



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Beregningsgang

bygningsintegreret energiforsyning

Jensen, Rasmus Lund; Nørgaard, Jesper; Daniels, Ole; Justesen, Rasmus Onsild

Publication date:
2011

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, R. L., Nørgaard, J., Daniels, O., & Justesen, R. O. (2011). *Beregningsgang: bygningsintegreret energiforsyning*. Department of Civil Engineering, Aalborg University. DCE Technical reports Nr. 71

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
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Beregningsgang

Bygningsintegreret energiforsyning

Rasmus L. Jensen
Jesper Nørgaard
Ole Daniels
Rasmus O. Justesen

Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Indeklima og Energi

DCE Technical Report No. 71

Beregningsgang

Bygningsintegreret energiforsyning

af

Rasmus L. Jensen
Jesper Nørgaard
Ole Daniels
Rasmus O. Justesen

August 2011

© Aalborg Universitet

Videnskabelige publikationer ved Institut for Byggeri og Anlæg

Technical Reports anvendes til endelig afrapportering af forskningsresultater og videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg på Aalborg Universitet. Serien giver mulighed for at fremlægge teori, forsøgsbeskrivelser og resultater i fuldstændig og uforkortet form, hvilket ofte ikke tillades i videnskabelige tidsskrifter.

Technical Memoranda udarbejdes til præliminær udgivelse af videnskabeligt arbejde udført af ansatte ved Institut for Byggeri og Anlæg, hvor det skønnes passende. Dokumenter af denne type kan være ufuldstændige, midlertidige versioner eller dele af et større arbejde. Dette skal holdes in mente, når publikationer i serien refereres.

Contract Reports benyttes til afrapportering af rekvireret videnskabeligt arbejde. Denne type publikationer rummer fortroligt materiale, som kun vil være tilgængeligt for rekvirenten og Institut for Byggeri og Anlæg. Derfor vil Contract Reports sædvanligvis ikke blive udgivet offentligt.

Lecture Notes indeholder undervisningsmateriale udarbejdet af undervisere ansat ved Institut for Byggeri og Anlæg. Dette kan være kursusnoter, lærebøger, opgavekompendier, forsøgsmanualer eller vejledninger til computerprogrammer udviklet ved Institut for Byggeri og Anlæg.

Theses er monografier eller artikelsamlinger publiceret til afrapportering af videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg som led i opnåelsen af en ph.d.- eller doktorgrad. Afhandlingerne er offentligt tilgængelige efter succesfuldt forsvar af den akademiske grad.

Latest News rummer nyheder om det videnskabelige arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg med henblik på at skabe dialog, information og kontakt om igangværende forskning. Dette inkluderer status af forskningsprojekter, udvikling i laboratorier, information om samarbejde og nyeste forskningsresultater.

Udgivet 2011 af
Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Sohngårdsholmsvej 57,
DK-9000 Aalborg, Danmark

Trykt i Aalborg på Aalborg Universitet

ISSN 1901-726X
DCE Technical Report No. 71

Forord

Bygninger har hidtil været betragtet som rene aftagere (konsumenter) af energi. Nye krav til bygningers energieffektivitet, forbedret VE-teknologi og højere energipriser betyder imidlertid, at bygninger i stigende omfang vil optræde som både konsumenter og producenter (prosumenter). Nye og gamle bygninger vil blive udrustet med solfangere, solceller, varmepumper og brændselsceller. Dertil kommer anlæg til genbrug af varme ved ventilation og anvendelse af varmt vand. I et bygningsperspektiv består opgaven i at vælge den rette forsyningsløsning ud fra ydelse, robusthed, økonomi og miljøhensyn. I et overordnet energiforsynings-perspektiv består opgaven i at integrere de nye aftagere og producenter af energi i energiforsyningssystemet på en måde, der både tjener den enkelte bygning og det overordnede energiforsyningssystem. I begge tilfælde er der behov for forskningsbaseret analyse. En sådan vil kunne sikre, at de store investeringer, der fremover skal foretages i nye og gamle bygninger, og som inddrager bygningsintegreret energiforsyning, anvendes optimalt.

Projektet tager hånd om denne problemstilling, hvor både lille og stor skala analyseres. Der er opsat tre hovedområder som projektet dækker over.

Projektets formål

1. At vurdere potentielle løsninger med hensyn til ydelse, miljø og økonomi
2. At vurdere de samme løsnings robusthed med hensyn til forsyningsikkerhed, reduktion af spidsbelastninger og interaktion med forsyningsnettet
3. At vurdere, om løsningerne kan bidrage til overholdelse af energirammen for bygninger nu og i fremtiden.

Fire samarbejdspartnere deltager i projektet, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, Teknologisk Institut og Risø DTU. Projektleder er Ole Michael Jensen, afdeling for Energi og Miljø ved Statens Byggