX
CLXII

Bijlage A: Matrix-Model

		1. Gebouwschil	
		1.1 Gevel	1.2 Dak
A. Integratie	In welke mate is de gevel geïntegreerd met de constructie?		
B. Koppeling	In welke mate is de gevel te ontkoppelen van de constructie?		
C. Toegankelijkheid	In welke mate is de gevel te bereiken ondanks de constructie?		
D. Draagcapaciteit	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de gevel?		
E. Maat			
F. Overmaat 1			
F. Overmaat 2			
		Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0	Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0
Alles wissen		Gemiddelde score van de constructiegroep met de gevel: #####	Gemiddelde score van de constructiegroep met het dak: #####

Bijlage A: Matrix-Model

2. Ontsluiting	
2.1 Trappen	2.2 Liften
<p>In welke mate zijn de trappen geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0.0 Volledige functiedeling 0.2 Gescheiden materiaalcomponenten, inesloten 0.4 Gescheiden materiaalcomponenten, verweven 1.0 Niet geïntegreerd</p>	<p>In welke mate zijn de liften geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0.0 Volledige functiedeling 0.2 Gescheiden materiaalcomponenten, inesloten 0.4 Gescheiden materiaalcomponenten, verweven 1.0 Niet geïntegreerd</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. toevoeoline 0.4 Moelijk met zware herstellende inereoen 0.7 Moelijk met lichte herstellende ingrepen 1.0 Zonder aantasting / Geen koppeling aanwezig</p>	<p>In welke mate zijn de liften te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. toevoeoline 0.4 Moelijk met zware herstellende inereoen 0.7 Moelijk met lichte herstellende ingrepen 1.0 Zonder aantasting / Geen koppeling aanwezig</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. Toevoezing 0.5 Moelijk met lichte herstellende inereoen 0.7 Zonder aantastine, maar met veel moeite 1.0 Zonder aantasting bereikbaar</p>	<p>In welke mate zijn de liften te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. Toevoezing 0.5 Moelijk met lichte herstellende inereoen 0.7 Zonder aantastine, maar met veel moeite 1.0 Zonder aantasting bereikbaar</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de trappen?</p> <p>0.0 Minder dan 2.0 kN/m 0.5 5.0 kN/m 1.0 Meer dan 15.0 kN/m</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de liften?</p> <p>0.0 Geen rekening mee eehouden 0.4 Enise rekening mee eehouden 0.8 Voldoende rekening mee eehouden 1.0 Ruim voldoende rekening mee eehouden</p>
<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van mogelijke trappenhuizen?</p> <p>0.0 Minder dan 0.8 meter 0.4 Minder dan 1.2 meter 0.8 Minder dan 2.4 meter 1.0 Meer dan 3.0 meter</p>	<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van de liftschaft?</p> <p>0.0 Minder dan 1.7 meter 0.4 Minder dan 2.0 meter 0.8 Minder dan 2.5 meter 1.0 Meer dan 3.0 meter</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van trappen door de constructie heen (per trappenhuis)?</p> <p>0.0 Niet voldoende (< 1.7 m2 of < 0.8 m breed) 0.4 Net voldoende (3,0 m2 en 1,2 m breed) 0.8 Voldoende ruimte (6,0 m2 en 2,4 m breed) 1.0 Ruim voldoende (+10,0 m2 en breder dan 3,0 m)</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van liften door de constructie heen (per liftschaft)?</p> <p>0.0 Niet voldoende (< 3.6 m2 of < 1.7 m breed) 0.4 Net voldoende (5,0 m2 en 2,0 m breed) 0.8 Voldoende ruimte (10,0 m2 en 2,4 m breed) 1.0 Ruim voldoende (+15,0 m2 en breder dan 3,0 m)</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p>0.0 Niet moelijk 0.2 Veel moeite (constructieve toevoezine) 0.5 Enise moeite (weghalen materiaal) 1.0 Geen / doorgang al aanwezig</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p>0.0 Niet moelijk 0.2 Veel moeite (constructieve toevoezine) 0.5 Enise moeite (weghalen materiaal) 1.0 Geen / doorgang al aanwezig</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: ####</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: ####</p>

Bijlage A: Matrix-Model

3. Dienende elementen	
3a Begin/eind systeem	
3a.1 Opwekkingsysteem	3a.2 Afgiftesysteem
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te ontkoppelen van de constructie?</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te ontkoppelen van de constructie?</p>
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te bereiken ondanks de constructie?</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te bereiken ondanks de constructie?</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het opwekkingsysteem?</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het afgiftesysteem?</p>
<p>Wat is de oppervlakte tussen de constructieve elementen ter plaatse van de technische ruimte?</p>	
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>constructiegroep met de opwekkingsystemen: ####</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>constructiegroep met de afgiftesystemen: ####</p>

Bijlage A: Matrix-Model

<h3>3. Dienende elementen</h3>	
<h4>3b Distributie</h4>	
3b.1 (ventilatie)kanalen	3b.3 (afvoer)leidingen
<p>In welke mate zijn de kanalen geïntegreerd met de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen geïntegreerd met de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te ontkoppelen van de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te ontkoppelen van de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te bereiken ondanks de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te bereiken ondanks de constructie?</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de kanalen?</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de leidingen?</p>
<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale kanalen?</p>	<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale leidingen?</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van kanalen door de constructie heen?</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van leidingen door de constructie heen?</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p>
<p>constructiegroep met de verticale kanalen: ####</p>	<p>constructiegroep met de verticale leidingen: ####</p>

Bijlage A: Matrix-Model

4. Enscenering	
4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende wanden
<p>In welke mate is de afwerking geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0.0 Volledige functiedeling 0.2 Gescheiden materiaalcomponenten, ineesloten 0.4 Gescheiden materiaalcomponenten, verweven 1.0 Niet geïntegreerd</p>	
<p>In welke mate is de afwerking te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. toevoeieine 0.4 Moelijk met zware herstellende ingrepen 0.7 Moelijk met lichte herstellende ingrepen 1.0 Zonder aantasting / Geen koppeling aanwezig</p>	<p>In welke mate zijn de niet dragende wanden te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0.0 Niet mogelijk zonder wijzigen belastingafdracht 0.2 Moelijk met behulo van een constr. toevoeieine 0.4 Moelijk met zware herstellende ingrepen 0.7 Moelijk met lichte herstellende ingrepen 1.0 Zonder aantasting / Geen koppeling aanwezig</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de afwerking?</p> <p>0.0 Minder dan 0.2 kN/m² 0.5 0.5 kN/m² 1.0 Meer dan 1.5 kN/m²</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de niet dragende wanden?</p> <p>0.0 Minder dan 0.2 kN/m² 0.5 0.8 kN/m² 1.0 2,0 kN/m²</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: ####</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: ####</p>

Bijlage A: Matrix-Model

5. Ruimte	
5. Ruimteplan	
	Totale score: 0,00 Aantal: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Integratie ###
	Totale score: 0,00 Aantal: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Koppeling ###
	Totale score: 0,00 Aantal: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Toegankelijkheid ###
Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het ruimteplan? 	Totale score: 0,00 Aantal: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Capaciteit ###
Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen? 	Totale score: 0,00 Aantal: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Maat ###
In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van ruimte door de constructie heen? 	Totale score: 0,00 Aantal: 0
Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken? 	Totale score: 0,00 Aantal: 0,00 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie ###
Totale score van de verschillende configuraties: 0,00 Aantal ingevulde configuraties: 0 Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: ####	

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

		1. Gebouwschil	
		1.1 Gevel	1.2 Dak
A. Integratie	In welke mate is de gevel geïntegreerd met de constructie?		
	In welke mate is het dak geïntegreerd met de constructie?		
B. Koppeling	In welke mate is de gevel te ontkoppelen van de constructie?		
	In welke mate is het dak te ontkoppelen van de constructie?		
C. Toegankelijkheid	In welke mate is de gevel te bereiken ondanks de constructie?		
	In welke mate is het dak te bereiken ondanks de constructie?		
D. Draagcapaciteit	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de gevel?		
	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het dak?		
E. Maat			
F. Overmaat 1			
F. Overmaat 2			
Totale score van de verschillende configuraties: 2,30 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de gevel: 0,58		Totale score van de verschillende configuraties: 2,50 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met het dak: 0,63	

Alles wissen

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

2. Ontsluiting	
2.1 Trappen	2.2 Liften
<p>In welke mate zijn de trappen geïntegreerd met de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de liften geïntegreerd met de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te ontkoppelen van de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de liften te ontkoppelen van de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te bereiken ondanks de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de liften te bereiken ondanks de constructie?</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de trappen?</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de liften?</p>
<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van mogelijke trappenhuizen?</p>	<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van de liftschaft?</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van trappen door de constructie heen (per trappenhuis)?</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van liften door de constructie heen (per liftschaft)?</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,85</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,84</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 4,45</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,64</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

3. Dienende elementen	
3a Begin/eind systeem	
3a.1 Opwekkingsysteem	3a.2 Afgiftesysteem
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,90</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,90</p>
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>1,00</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>1,00</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het opwekkingsysteem?</p> <p>0,00</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het afgiftesysteem?</p> <p>0,00</p>
<p>Wat is de oppervlakte tussen de constructieve elementen ter plaatse van de technische ruimte?</p> <p>1,00</p>	
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 2,90</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 4</p> <p>constructiegroep met de opwekkingsystemen: 0,73</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,90</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 3</p> <p>constructiegroep met de afgiftesystemen: 0,63</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

3. Dienende elementen	
3b Distributie	
3b.1 (ventilatie)kanalen	3b.3 (afvoer)leidingen
<p>In welke mate zijn de kanalen geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,20</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,80</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,20</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,20</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de kanalen?</p> <p style="text-align: right;">0,60</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de leidingen?</p> <p style="text-align: right;">0,70</p>
<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale kanalen?</p> <p style="text-align: right;">0,80</p>	<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale leidingen?</p> <p style="text-align: right;">0,50</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van kanalen door de constructie heen?</p> <p style="text-align: right;">0,95</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van leidingen door de constructie heen?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,75</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,85</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>constructiegroep met de verticale kanalen: 0,84</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 3,45</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>constructiegroep met de verticale leidingen: 0,49</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

4. Enscenering	
4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende wanden
<p>In welke mate is de afwerking geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0,45</p>	
<p>In welke mate is de afwerking te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,50</p>	<p>In welke mate zijn de niet dragende wanden te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,75</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de afwerking?</p> <p>1,00</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de niet dragende wanden?</p> <p>0,80</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,95 Aantal ingevulde configuraties: 3</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,65</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,55 Aantal ingevulde configuraties: 2</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,78</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model MultiFunk

5. Ruimte	
5. Ruimteplan	
	Totale score: 4,10 Aantal: 7 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Integratie 0,59
	Totale score: 6,20 Aantal: 10 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Koppeling 0,62
	Totale score: 6,40 Aantal: 8 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Toegankelijkheid 0,80
Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het ruimteplan? 	Totale score: 6,00 Aantal: 11 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Capaciteit 0,55
Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen? 	Totale score: 4,48 Aantal: 6 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Maat 0,75
In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van ruimte door de constructie heen? 	Totale score: 4,35 Aantal: 5 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,85
Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken? 	Totale score: 8,45 Aantal: 10,00 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,85
Totale score van de verschillende configuraties: 2,93 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,73	

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerde

		1. Gebouwschil	
		1.1 Gevel	1.2 Dak
A. Integratie	In welke mate is de gevel geïntegreerd met de constructie?		
	In welke mate is het dak geïntegreerd met de constructie?		
B. Koppeling	In welke mate is de gevel te ontkoppelen van de constructie?		
	In welke mate is het dak te ontkoppelen van de constructie?		
C. Toegankelijkheid	In welke mate is de gevel te bereiken ondanks de constructie?		
	In welke mate is het dak te bereiken ondanks de constructie?		
D. Draagcapaciteit	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de gevel?		
	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het dak?		
E. Maat			
F. Overmaat 1			
F. Overmaat 2			
Totale score van de verschillende configuraties: 1,70 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de gevel: 0,43		Totale score van de verschillende configuraties: 2,50 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met het dak: 0,63	

Alles wissen

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerde

2. Ontsluiting	
2.1 Trappen	2.2 Liften
<p>In welke mate zijn de trappen geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0,60</p>	<p>In welke mate zijn de liften geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0,55</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,65</p>	<p>In welke mate zijn de liften te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,30</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>0,90</p>	<p>In welke mate zijn de liften te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>0,70</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de trappen?</p> <p>0,50</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de liften?</p> <p>0,60</p>
<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van mogelijke trappenhuizen?</p> <p>0,80</p>	<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van de liftschaft?</p> <p>0,80</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van trappen door de constructie heen (per trappenhuis)?</p> <p>0,90</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van liften door de constructie heen (per liftschaft)?</p> <p>0,50</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p>0,80</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p>0,60</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,15</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,74</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 4,05</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,58</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerde

3. Dienende elementen	
3a Begin/eind systeem	
3a.1 Opwekkingsysteem	3a.2 Afgiftesysteem
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te ontkoppelen van de constructie?</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te ontkoppelen van de constructie?</p>
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te bereiken ondanks de constructie?</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te bereiken ondanks de constructie?</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het opwekkingsysteem?</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het afgiftesysteem?</p>
<p>Wat is de oppervlakte tussen de constructieve elementen ter plaatse van de technische ruimte?</p>	
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,85 Aantal ingevulde configuraties: 4 constructiegroep met de opwekkingsystemen: 0,46</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,70 Aantal ingevulde configuraties: 3 constructiegroep met de afgiftesystemen: 0,57</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerde

3. Dienende elementen	
3b Distributie	
3b.1 (ventilatie)kanalen	3b.3 (afvoer)leidingen
<p>In welke mate zijn de kanalen geïntegreerd met de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen geïntegreerd met de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te ontkoppelen van de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te ontkoppelen van de constructie?</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te bereiken ondanks de constructie?</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te bereiken ondanks de constructie?</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de kanalen?</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de leidingen?</p>
<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale kanalen?</p>	<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale leidingen?</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van kanalen door de constructie heen?</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van leidingen door de constructie heen?</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 2,05</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>constructiegroep met de verticale kanalen: 0,29</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 2,20</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>constructiegroep met de verticale leidingen: 0,31</p>

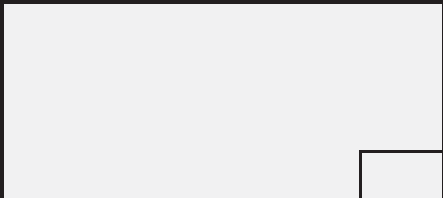
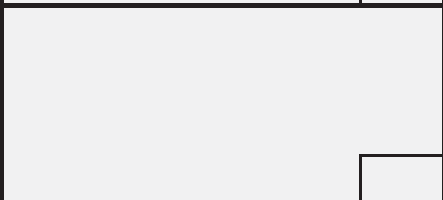
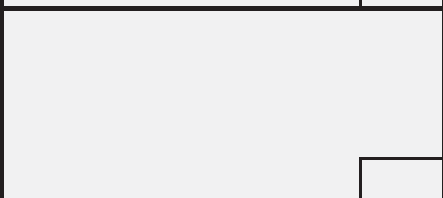
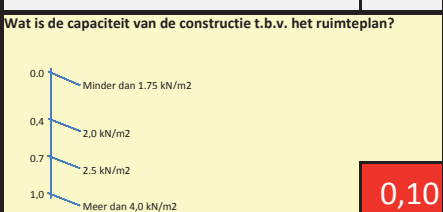
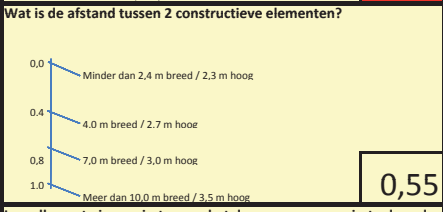

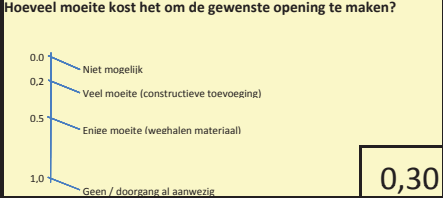
Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerde

4. Enscenering	
4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende wanden
<p>In welke mate is de afwerking geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0,35</p>	
<p>In welke mate is de afwerking te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,50</p>	<p>In welke mate zijn de niet dragende wanden te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,40</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de afwerking?</p> <p>0,80</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de niet dragende wanden?</p> <p>0,50</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,65 Aantal ingevulde configuraties: 3 Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,55</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 0,90 Aantal ingevulde configuraties: 2 Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,45</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Kortonjo de Weerc

5. Ruimte	
5. Ruimteplan	
	Totale score: 2,60 Aantal: 7 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Integratie 0,37
	Totale score: 4,65 Aantal: 10 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Koppeling 0,47
	Totale score: 4,85 Aantal: 8 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Toegankelijkheid 0,61
Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het ruimteplan? 	Totale score: 4,00 Aantal: 11 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Capaciteit 0,36
Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen? 	Totale score: 2,75 Aantal: 6 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Maat 0,46
In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van ruimte door de constructie heen? 	Totale score: 3,60 Aantal: 5 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,64
Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken? 	Totale score: 6,40 Aantal: 10,00 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,30
Totale score van de verschillende configuraties: 1,50 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,38	

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Nissan

		1. Gebouwschil	
		1.1 Gevel	1.2 Dak
A. Integratie	In welke mate is de gevel geïntegreerd met de constructie?		
B. Koppeling	In welke mate is de gevel te ontkoppelen van de constructie?		
C. Toegankelijkheid	In welke mate is de gevel te bereiken ondanks de constructie?		
D. Draagcapaciteit	Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de gevel?		
E. Maat			
F. Overmaat 1			
F. Overmaat 2			
Totale score van de verschillende configuraties: 3,10 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de gevel: 0,78		Totale score van de verschillende configuraties: 2,50 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met het dak: 0,63	

Alles wissen

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Nissan

2. Ontsluiting	
2.1 Trappen	2.2 Liften
<p>In welke mate zijn de trappen geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,85</p>	<p>In welke mate zijn de liften geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,85</p>	<p>In welke mate zijn de liften te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,60</p>
<p>In welke mate zijn de trappen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,95</p>	<p>In welke mate zijn de liften te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de trappen?</p> <p style="text-align: right;">0,30</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de liften?</p> <p style="text-align: right;">0,60</p>
<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van mogelijke trappenhuizen?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>	<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen ter plaatse van de liftschaft?</p> <p style="text-align: right;">0,80</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van trappen door de constructie heen (per trappenhuis)?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van liften door de constructie heen (per liftschaft)?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,50</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,50</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,45</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,78</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,30</p> <p>Aantal ingevulde configuraties: 7</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,76</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Nissan

3. Dienende elementen	
3a Begin/eind systeem	
3a.1 Opwekkingsysteem	3a.2 Afgiftesysteem
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,90</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,90</p>
<p>In welke mate is het opwekkingsysteem te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>1,00</p>	<p>In welke mate is het afgiftesysteem te bereiken ondanks de constructie?</p> <p>1,00</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het opwekkingsysteem?</p> <p>0,00</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het afgiftesysteem?</p> <p>0,00</p>
<p>Wat is de oppervlakte tussen de constructieve elementen ter plaatse van de technische ruimte?</p> <p>1,00</p>	
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 2,90 Aantal ingevulde configuraties: 4</p> <p>constructiegroep met de opwekkingsystemen: 0,73</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,90 Aantal ingevulde configuraties: 3</p> <p>constructiegroep met de afgiftesystemen: 0,63</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Nissan

3. Dienende elementen	
3b Distributie	
3b.1 (ventilatie)kanalen	3b.3 (afvoer)leidingen
<p>In welke mate zijn de kanalen geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen geïntegreerd met de constructie?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te ontkoppelen van de constructie?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>
<p>In welke mate zijn de kanalen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>	<p>In welke mate zijn de leidingen te bereiken ondanks de constructie?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de kanalen?</p> <p style="text-align: right;">0,50</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de leidingen?</p> <p style="text-align: right;">0,70</p>
<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale kanalen?</p> <p style="text-align: right;">0,80</p>	<p>Hoeveel ruimte tussen 2 constructieve elementen is beschikbaar voor het plaatsen van de verticale leidingen?</p> <p style="text-align: right;">0,80</p>
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van kanalen door de constructie heen?</p> <p style="text-align: right;">0,90</p>	<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van leidingen door de constructie heen?</p> <p style="text-align: right;">1,00</p>
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,85</p>	<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> <p style="text-align: right;">0,85</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 5,95 Aantal ingevulde configuraties: 7</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 6,25 Aantal ingevulde configuraties: 7</p>
<p>constructiegroep met de verticale kanalen: 0,85</p>	<p>constructiegroep met de verticale leidingen: 0,89</p>

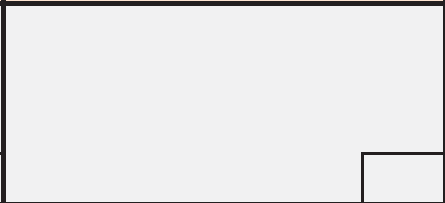
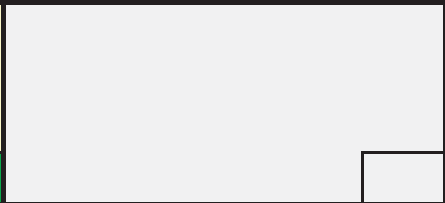
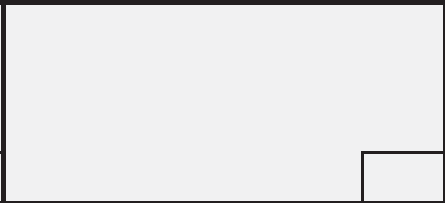
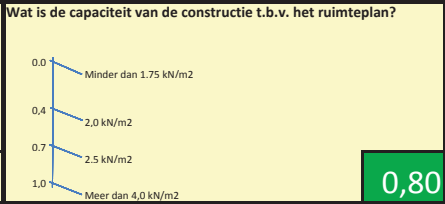
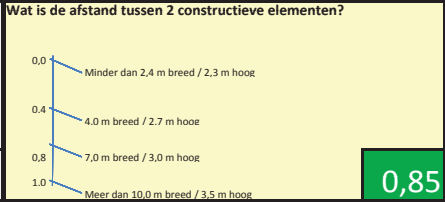


Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Nissan

4. Enscenering	
4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende wanden
<p>In welke mate is de afwerking geïntegreerd met de constructie?</p> <p>0,95</p>	
<p>In welke mate is de afwerking te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,85</p>	<p>In welke mate zijn de niet dragende wanden te ontkoppelen van de constructie?</p> <p>0,90</p>
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de afwerking?</p> <p>0,70</p>	<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. de niet dragende wanden?</p> <p>0,30</p>
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 2,50 Aantal ingevulde configuraties: 3</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,83</p>	<p>Totale score van de verschillende configuraties: 1,20 Aantal ingevulde configuraties: 2</p> <p>Gemiddelde score van de constructiegroep met de liften: 0,60</p>

Bijlage A: Matrix-Model

Matrix-model Hoofdkantoor Niss

5. Ruimte	
5. Ruimteplan	
	Totale score: 6,30 Aantal: 7 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Integratie 0,90
	Totale score: 8,50 Aantal: 10 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Koppeling 0,85
	Totale score: 7,45 Aantal: 8 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Toegankelijkheid 0,93
<p>Wat is de capaciteit van de constructie t.b.v. het ruimteplan?</p> 	Totale score: 4,60 Aantal: 11 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Capaciteit 0,42
<p>Wat is de afstand tussen 2 constructieve elementen?</p> 	Totale score: 5,25 Aantal: 6 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Maat 0,88
<p>In welke mate is er ruimte voor het doorvoeren van ruimte door de constructie heen?</p> 	Totale score: 4,90 Aantal: 5 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,84
<p>Hoeveel moeite kost het om de gewenste opening te maken?</p> 	Totale score: 8,35 Aantal: 10,00 Gemiddelde score van de constructiegroep voor Obstructie 0,84
<p>Totale score van de verschillende configuraties: 3,40 Aantal ingevulde configuraties: 4 Gemiddelde score van de constructiegroep met de trappen: 0,85</p>	

Bijlage B: Enquête importanties

Enquête Constructieve Flexibiliteit

Ten eerste dank voor uw deelname aan deze enquête. Dit zal ongeveer 20 minuten duren. De enquête die voor u ligt is onderdeel van mijn afstudeeronderzoek aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit in Eindhoven. In dit onderzoek probeer ik de constructieve flexibiliteit in kaart te brengen. Dit is **de capaciteit van een constructie om wijzigingen van andere elementen van een gebouw** (zoals installaties en de gevel) **mogelijk te maken, zonder daarbij zelf te wijzigen**. Deze definitie wordt op alle pagina's onderaan getoond. Alle gebouwelementen hebben een andere technische levensduur die bovendien korter is dan de technische levensduur van de constructie en het gebouw zelf. Om een gebouw zijn technische levensduur te laten halen is het dus van belang dat de constructie flexibiliteit biedt aan de andere lagen.

Het eerste deel bevat meer algemene vragen.

Introductie

1. Wat is uw beroep / studierichting?

2a. In welke mate heeft u in uw werk / tijdens uw studie te maken gehad met flexibilitetsvraagstukken en de gevolgen daarvan?

Helemaal niet	Zelden	Soms	Geregeld	Zeer vaak
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2b. Kunt u hier enige toelichting op geven?

3. Kunt u drie concrete voorbeelden geven van aspecten die volgens u een probleem vormen bij aanpassingen in een gebouw gedurende haar levensduur, waar de constructie een rol speelt?

1)

2)

3)

Bijlage B: Enquête importanties

Constructieve flexibiliteit per gebouwlaag

In het model dat ik ontwikkeld heb zijn verschillende aspecten vastgelegd die een rol spelen bij de constructieve flexibiliteit. Het model maakt het mogelijk een uitspraak te doen voor elk gebouw op gedetailleerd en globaal niveau. Over het model heb ik enige vragen die betrekking hebben op de importantie van bepaalde aspecten in het model.

Een eerste opdeling die gemaakt wordt is een onderscheid naar de relatie van de constructie met de verschillende andere gebouwlagen, behalve de constructie.

4. Geef per gebouwlaag aan op een schaal van 1 tot en met 5 hoe **belangrijk** de mogelijke flexibiliteit van de constructie is ten opzichte van deze gebouwlaag.

Gebouwschil:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit ten behoeve van de gevel (de constructie maakt wijzigingen aan de gevel al dan niet mogelijk)?

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. het dak?

Ontsluiting:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de trappen (niet mechanisch verticaal transport)?

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de lift (mechanisch verticaal transport)?

Distributiesysteem:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de opwekkingsystemen (luchtbehandelingskast, cv-ketel)?

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de afgiftesystemen (radiatoren, armaturen)?

Niet belangrijk					Weer belangrijk					Weet niet
↔										
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?

Bijlage B: Enquête importanties

Vervolg distributiesysteem:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de verticale (ventilatie)kanalen en schachten)?

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de verticale (afvoer)leidingen (in deze categorie vallen ook kabels t.b.v. gas, water, elektra, data, etc.)?

Enscenering:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de afwerking (inclusief verlaagde plafonds en verhoogde vloeren)?

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. de niet dragende wanden?

Ruimte:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de constructieve flexibiliteit t.b.v. het ruimtegebruik (kan de constructie functieveranderingen van ruimten faciliteren)?

Niet belangrijk ←					→					Weet niet
					Zeer belangrijk					
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5						?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5						?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5						?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5						?

Bijlage B: Enquête importanties

Constructieve flexibiliteit per indicator

De tweede opdeling is naar de verschillende indicatoren die een rol spelen bij constructieve flexibiliteit.

5. Hoe **belangrijk** acht u de flexibiliteit van de constructie ten aanzien van de verschillende indicatoren, wederom op een schaal van 1 tot en met 5? Het gaat bij deze vragen dus om in welke mate een indicator een rol speelt in de totale constructieve flexibiliteit.

Integratie:

Hoe **belangrijk** acht u de invloed van de mate van integratie (de mate van **functiedeling**) van de constructie met andere bouwlagen voor de constructieve flexibiliteit?

Niet belangrijk					↔					Zeër belangrijk					Weet niet				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5											?				

Koppeling:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de vraag of andere bouwlagen zijn te **ontkoppelen** van de constructie (en hoeveel moeite dit kost) voor de constructieve flexibiliteit? (demontage)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?										

Toegankelijkheid:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de vraag of andere bouwlagen zijn te **bereiken** ondanks de constructie (en hoeveel moeite dit kost) voor de constructieve flexibiliteit?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?										

Draagcapaciteit:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de **draagcapaciteit** van de constructie ten behoeve van andere bouwlagen voor de constructieve flexibiliteit? (is het mogelijk een 'zwaardere' functie in een ruimte te plaatsen?)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?										

Maat:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de **afmetingen** tussen de constructieve elementen ten behoeve van andere bouwlagen voor de constructieve flexibiliteit? (is het mogelijk een 'zwaardere' functie in een ruimte te plaatsen?)

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?										

Obstructie:

Hoe belangrijk acht u de invloed van de **plaatsing** van de andere bouwlagen tussen of door de constructie-elementen heen (en hoeveel moeite dit kost) voor de constructieve flexibiliteit?

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?										

Bijlage B: Enquête importanties

Configuraties

In de vorige vragen is op globaler niveau gevraagd een indicatie te geven over de importantie. Op het meest gedetailleerde niveau wordt de constructieve flexibiliteit bepaald van een constructie(element) ten behoeve van een bepaalde gebouwlaag ten aanzien van een bepaalde indicator. De laatste vragen hebben betrekking op deze configuraties.

6. Kunt in de onderstaande afbeelding aangeven welke 10 configuraties (combinaties van een **willekeurige gebouwlaag** met een **willekeurige indicator**) u als **belangrijk** zou beschouwen voor de constructieve flexibiliteit, door 10 lijnen te trekken van de gebouwlagen links naar de indicatoren rechts in de onderstaande tabel? Zowel gebouwlagen als indicatoren mogen meerdere malen gekozen worden. De definities zijn hetzelfde als op de voorgaande pagina's genoemd. Rechts kunt u op een de antwoorden op een alternatieve wijze invoeren (die wel geschikt zijn voor de elektronische enquête).

Gevel	<input type="radio"/>		-	-
Dak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Integratie (functiedeling met de constructie)	_____
Trappen	<input type="radio"/>		-	-
Liften	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ontkoppeling (demontage)	_____
Opwekkingsystemen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Toegankelijkheid (bereikbaarheid)	_____
Afgiftesystemen	<input type="radio"/>		-	-
(Ventilatie)kanalen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Draagcapaciteit (v/d constructie ten behoeve van de gebouwlaag)	_____
(Afvoer)leidingen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maat (afmetingen tussen de constructie-elementen)	_____
Afwerking	<input type="radio"/>		-	-
Niet dragende wanden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Obstructie (hinder van de constructie)	_____
Ruimtegebruik	<input type="radio"/>		-	-

7. Welke 3 configuraties van degene die u hebt geselecteerd zou u als belangrijkste beschouwen?

-	-	-
-	-	-
-	-	-

Bijlage B: Enquête importanties

Slot

8. Zijn er volgens u nog configuraties welke niet terug te leiden zijn naar bovenstaande termen, maar wel belangrijk zijn ten aanzien van de constructieve flexibiliteit? Zo ja, welke?

9. Heeft u verder nog op en aanmerkingen met betrekking tot het model?

Bedankt voor uw medewerking!

Voor mijn onderzoek aan de TU/e zal ik over enige tijd nog een enquête afnemen, welke gespecificeerd is op de constructieve flexibiliteit van bepaalde gebouwen. Zou u ook aan deze enquête willen deelnemen?

Nee

Ja, mijn e-mailadres is _____
(Hiermee kan ik contact met u opnemen)

Wilt u op de hoogte gehouden worden van de voortgang van mijn onderzoek, vink dan het naastgelegen vakje aan.

Esger Koopman

Verzenden naar e.f.koopman@student.tue.nl

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Introductievragen

Beroep

Student Structural Design	3
Student ander	4
Praktijk Structural Design	7
Praktijk ander	1
TU Eindhoven Onderzoeker	2
Totaal	17

Ervaring

Helemaal niet	0
Zelden	1
Soms	1
Geregeld	10
Zeer vaak	5
Totaal	17

Configuraties oriëntatievraag

	Aantal Totaal	Aantal studenten (7x)	Aantal arbeiders (10x)
Gevel - Int. / Kop. / Toe.	8	4	4
Leid. / Kan. - Int. / Kop. / Toe.	9	3	6
Leid. / Kan. - Maat / Obstructie	3	2	1
ND wanden - Koppeling	2	2	0
Ruimte - Draagcapaciteit	10	2	8
Ruimte - Maat	9	5	4
Ruimte - Obstructie	6	2	4
Constructie - Draagcapaciteit	2	1	1

Int. = Integratie
Kop. = Koppeling
Toe. = Toegankelijkheid
Leid. = Leidingen
Kan. = Kanalen

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Belangrijkheid met kennis van terminologie

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1.1 Gevel	17	1	4	2	6	4	3,47	1,28	0,31	8,95%
1.2 Dak	17	5	2	5	4	1	2,65	1,32	0,32	12,10%
2.1 Trap	17	3	4	7	2	1	2,65	1,11	0,27	10,21%
2.2 Lift	17	4	5	7	0	1	2,35	1,06	0,26	10,90%
3.1 Opwekkingsysteem	17	2	5	2	5	3	3,12	1,36	0,33	10,61%
3.2 Afgifte systeem	17	4	5	2	5	1	2,65	1,32	0,32	12,10%
3.3 (Ventilatie)kanalen	17	0	1	7	3	6	3,82	1,01	0,25	6,44%
3.4 (Afvoer)leidingen	17	2	5	3	3	4	3,12	1,41	0,34	10,96%
4.1 Afwerking	17	4	3	5	4	1	2,71	1,26	0,31	11,32%
4.2 Niet dragende wanden	17	5	2	5	1	4	2,82	1,55	0,38	13,32%
5 Ruimtegebruik	17	0	1	0	2	14	4,71	0,77	0,19	3,98%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Indicatoren

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
A Integratie	17	1	2	0	5	9	4,12	1,27	0,31	7,47%
B Koppeling	17	1	1	4	5	6	3,82	1,19	0,29	7,52%
C Toegankelijkheid	16	1	3	0	8	4	3,69	1,25	0,31	8,47%
D Draagcapaciteit	17	0	0	4	6	7	4,18	0,81	0,20	4,70%
E Maat	17	0	1	3	10	3	3,88	0,78	0,19	4,88%
F Obstructie	17	1	3	5	6	2	3,29	1,10	0,27	8,13%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Belangrijkheid met kennis van terminologie - vergelijking gemiddelden

Uitvoering t-toets

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Gepoolde schatter van σ^2 , aangeduid met S_p^2

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Test:

$$T_0 = \frac{\mu_1 - \mu_2}{S_p * \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

T-test Functionele Bouwlagen				Standaard deviatie	Gemiddelde	Aantal	Lift	Dak	Afgifte	Trap	Afwerking	ND wanden	Leidingen	Opwekking	Gevel	Kanalen	
Standaard deviatie							17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Gemiddelde							2,35	2,65	2,65	2,65	2,71	2,82	3,12	3,12	3,47	3,82	
Aantal							1,06	1,32	1,32	1,11	1,26	1,55	1,41	1,36	1,28	1,01	
Ruimte	17	4,71	0,77	7,427019	5,558023	5,558023	6,287243	5,584399	4,502553	4,080633	4,194733	3,422687	2,889331				
Kanalen	17	3,82	1,01	4,139613	2,902413	2,902413	3,214451	2,834123	2,228673	1,664061	1,703744	0,885063					
Gevel	17	3,47	1,28	2,77863	1,838775	1,838775	1,995536	1,74464	1,333211	0,75779	0,772688						
Opwekking	17	3,12	1,36	1,841209	1,022478	1,022478	1,103893	0,911813	0,599852	0							
Leidingen	17	3,12	1,41	1,799767	1,003318	1,003318	1,079893	0,89398	0,590315								
ND Wanden	17	2,82	1,55	1,031989	0,344284	0,344284	0,367659	0,227052									
Afwerking	17	2,71	1,26	0,901459	0,135567	0,135567	0,147324										
Trap	17	2,65	1,11	0,805908	0	0											
Afgifte	17	2,65	1,32	0,730647	0												
Dak	17	2,65	1,32	0,730647													

Kans op gelijke gemiddelden is kleiner dan 0,1%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 0,1% en 1,0%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 1,0% en 5,0%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 5,0% en 10,0%
Kans op gelijke gemiddelden is groter dan 10%

T-test Indicatoren				Standaard deviatie	Gemiddelde	Aantal	Obstructie	Toegankelijkheid	Koppeling	Maat	Integratie
Standaard deviatie							17	16	17	17	17
Gemiddelde							3,29	3,69	3,82	3,88	4,12
Aantal							1,1	1,25	1,19	0,78	1,27
Draagcapaciteit	17	4,18	0,81	2,686254	1,344559	1,031125	1,099984	0,164232			
Integratie	17	4,12	1,27	2,03683	0,979491	0,710716	0,663945				
Maat	17	3,88	0,78	1,80398	0,527323	0,173867					
Koppeling	17	3,82	1,19	1,348481	0,306072						
Toegankelijkheid	16	3,69	1,25	0,97737							

Kans op gelijke gemiddelden is kleiner dan 0,1%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 0,1% en 1,0%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 1,0% en 5,0%
Kans op gelijke gemiddelden ligt tussen de 5,0% en 10,0%
Kans op gelijke gemiddelden is groter dan 10%

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Belangrijkheid met kennis van terminologie - studenten

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1.1 Gevel	7	0	3	1	2	1	3,14	1,21	0,46	14,61%
1.2 Dak	7	4	0	2	1	0	2,00	1,29	0,49	24,40%
2.1 Trap	7	1	2	2	1	1	2,86	1,35	0,51	17,80%
2.2 Lift	7	2	1	3	0	1	2,57	1,40	0,53	20,54%
3.1 Opwekkingsysteem	7	1	2	0	3	1	3,14	1,46	0,55	17,60%
3.2 Afgifte systeem	7	1	1	2	2	1	3,14	1,35	0,51	16,18%
3.3 (Ventilatie)kanalen	7	0	0	3	2	2	3,86	0,90	0,34	8,82%
3.4 (Afvoer)leidingen	7	1	0	1	2	3	3,86	1,46	0,55	14,34%
4.1 Afwerking	7	0	1	2	3	1	3,57	0,98	0,37	10,33%
4.2 Niet dragende wanden	7	2	0	2	0	3	3,29	1,80	0,68	20,70%
5 Ruimtegebruik	7	0	0	0	1	6	4,86	0,38	0,14	2,94%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Indicatoren

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
A Integratie	7	0	1	0	2	4	4,29	1,11	0,42	9,81%
B Koppeling	7	0	1	2	1	3	3,86	1,21	0,46	11,91%
C Toegankelijkheid	7	1	1	0	3	2	3,57	1,51	0,57	16,00%
D Draagcapaciteit	7	0	0	1	2	4	4,43	0,79	0,30	6,72%
E Maat	7	0	0	0	5	2	4,29	0,49	0,18	4,30%
F Obstructie	7	0	0	3	3	1	3,71	0,76	0,29	7,69%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Belangrijkheid met kennis van terminologie - arbeiders

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1.1 Gevel	10	1	1	1	4	3	3,70	1,34	0,42	11,43%
1.2 Dak	10	1	2	3	3	1	3,10	1,20	0,38	12,21%
2.1 Trap	10	2	2	5	1	0	2,50	0,97	0,31	12,29%
2.2 Lift	10	2	4	4	0	0	2,20	0,79	0,25	11,34%
3.1 Opwekkingsysteem	10	1	3	2	2	2	3,10	1,37	0,43	13,98%
3.2 Afgifte systeem	10	3	4	0	3	0	2,30	1,25	0,40	17,21%
3.3 (Ventilatie)kanalen	10	0	1	4	1	4	3,80	1,14	0,36	9,45%
3.4 (Afvoer)leidingen	10	1	5	2	1	1	2,60	1,17	0,37	14,28%
4.1 Afwerking	10	4	2	3	1	0	2,10	1,10	0,35	16,57%
4.2 Niet dragende wanden	10	3	2	3	1	1	2,50	1,35	0,43	17,13%
5 Ruimtegebruik	10	0	1	0	1	8	4,60	0,97	0,31	6,64%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Indicatoren

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
A Integratie	10	1	1	0	3	5	4,00	1,41	0,45	11,18%
B Koppeling	10	1	0	2	4	3	3,80	1,23	0,39	10,23%
C Toegankelijkheid	9	0	2	0	5	2	3,78	1,09	0,36	9,64%
D Draagcapaciteit	10	0	0	3	4	3	4,00	0,82	0,26	6,45%
E Maat	10	0	1	3	5	1	3,60	0,84	0,27	7,41%
F Obstructie	10	1	3	2	3	1	3,00	1,25	0,39	13,15%

1 = Niet belangrijk, 5 = Zeer belangrijk

Bijlage B: Enquête importanties

Resultaten 1e enquête: Belangrijkheid met kennis van terminologie - vergelijking arbeiders / studenten

Uitvoering t-toets

$$H_0: \mu_{\text{studenten}} = \mu_{\text{arbeiders}}$$

$$H_1: \mu_{\text{studenten}} \neq \mu_{\text{arbeiders}}$$

$\alpha = \text{variabel}$

Gepoolde schatter van σ^2 , aangeduid met S_p^2

$$S_p^2 = \frac{(n_{\text{studenten}} - 1) * s_{\text{studenten}}^2 + (n_{\text{arbeiders}} - 1) * s_{\text{arbeiders}}^2}{n_{\text{studenten}} + n_{\text{arbeiders}} - 2}$$

Test:

$$T_0 = \frac{\mu_{\text{studenten}} - \mu_{\text{arbeiders}}}{S_p * \sqrt{(1/n_{\text{studenten}}) + (1/n_{\text{arbeiders}})}}$$

Indien T_0 groter is dan $t_{\alpha/2, 15}$ kan hypothese H_0 worden verworpen

Functionele bouwlagen

		Aantal studenten			Aantal arbeiders			S_p^2		T_0		Groter dan $t_{0,50;15} =$ +/- 0,691	Groter dan $t_{0,20;15} =$ +/- 1,341	Groter dan $t_{0,10;15} =$ +/- 1,753	Groter dan $t_{0,05;15} =$ +/- 2,131
		Aantal studenten	Gemiddelde studenten	Standaard deviatie studenten	Aantal arbeiders	Gemiddelde arbeiders	Standaard deviatie arbeiders								
1.1	Gevel	7	3,14	1,21	10	3,70	1,34	1,66	-0,88	ja	nee	nee	nee	nee	nee
1.2	Dak	7	2,00	1,29	10	3,10	1,20	1,53	-1,81	ja	ja	ja	nee	nee	nee
2.1	Trap	7	2,86	1,35	10	2,50	0,97	1,29	0,64	nee	nee	nee	nee	nee	nee
2.2	Lift	7	2,57	1,40	10	2,20	0,79	1,15	0,70	ja	nee	nee	nee	nee	nee
3.1	Opwekkingsstelsel	7	3,14	1,46	10	3,10	1,37	1,98	0,06	nee	nee	nee	nee	nee	nee
3.2	Afgifte systeem	7	3,14	1,35	10	2,30	1,25	1,66	1,33	ja	nee	nee	nee	nee	nee
3.3	(Ventilatie)kanalen	7	3,86	0,90	10	3,80	1,14	1,10	0,11	nee	nee	nee	nee	nee	nee
3.4	(Afvoer)leidingen	7	3,86	1,46	10	2,60	1,17	1,68	1,97	ja	ja	ja	ja	nee	nee
4.1	Afwerking	7	3,57	0,98	10	2,10	1,10	1,11	2,84	ja	ja	ja	ja	ja	ja
4.2	Niet dragende wanden	7	3,29	1,80	10	2,50	1,35	2,40	1,03	ja	nee	nee	nee	nee	nee
5	Ruimtegebruik	7	4,86	0,38	10	4,60	0,97	0,62	0,66	nee	nee	nee	nee	nee	nee

Indicatoren

		Aantal studenten			Aantal arbeiders			S_p^2		T_0		Groter dan $t_{0,50;15} =$ +/- 0,691	Groter dan $t_{0,20;15} =$ +/- 1,341	Groter dan $t_{0,10;15} =$ +/- 1,753	Groter dan $t_{0,05;15} =$ +/- 2,131
		Aantal studenten	Gemiddelde studenten	Standaard deviatie studenten	Aantal arbeiders	Gemiddelde arbeiders	Standaard deviatie arbeiders								
A	Integratie	7	4,29	1,11	10	4,00	1,41	1,70	0,45	nee	nee	nee	nee	nee	nee
B	Koppeling	7	3,86	1,21	10	3,80	1,23	1,50	0,09	nee	nee	nee	nee	nee	nee
C	Toegankelijkheid	7	3,57	1,51	9	3,78	1,09	1,66	-0,32	nee	nee	nee	nee	nee	nee
D	Draagcapaciteit	7	4,43	0,79	10	4,00	0,82	0,65	1,08	ja	nee	nee	nee	nee	nee
E	Maat	7	4,29	0,49	10	3,60	0,84	0,52	1,93	ja	ja	ja	ja	nee	nee
F	Obstructie	7	3,71	0,76	10	3,00	1,25	1,16	1,34	ja	ja	nee	nee	nee	nee

Bijlage B: Enquête importanties

Importantie per configuratie

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties			4. Encenering		5. Ruimte	Totalen per indicator
	1.1 Gevel		2.1 Trappen		Opwekking en afgifte			4.1 Afwerking			
	1.1.1 Dak	1.1.2 Dak	2.1.1 Trappen	2.1.2 Liften	3.1 Opwekkingsysteem	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (A)overleidingen	4.2 Niet dragende scheidende elementen	5 Ruimtegebruik	
A. Integratie	5,5	0,0	1,0	1,0	3,0	2,0	9,5	4,5	2,0	1,5	30,0
B. Koppeling	15,5	0,0	1,0	0,0	2,0	4,0	7,0	5,0	5,0	1,5	48,5
C. Toegankelijkheid	2,0	1,0	6,0	5,0	2,0	1,0	4,5	5,5	0,0	0,0	27,0
D. Draagcapaciteit	3,0	5,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	24,0
E. Maat	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	15,0	26,0
F. Obstructie	1,5	1,5	0,0	3,5	0,0	0,0	4,5	1,0	0,0	9,0	21,0
Totalen per functionele bouwlaag	27,5	7,5	10,0	11,5	8,0	8,0	27,5	17,0	9,0	37,0	13,5

Bijlage B: Enquête importanties

Importantie per
configuratie -
studenten

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties			4. Encenering		5. Ruimte	Totalen per indicator	
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften	Distributie			4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen			5 Ruimtegebruik
A. Integratie	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,5	2,5	1,0	0,0	0,0	10,0
B. Koppeling	5,5	0,0	1,0	0,0	1,0	2,0	3,5	2,5	0,0	2,5	1,5	19,5
C. Toegankelijkheid	0,0	0,0	4,0	3,0	1,0	0,0	1,0	3,5	0,0	0,0	0,0	12,5
D. Draagcapaciteit	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,5	10,5
E. Maat	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	7,5	12,5
F. Obstructie	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,5	7,5
Totalen per functionele bouwlaag	8,5	1,5	6,0	6,5	4,0	2,0	9,0	9,5	2,0	6,5	17,0	

Bijlage B: Enquête importanties

Importantie per configuratie - arbeiders

	1. Gebouwschil		2. Ontsluiting		3. Installaties			4. Encenering		5. Ruimte	Totalen per indicator	
	Opwekking en afgifte		Distributie		3.1 Opwekkingsysteem	3.2 Afgiftesysteem	3.3 (Ventilatie)kanalen	3.4 (A)overleidingen	4.1 Afwerking	4.2 Niet dragende scheidende elementen		5 Ruimtegebruik
	1.1 Gevel	1.2 Dak	2.1 Trappen	2.2 Liften								
A. Integratie	3,5	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	7,0	2,0	1,0	0,0	1,5	20,0
B. Koppeling	10,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	3,5	2,5	5,0	5,0	0,0	29,0
C. Toegankelijkheid	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	3,5	2,0	0,0	0,0	0,0	14,5
D. Draagcapaciteit	2,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,5	13,5
E. Maat	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	7,5	13,5
F. Obstructie	1,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	3,5	1,0	0,0	0,0	5,5	13,5
Totalen per functionele bouwlaag	19,0	6,0	4,0	5,0	4,0	6,0	18,5	7,5	7,0	7,0	20,0	



Bijlage C: Enquête test-cases

Enquête Constructieve Flexibiliteit: Gebouwen

Ten eerste dank voor uw deelname aan de tweede en laatste enquête van mijn afstuderen. Dit zal ongeveer 30 minuten in beslag nemen. De enquête die voor u ligt is onderdeel van mijn afstudeeronderzoek aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit in Eindhoven. In dit onderzoek probeer ik de constructieve flexibiliteit in kaart te brengen. Dit is **de capaciteit van een constructie om wijzigingen van andere elementen van een gebouw** (zoals installaties en de gevel) **mogelijk te maken, zonder daarbij zelf te wijzigen**. Deze definitie wordt onderaan alle pagina's getoond. Alle gebouwelementen hebben een andere technische levensduur die bovendien korter is dan de technische levensduur van de constructie en het gebouw zelf. Om een gebouw zijn technische levensduur te laten halen is het dus van belang dat de constructie flexibiliteit biedt aan de andere lagen.

In deze tweede enquête probeer ik van een aantal gebouwen de constructieve flexibiliteit vast te leggen. Vervolgens wil ik deze resultaten vergelijken met de resultaten van de vorige enquête waarin de importantie van verschillende aspecten centraal stond en de uitkomst van het invoeren van het model.

In de komende vragen worden 3 gebouwen beschouwd, welke zijn aangeleverd door DHV en de gemeente Eindhoven. Zou u aan de hand van de bijgevoegde informatie de volgende vragen kunnen beantwoorden over de constructieve flexibiliteit van deze gebouwen.

Bijlage C: Enquête test-cases

Gebouw 1:

Multifunk complex op het steigereiland van IJburg (zie bijlage voor achtergrond informatie)

Gebouwlagen:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de gebouwschil (gevel)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de (verticale) ontsluiting (trappen / liften)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de dienende elementen (installaties, distributienetwerk)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de enscenering (afwerking en niet dragende wanden)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van het ruimtegebruik?

Kunt u dit kort toelichten?

Algemeen:

Aan de hand van de gegeven informatie: hoe constructief flexibel schat u dit gebouw in? Geef een score tussen 1 en 10, waarbij 10 het meest positief is.

Welke van de bovenstaande groepen is bij uw oordeel het meest bepalend geweest?

Helemaal niet flexibel					Zeer flexibel					Weet niet	
←					→						
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bijlage C: Enquête test-cases

Specifieke configuraties:

Specifiek:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de koppeling van de gevel aan de constructie?

Helemaal niet flexibel						Weet niet
←-----→						
						Zeer flexibel
1	2	3	4	5	?	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de functiedeling en verweving van de distributienetwerken met de constructie?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de draagcapaciteit ten behoeve van het ruimtegebruik?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de afmetingen tussen de constructieve elementen ten behoeve van het ruimtegebruik (hoogte, beukmaten)

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de obstructie veroorzaakt door de constructie ten behoeve van het doorvoeren van ruimten (kunnen doorgangen in de constructie gemaakt worden of zijn deze al aanwezig)?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bijlage C: Enquête test-cases

Gebouw 2:

Kortonjo de Weerde: Residentie Genep (zie bijlage voor achtergrond informatie)

Gebouwlagen:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de gebouwschil (gevel)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de (verticale) ontsluiting (trappen / liften)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de dienende elementen (installaties, distributienetwerk)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de enscenering (afwerking en niet dragende wanden)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van het ruimtegebruik?

Kunt u dit kort toelichten?

Algemeen:

Aan de hand van de gegeven informatie: hoe constructief flexibel schat u dit gebouw in? Geef een score tussen 1 en 10, waarbij 10 het meest positief is.

Welke van de bovenstaande groepen is bij uw oordeel het meest bepalend geweest?

Helemaal niet flexibel					Zeer flexibel					Weet niet	
←					→						
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5	?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bijlage C: Enquête test-cases

Specifieke configuraties:

Specifiek:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de koppeling van de gevel aan de constructie?

Helemaal niet flexibel						Weet niet
←-----→						
						Zeer flexibel
1	2	3	4	5	?	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de functiedeling en verweving van de distributienetwerken met de constructie?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de draagcapaciteit ten behoeve van het ruimtegebruik?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de afmetingen tussen de constructieve elementen ten behoeve van het ruimtegebruik (hoogte, beukmaten)

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de obstructie veroorzaakt door de constructie ten behoeve van het doorvoeren van ruimten (kunnen doorgangen in de constructie gemaakt worden of zijn deze al aanwezig)?

1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bijlage C: Enquête test-cases

Gebouw 3:

Voormalig hoofdkantoor Nissan Europa (zie bijlage voor achtergrond informatie)

Gebouwlagen:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de gebouwschil (gevel)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de (verticale) ontsluiting (trappen / liften)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de dienende elementen (installaties, distributienetwerk)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de enscenering (afwerking en niet dragende wanden)?

Kunt u dit kort toelichten?

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van het ruimtegebruik?

Kunt u dit kort toelichten?

Algemeen:

Aan de hand van de gegeven informatie: hoe constructief flexibel schat u dit gebouw in? Geef een score tussen 1 en 10, waarbij 10 het meest positief is.

Welke van de bovenstaande groepen is bij uw oordeel het meest bepalend geweest?

	Helemaal niet flexibel						Zeer flexibel		Weet niet
	←		↔		→				
	1	2	3	4	5			?	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
	<hr/>								
	1	2	3	4	5			?	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
	<hr/>								
	1	2	3	4	5			?	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
	<hr/>								
	1	2	3	4	5			?	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	

Bijlage C: Enquête test-cases

Specifieke configuraties:

Specifiek:

Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de koppeling van de gevel aan de constructie?

	Helemaal niet flexibel ↔ Zeer flexibel					Weet niet
	1	2	3	4	5	?
Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de koppeling van de gevel aan de constructie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de functiedeling en verweving van de distributienetwerken met de constructie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de draagcapaciteit ten behoeve van het ruimtegebruik?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de afmetingen tussen de constructieve elementen ten behoeve van het ruimtegebruik (hoogte, beukmaten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoe flexibel schat u dit gebouw in ten aanzien van de obstructie veroorzaakt door de constructie ten behoeve van het doorvoeren van ruimten (kunnen doorgangen in de constructie gemaakt worden of zijn deze al aanwezig)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dank voor uw deelname aan deze 2^e enquête van mijn afstuderen.

Ik zal u spoedig informeren over het resultaat van mijn onderzoek. U kunt op de onderstaande link klikken om de enquête op te slaan en te verzenden. Dit kan naar e.f.koopman@student.tue.nl

Esger Koopman

Verzenden naar e.f.koopman@student.tue.nl

Bijlage C: Enquête test-cases

Testcase 1:

Multifunk, IJburg

Multifunk is in 2006 opgeleverd op het steigerreiland, IJburg. Dit project waarvan ANA architecten de architect was omvat een lang corridorgebouw van vijf lagen hoog met haaks daarop twee portiergebouwen die overgaan op eengezinswoningen. Het complex heeft deels een woonfunctie en deels een werkfunctie. Het hoofdgebouw van het complex is multifunctioneel. Het flexibel gebruik is geconcentreerd op de 3e en 4e laag. In dit multifunctionele deel kun je wonen, werken, schilderen, workshops organiseren, etc. De ruimte is niet alleen flexibel bij oplevering, maar blijft ook flexibel. Woonruimte mag later werkruimte worden; van je atelier kun je in de toekomst alsnog je woning maken of omgekeerd. In deze testcase wordt de 4e verdieping van het corridorgebouw beschouwd.

Algemene informatie over de constructie / informatie die niet op tekening beschikbaar is:

De gestorte kernen verzorgen de stabiliteit van het hoofdgebouw. Daarnaast zijn er rond de middenbeuk enkele dragende prefab wanden geplaatst. Ook in de gevel bevinden zich dragende penanten. De vloeren zijn breedplaatvloeren met een druklaag van beton. Hierin zijn diverse sparringen aangebracht ten behoeve van de lichtinval, maar ook voor toekomstige plaatsen trappen. Deze zijn dichtgelegd met een balkenrooster. De niet dragende wanden zijn metalstudwanden.

De grote distributie-elementen zijn geconcentreerd in de middenbeuk boven het verlaagd plafond. De kleinere distributie is wel verwerkt in de breedplaatvloeren.

Belastingen aangehouden op de 4e verdiepingvloer:

e.g. betonvloer d=230 mm	= 5,50 kN/m ²
e.g. afwerklaag d = 100 mm	= 1,50 kN/m ²
Separatie wanden	= 1,50 kN/m ²
Plafond en leidingen	= 0,25 kN/m ²
Opmermant	= 8,75 kN/m ²

Belastingen aangehouden op het dak:

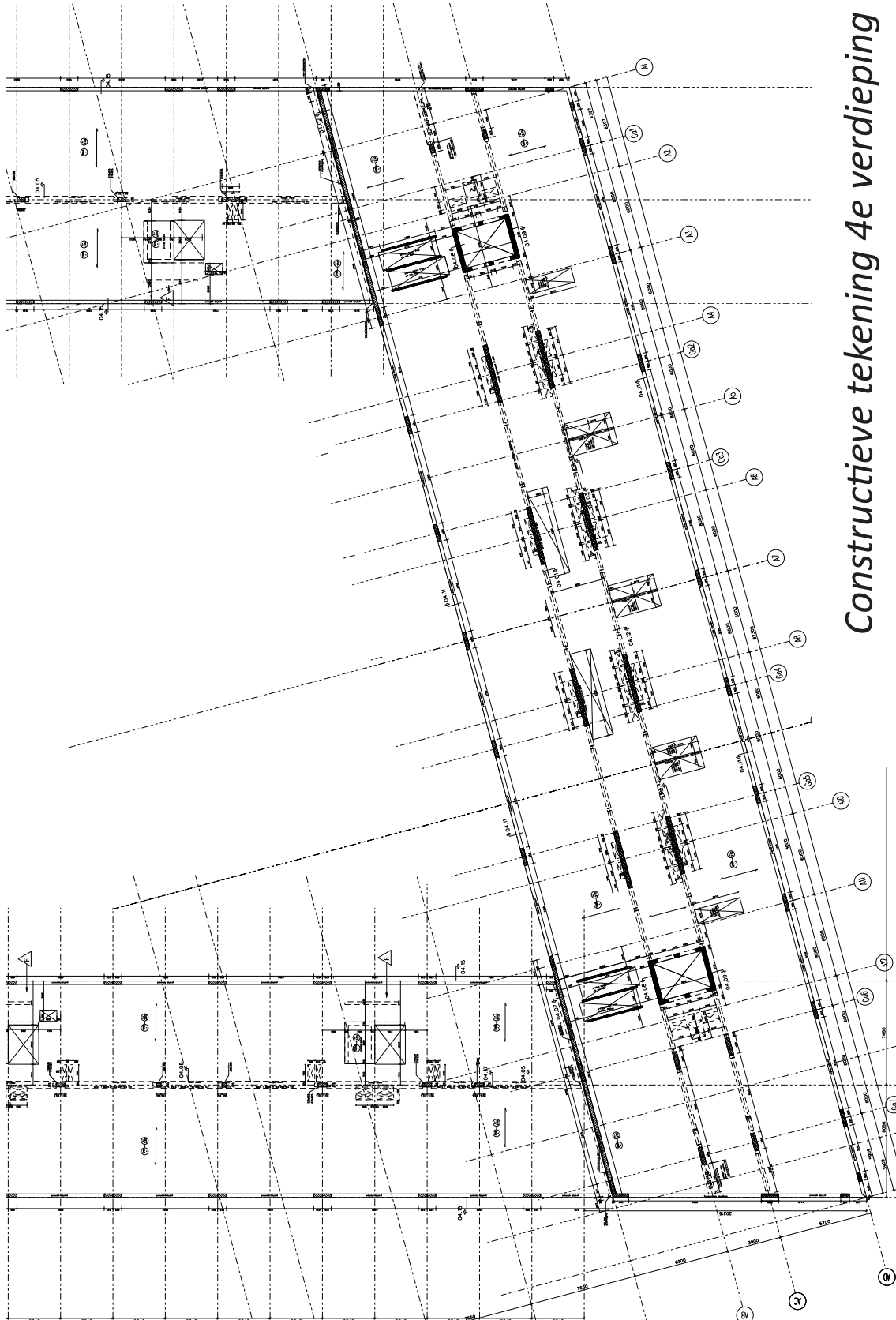
e.g. betonvloer d=230 mm	= 5,50 kN/m ²
Grind	= 1,00 kN/m ²
Afsluit	= 2,00 kN/m ²
Bedekking en isolatie	= 0,15 kN/m ²
Plafond en leidingen	= 0,25 kN/m ²
Opmermant	= 8,90 kN/m ²

Veranderlijke belasting:

Multigedeelte	= 2,50 kN/m ² ($\psi = 0,50$)
Dak	= 2,00 kN/m ² ($\psi = 0,00$)

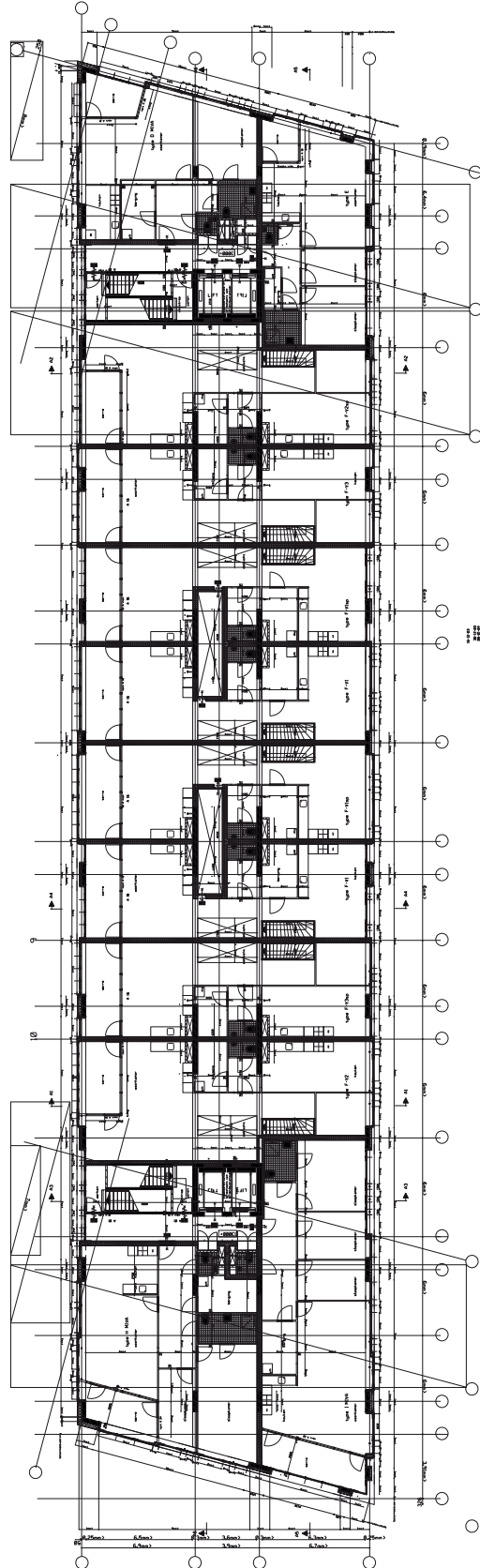


Bijlage C: Enquête test-cases



Constructieve tekening 4e verdieping

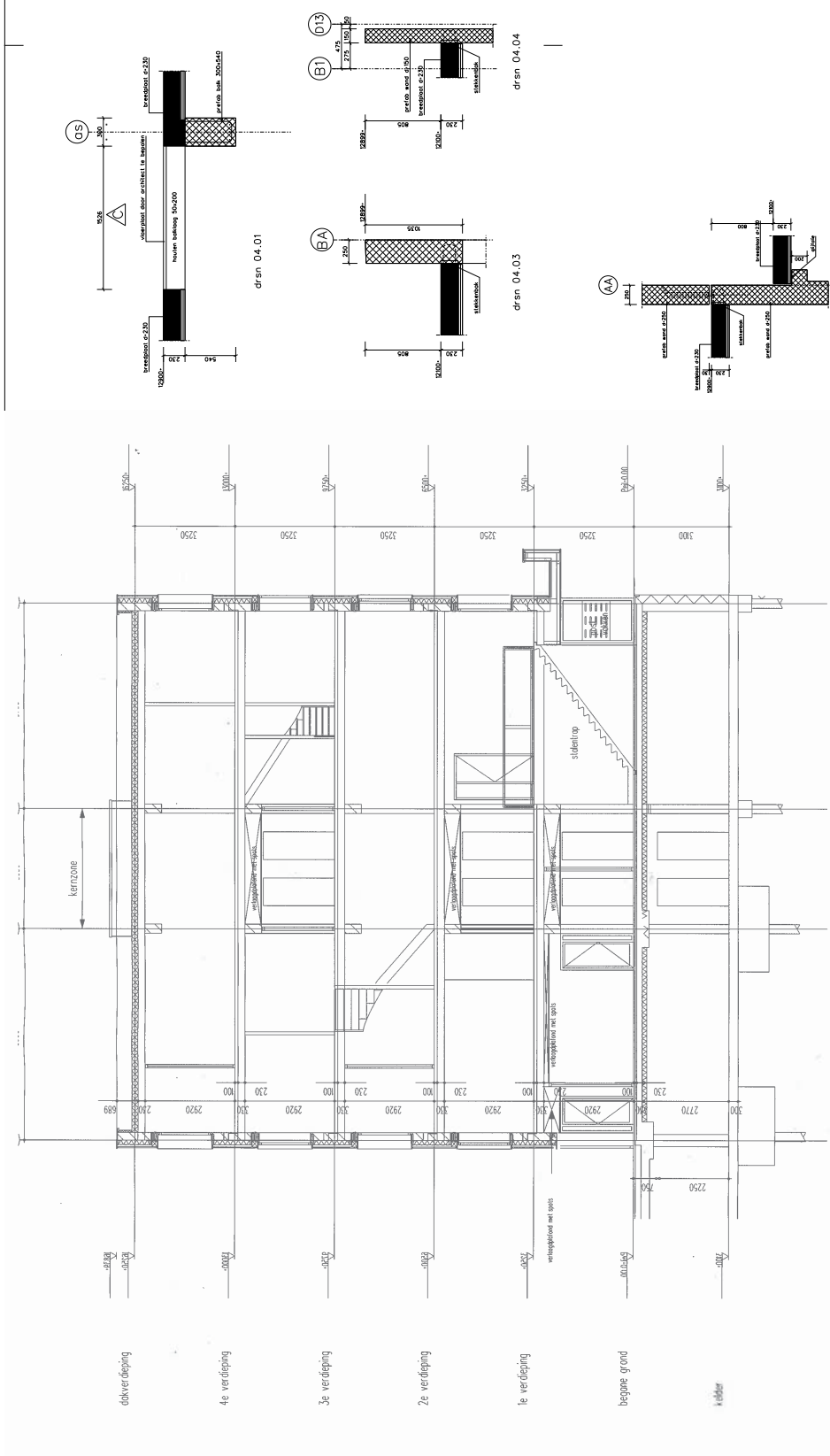
Bijlage C: Enquête test-cases



Bouwkundige tekening 4e verdieping

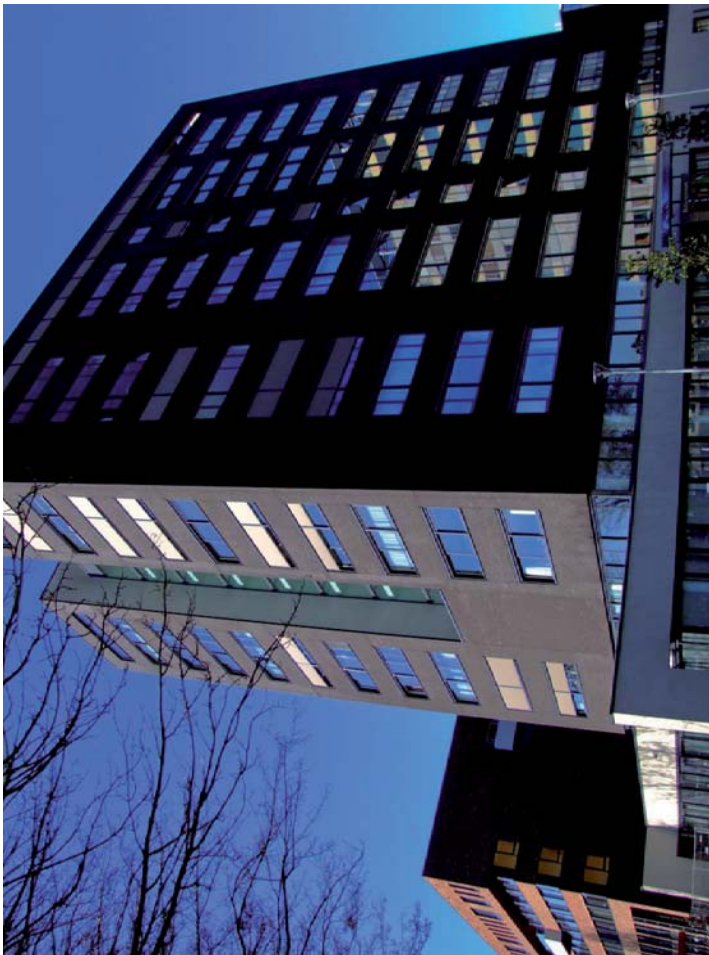
Bijlage C: Enquête test-cases

Doorsnede + diverse constructieve details



Testcase 2:

Kortonjo de Weerde: Residentie Gennepe



Residentie Gennepe is onderdeel van het zorgcomplex Kortonjo de Weerde in Eindhoven welke geëxploiteerd wordt door Vitalis WoonZorg Groep. De toren is opgeleverd in 2004 samen met het Zwevend Lint door de architectengroep Magis en Van den Berg. De toren huisvest op het moment 40 appartementen, waaronder 2 penthouses. Ook het bestuurscentrum van de Vitalis Zorg Groep is hier gevestigd. Onder de toren bevind zich een parkeergarage. Voor deze case wordt de 4e verdieping van Residentie Gennepe geanalyseerd.

Algemene informatie over de constructie / informatie die niet op tekening beschikbaar is:

Het constructief systeem is een in situ gestort casco van gewapend beton. De gevels en enkele binnenwanden zijn dragend. Stabiliteit wordt verkregen middels een betonnen kern, wanden en schijfwerving in de vloeren. De vloeren zijn breedplaatvloeren met een druklaag van beton.

De niet dragende wanden zijn van kalkzandsteen gemaakt.

Voor de luchtbehandeling is gekozen voor mechanische ventilatie. Het distributienet is ingestort in het vloersysteem. Ook de afvoerleidingen zijn ingestort in het vloersysteem.

Belastingen aangehouden op de 4e verdiepingvloer:

e.g. betonvloer $d=280\text{ mm}$ = $6,72\text{ kN/m}^2$
 e.g. afwerklaag $d=60\text{ mm}$ = $1,20\text{ kN/m}^2$
 Separatie wanden = $0,80\text{ kN/m}^2$
 Qpermanent = $8,72\text{ kN/m}^2$

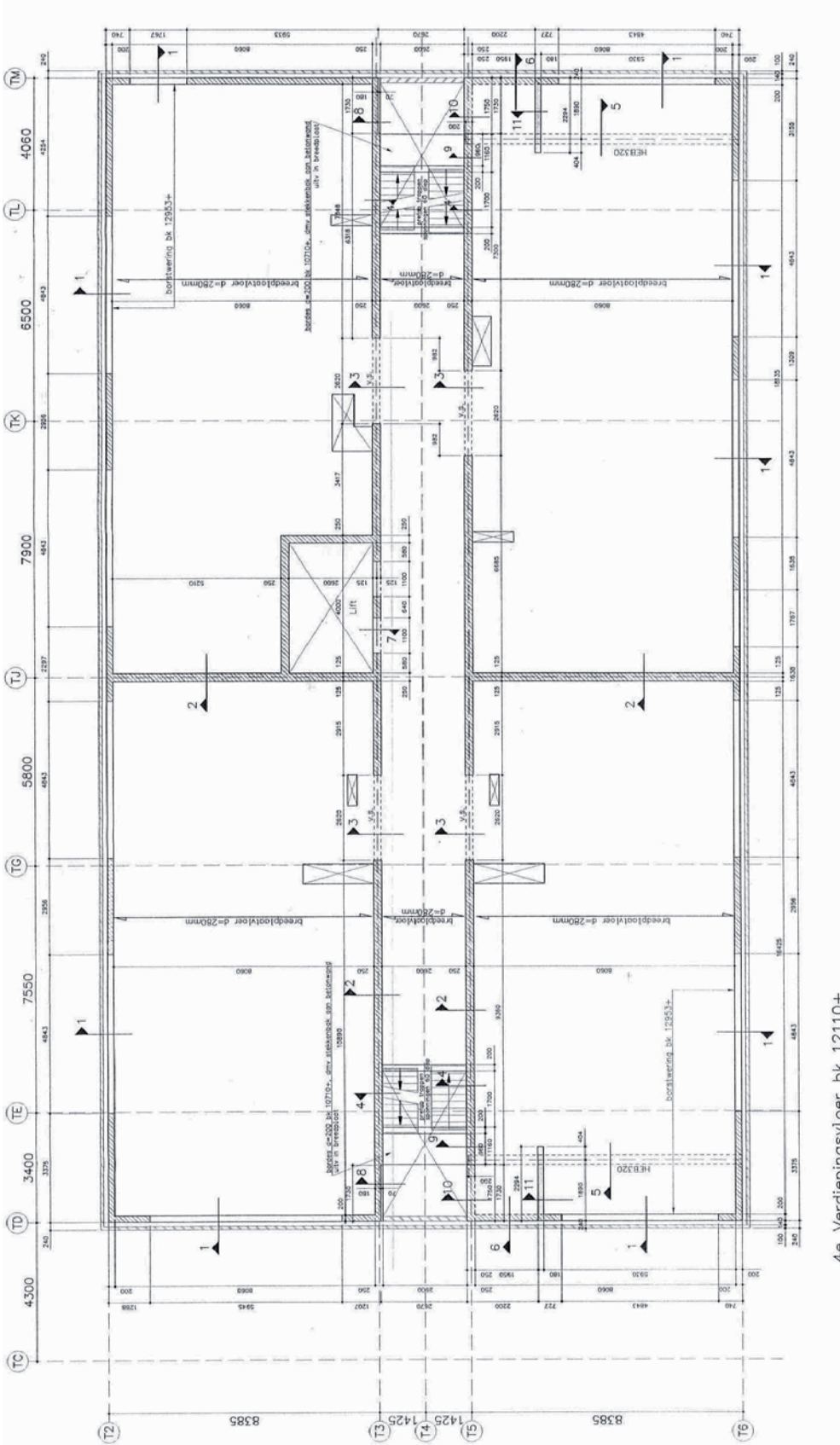
Veranderlijke belasting:

Appartement = $1,75\text{ kN/m}^2$ ($\psi = 0,40$)
 Gang = $2,00\text{ kN/m}^2$ ($\psi = 0,25$)
 Trappenhuis = $3,00\text{ kN/m}^2$ ($\psi = 0,25$)
 Balkons = $2,50\text{ kN/m}^2$ ($\psi = 0,50$)

De vloeren hebben een dikte van 280 mm. De volgende benuttingsgraden kunnen bepaald worden voor een standaard breedplaat element:

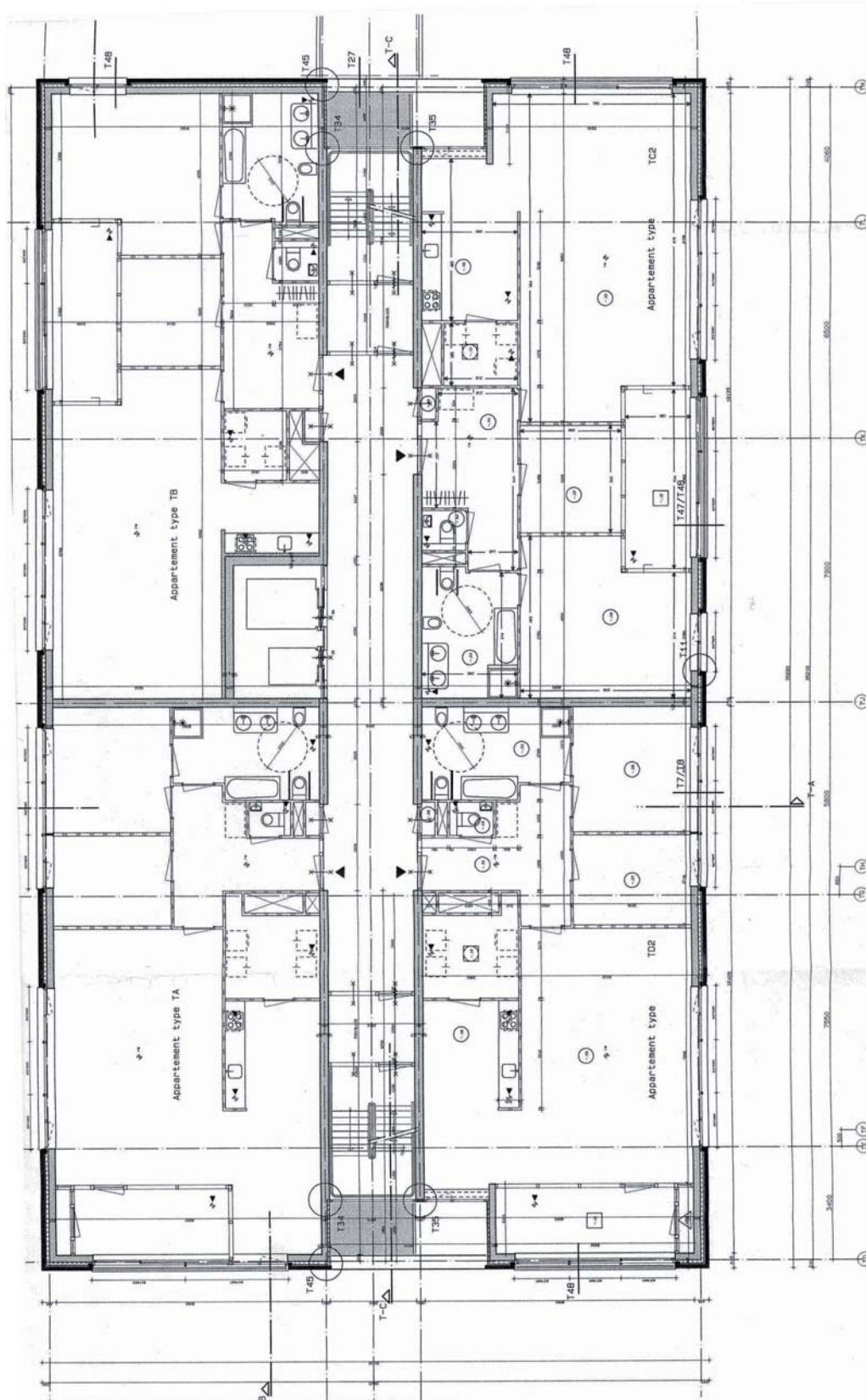
Steunpuntmoment: 70%
 Veldmoment: 89%
 Doorbuiging: 27%

Bijlage C: Enquête test-cases



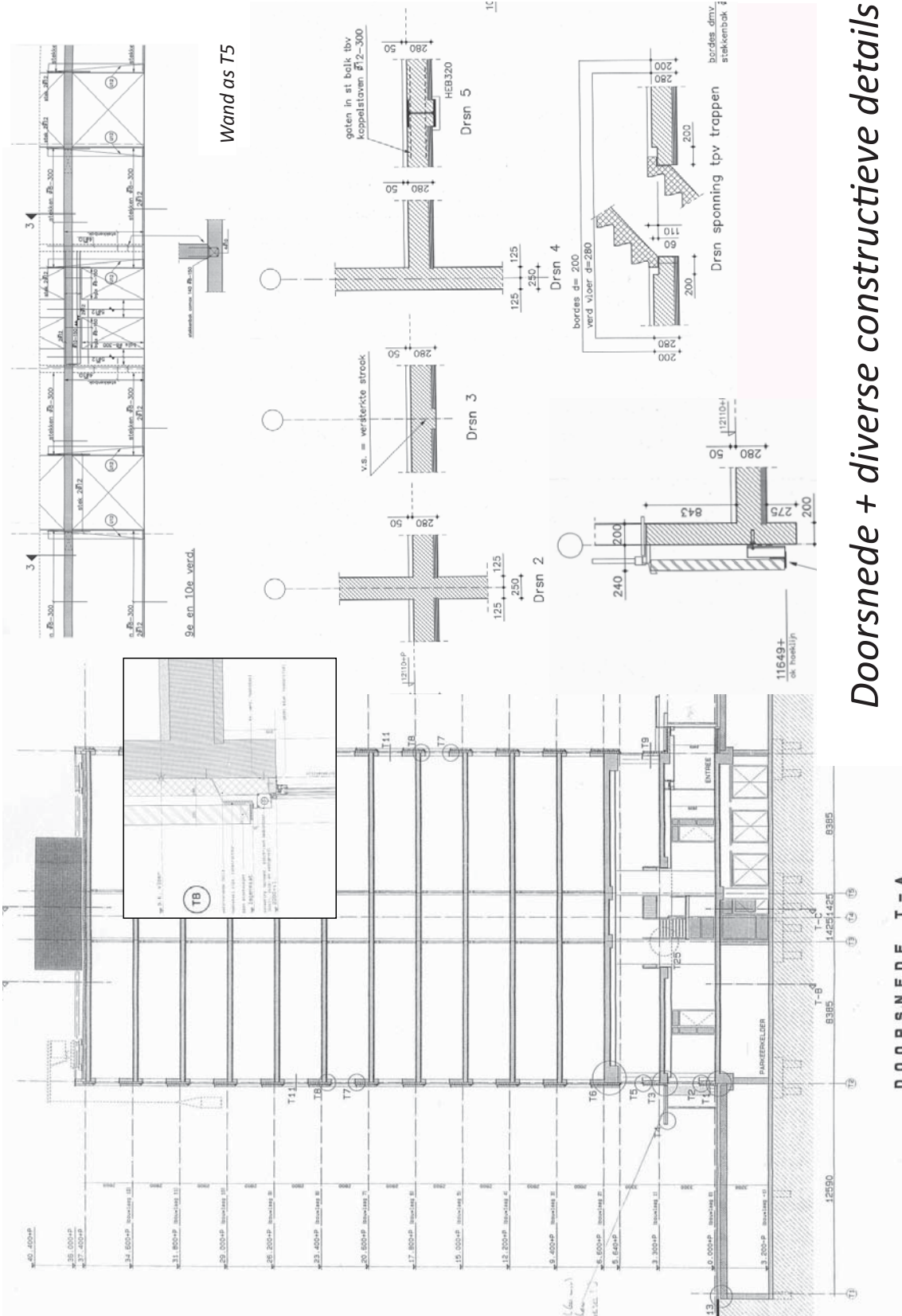
Constructieve tekening 4e verdieping

Bijlage C: Enquête test-cases



Bouwkundige tekening 4e verdieping

Bijlage C: Enquête test-cases



Doorsnede + diverse constructieve details

Bijlage C: Enquête test-cases

Testcase 3:

Voormalig hoofdgebouw Nissan Europa

Het voormalig hoofdkantoor van Nissan Europa, waar op het heden Mex is gevestigd is, is een ontwerp van het architectenbureau ZZDP. In het voorjaar van 1991 werd dit gebouw van 9 verdiepingen met een oppervlakte van 15 bij 80 meter opgeleverd. Voor deze case wordt de 5e verdieping van het hoofdgebouw geanalyseerd.

Algemene informatie over de constructie / informatie die niet op tekening beschikbaar is:

Het constructief systeem is een opgeschoord raamwerk van stalen kolommen HD 400.400.509 en raatliggers in de dwarsrichting en vakwerkliggers in de langsrichting (portaalwerking). De vloeren zijn kanaalplaatvloeren van 200 mm dik zonder druklaag welke op de onderflens van de raatliggers zijn geplaatst.

In de eindvelden in het midden is in de vloer een windverband aangebracht. Op de kanaalplaten is een computervloer aangebracht. Er zijn enkel rond de trappen en liften niet dragende binnenwanden geplaatst (drooggemonteerde systeemwanden).

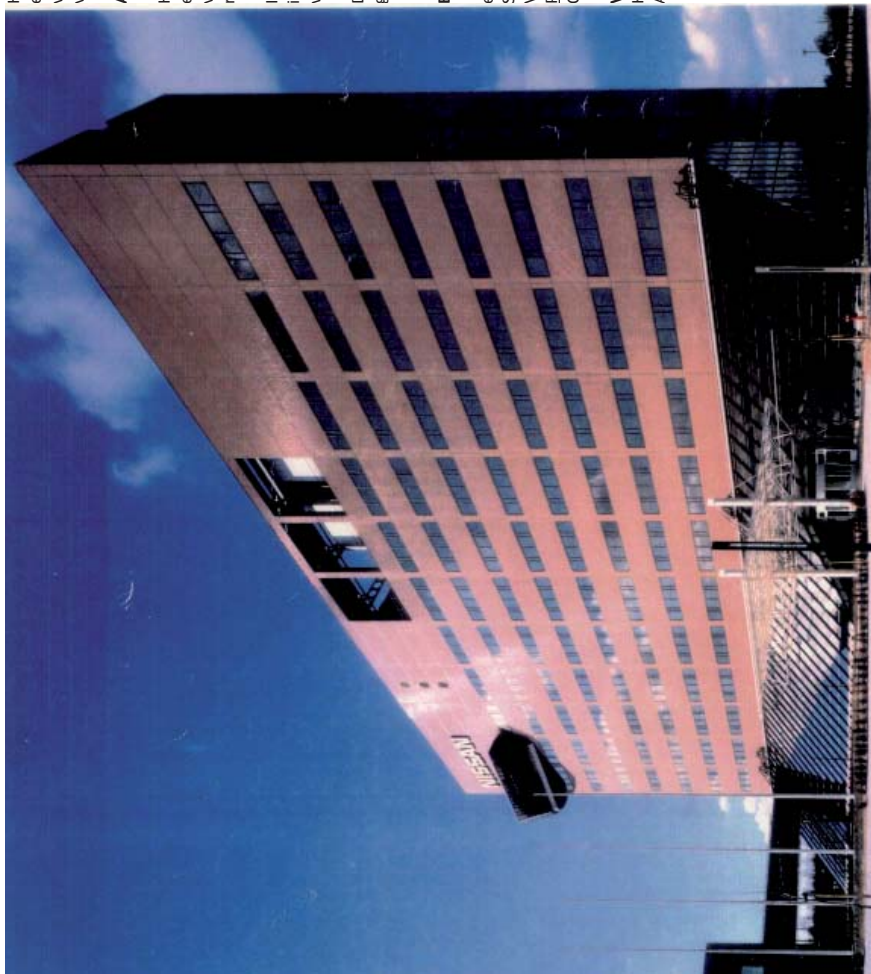
De mogelijkheid is ingebouwd dat de trappenhuizen en de liftschacht op een andere lokatie geplaatst kunnen worden.

Belastingen aangehouden op de 5e verdieping/vloer:

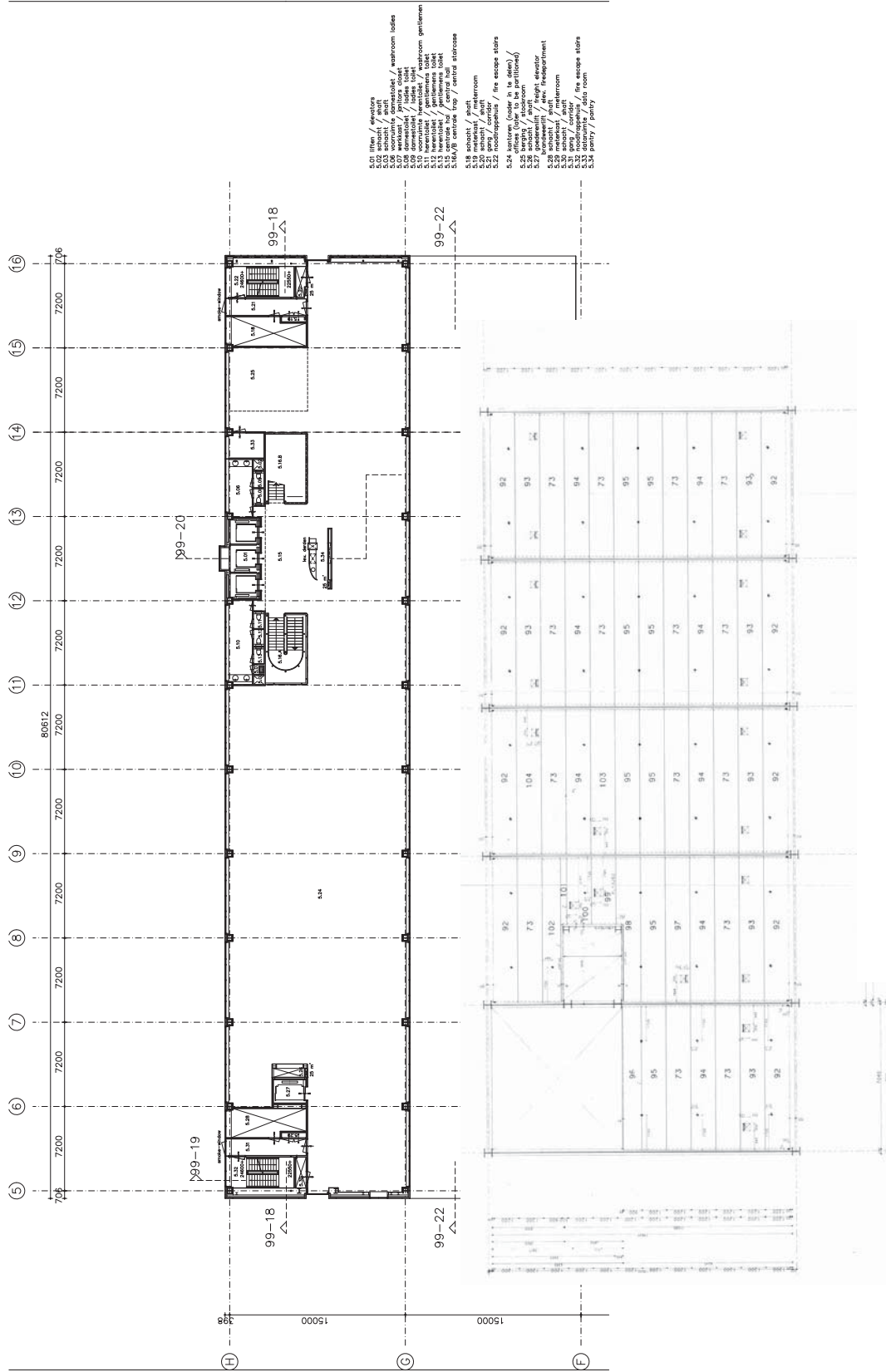
e.g. betonvloer d=200 mm	= 4,80 kN/m ²
Separatie wanden	= 0,50 kN/m ²
Verhoogde vloer	= 1,05 kN/m ²
Plafond en leidingen	= 0,20 kN/m ²
Opmermant	= 6,55 kN/m ²

Veranderlijke belasting:

Kantoorvloer	= 2,50 kN/m ² ($\psi = 0,50$)
Archiefgedeelte (7,2 * 7,5 m ²)	= 10,00 kN/m ² ($\psi = 0,0$)

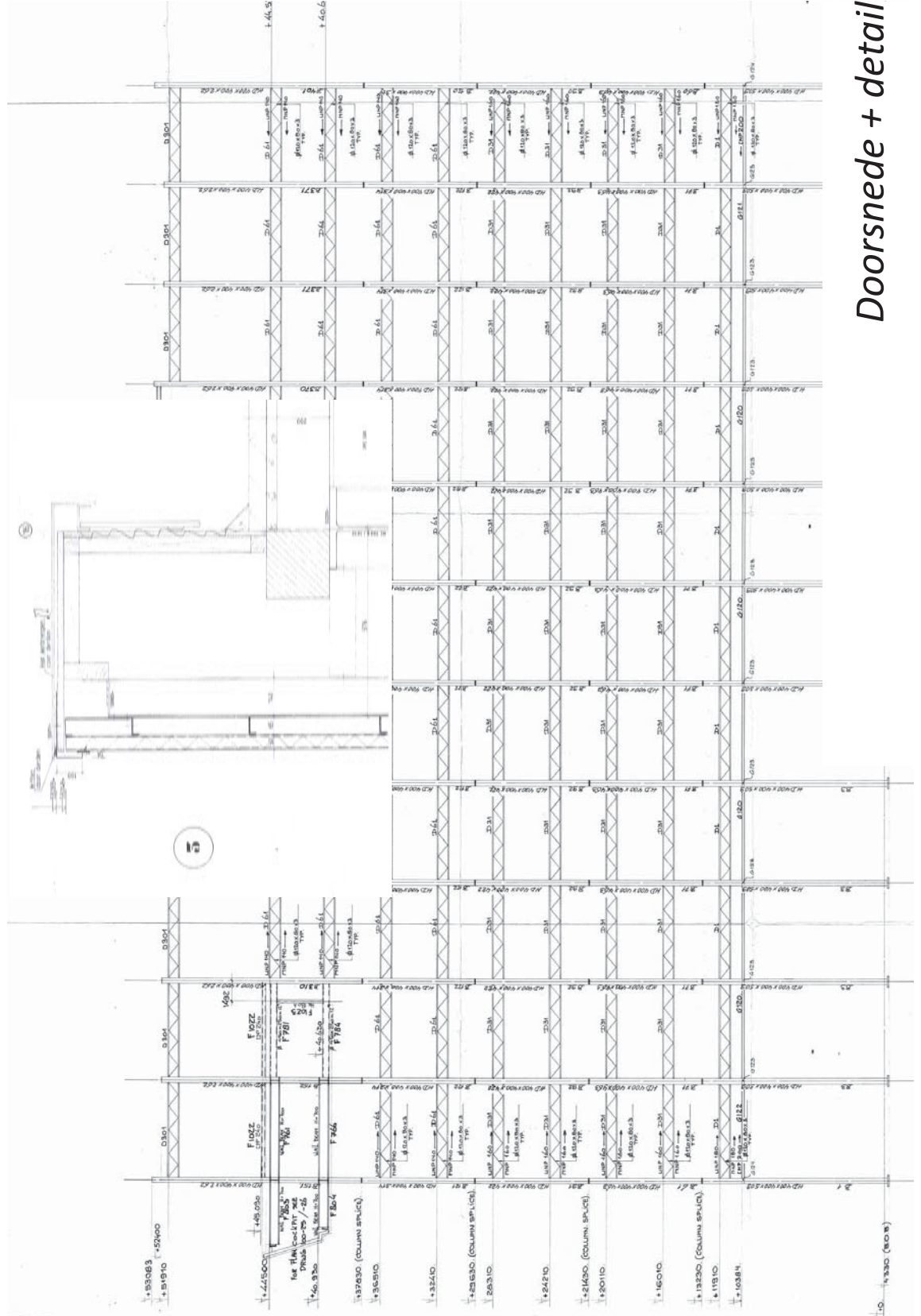


Bijlage C: Enquête test-cases



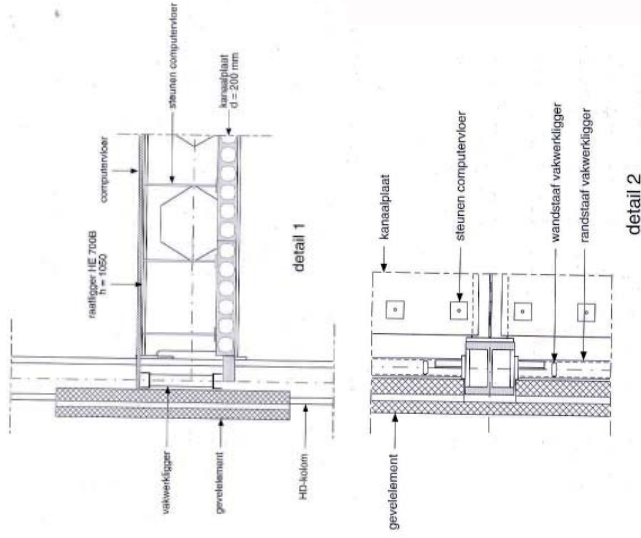
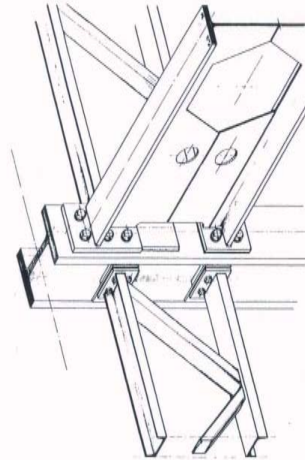
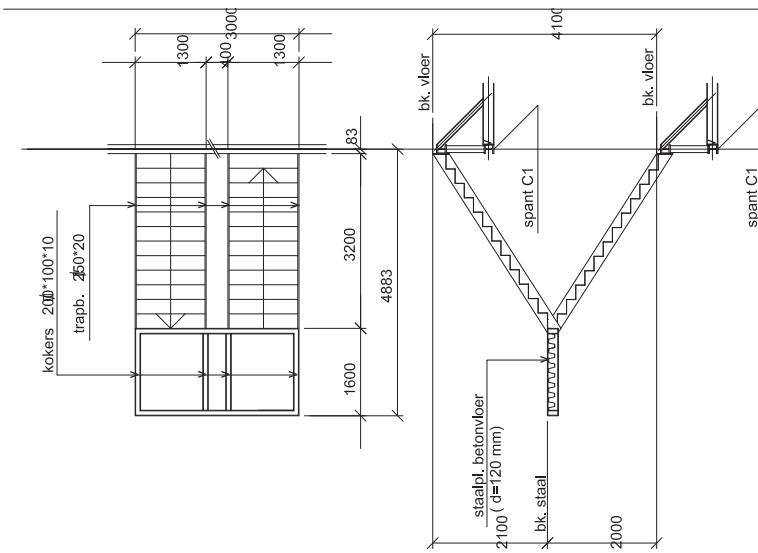
Constructieve en bouwkundige plattegrond verdieping

Bijlage C: Enquête test-cases

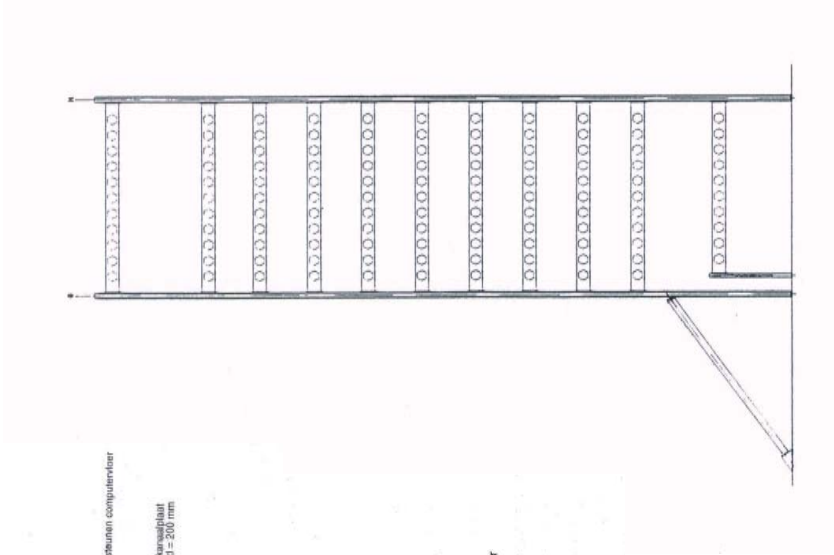


Doorsnede + detail

Bijlage C: Enquête test-cases



15.3. Principedetails.



Doorsnede + diverse constructieve details

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: MultiFunk

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1 Gebouwschil	13	0	7	2	4	0	2,77	0,93	0,26	9,28%
2 Ontsluiting	13	1	2	2	7	1	3,38	1,12	0,31	9,19%
3 Dienende elementen	12	0	0	9	3	0	3,25	0,45	0,13	4,02%
4 Enscenering	13	0	0	1	7	5	4,31	0,63	0,17	4,06%
5 Ruimte	13	0	0	2	9	2	4,00	0,58	0,16	4,00%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Totaal score

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Totaal	13	0	0	0	0	0	7,31	0,75	0,21	2,85%
		2	5	6	0	0				
		Aantal keer 6	Aantal keer 7	Aantal keer 8	Aantal keer 9	Aantal keer 10				

1 = Zeer inflexibel, 10 = Zeer flexibel

Belangrijkste configuratie

	Aantal Totaal
Gebouwschil	0
Ontsluiting	2
Dienende elementen	2
Enscenering	0
Ruimte	6

Zwaartepunten

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Gevel Koppeling	12	0	0	2	8	2	4,00	0,60	0,17	4,35%
Dienende f Integratie	13	0	0	4	8	1	3,77	0,60	0,17	4,41%
Ruimtegeb Draagcapaciteit	13	0	5	2	4	2	3,23	1,17	0,32	10,01%
Ruimtegeb Maat	12	1	5	1	4	1	2,92	1,24	0,36	12,27%
Ruimegebr Obstructie	13	0	2	5	5	1	3,38	0,87	0,24	7,13%
Totaal	63	1	12	14	29	7	3,46	0,98	0,12	3,57%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: Residentie Gennep

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1 Gebouwschil	13	4	8	0	1	0	1,85	0,80	0,22	12,03%
2 Ontsluiting	13	6	4	3	0	0	1,77	0,83	0,23	13,04%
3 Dienende elementen	13	4	5	4	0	0	2,00	0,82	0,23	11,32%
4 Enscenering	13	2	9	2	0	0	2,00	0,58	0,16	8,01%
5 Ruimte	13	4	6	2	1	0	2,00	0,91	0,25	12,66%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Totaal score

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Totaal	13	0	3	1	2	6	4,08	1,38	0,38	9,40%
		1	0	0	0	0				
		Aantal keer 6	Aantal keer 7	Aantal keer 8	Aantal keer 9	Aantal keer 10				

1 = Zeer inflexibel, 10 = Zeer flexibel

Belangrijkste configuratie

	Aantal Totaal
Gebouwschil	0
Ontsluiting	0
Dienende elementen	1
Enscenering	2
Ruimte	7

Zwaartepunten

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Gevel Koppeling	12	5	5	2	0	0	1,75	0,75	0,22	12,43%
Dienende f Integratie	13	0	7	6	0	0	2,46	0,52	0,14	5,85%
Ruimtegeb Draagcapaciteit	13	4	6	2	1	0	2,00	0,91	0,25	12,66%
Ruimtegeb Maat	13	6	4	2	1	0	1,85	0,99	0,27	14,83%
Ruimegebr Obstructie	13	3	8	1	1	0	2,00	0,82	0,23	11,32%
Totaal	64	18	30	13	3	0	2,02	0,83	0,10	5,12%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: Nissan

Functionele bouwlagen

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
1 Gebouwschil	13	0	0	1	5	7	4,46	0,66	0,18	4,10%
2 Ontsluiting	13	0	0	2	4	7	4,38	0,77	0,21	4,86%
3 Dienende elementen	13	0	0	0	5	8	4,62	0,51	0,14	3,04%
4 Enscenering	13	0	1	0	4	8	4,46	0,88	0,24	5,45%
5 Ruimte	13	0	0	0	6	7	4,54	0,52	0,14	3,17%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Totaal score

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Totaal	13	0	0	0	0	0	8,31	1,11	0,31	3,70%
		1	2	3	6	1				
		Aantal keer 6	Aantal keer 7	Aantal keer 8	Aantal keer 9	Aantal keer 10				

1 = Zeer inflexibel, 10 = Zeer flexibel

Belangrijkste configuratie

	Aantal Totaal
Gebouwschil	0
Ontsluiting	1
Dienende elementen	6
Enscenering	1
Ruimte	3

Zwaartepunten

	Aantal Totaal	Aantal keer 1	Aantal keer 2	Aantal keer 3	Aantal keer 4	Aantal keer 5	Gemiddelde	Standaard-deviatie	Standaardfout	Percentuele afwijking
Gevel Koppeling	12	0	1	2	4	5	4,08	1,00	0,29	7,04%
Dienende f Integratie	13	0	0	1	3	9	4,62	0,65	0,18	3,91%
Ruimtegeb Draagcapaciteit	13	0	0	1	5	7	4,46	0,66	0,18	4,10%
Ruimtegeb Maat	13	0	0	0	6	7	4,54	0,52	0,14	3,17%
Ruimegebr Obstructie	13	0	1	0	3	9	4,54	0,88	0,24	5,36%
Totaal	64	0	2	4	21	37	4,45	0,75	0,09	2,12%

1 = Zeer inflexibel, 5 = Zeer flexibel

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: vergelijking functionele bouwlagen via enquête en matrix

De resultaten van beider methoden zijn omgezet naar een schaal van 0 tot 10

MultiFunk

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
1	Gebouwschil	6,00	4,43	2,33	0,68	0,75	nee	ja	ja	ja
2	Ontsluiting	7,36	5,95	2,80	0,50	0,69	ja	ja	ja	ja
3	Dienende elementen	6,71	5,63	1,13	0,96	0,83	nee	ja	ja	ja
4	Enscenering	7,00	8,28	1,58	-0,81	0,21	nee	ja	ja	ja
5	Ruimte	7,31	7,50	1,45	-0,13	0,45	ja	ja	ja	ja

Residentie Gennepe

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
1	Gebouwschil	5,25	2,13	2,00	1,56	0,94	nee	nee	ja	ja
2	Ontsluiting	6,57	1,93	2,08	2,24	0,99	nee	nee	nee	ja
3	Dienende elementen	3,71	2,50	2,05	0,59	0,72	ja	ja	ja	ja
4	Enscenering	5,10	2,50	1,45	1,79	0,96	nee	nee	nee	ja
5	Ruimte	3,75	2,50	2,28	0,55	0,71	ja	ja	ja	ja

Nissan

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
1	Gebouwschil	7,00	8,65	1,65	-1,00	0,16	nee	ja	ja	ja
2	Ontsluiting	7,68	8,45	1,93	-0,40	0,34	ja	ja	ja	ja
3	Dienende elementen	8,10	9,05	1,28	-0,75	0,23	nee	ja	ja	ja
4	Enscenering	7,40	8,65	2,20	-0,57	0,28	ja	ja	ja	ja
5	Ruimte	8,50	8,85	1,30	-0,27	0,40	ja	ja	ja	ja

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: vergelijking zwaartepunten via enquête en matrix

De resultaten van beider methoden zijn omgezet naar een schaal van 0 tot 10

MultiFunk

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
Gevel	Koppeling	6,00	7,50	1,50	-1,00	0,16	nee	ja	ja	ja
Dienende elementen	Integratie	5,50	6,93	1,50	-0,95	0,17	nee	ja	ja	ja
Ruimteplan	Draagcapaciteit	7,00	5,58	2,93	0,49	0,69	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Maat	6,75	4,80	3,10	0,63	0,74	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Obstructie	7,75	5,95	2,18	0,83	0,80	nee	ja	ja	ja

Residentie Genneep

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
Gevel	Koppeling	4,00	1,88	1,88	1,13	0,87	nee	ja	ja	ja
Dienende elementen	Integratie	2,00	3,65	1,30	-1,27	0,10	nee	nee	ja	ja
Ruimteplan	Draagcapaciteit	1,00	2,50	2,28	-0,66	0,25	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Maat	5,50	2,13	2,48	1,36	0,91	nee	nee	ja	ja
Ruimteplan	Obstructie	4,25	2,50	2,05	0,85	0,81	nee	ja	ja	ja

Nissan

		Score via Matrix	Gemiddelde enquête	Standaard deviatie	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
Gevel	Koppeling	8,00	7,70	2,50	0,12	0,55	ja	ja	ja	ja
Dienende elementen	Integratie	10,00	9,05	1,63	0,58	0,72	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Draagcapaciteit	8,00	8,65	1,65	-0,39	0,35	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Maat	8,50	8,85	1,30	-0,27	0,39	ja	ja	ja	ja
Ruimteplan	Obstructie	8,75	8,85	2,20	-0,05	0,48	ja	ja	ja	ja

Bijlage C: Enquête test-cases

Resultaten 2e enquête: vergelijking methoden zwaartepunten met totaal score via enquête

De resultaten van beider methoden zijn omgezet naar een schaal van 0 tot 10

Scores 3 gebouwen

	Gemiddelde zwaartepunten via matrix	Gemiddelde zwaartepunten via enquête	Gemiddelde totaalscore enquête	Standaard deviatie totaalscore
MultiFunk	6,60	6,15	7,01	0,83
Residentie Gennep	3,35	2,53	3,42	1,54
Nissan	8,65	8,62	8,12	1,23

Vergelijking enquête totaalscore met zwaartepunten via de matrix

	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
MultiFunk	-0,49	0,31	ja	ja	ja	ja
Residentie Gennep	-0,04	0,48	ja	ja	ja	ja
Nissan	0,43	0,67	ja	ja	ja	ja

Vergelijking enquête totaalscore met zwaartepunten via de enquête

	Z-score	α (kans op een score kleiner dan de matrix-score)	Binnen 50%	Binnen 75%	Binnen 90%	Binnen 95%
MultiFunk	-1,03	0,15	nee	ja	ja	ja
Residentie Gennep	-0,58	0,28	ja	ja	ja	ja
Nissan	0,41	0,66	ja	ja	ja	ja



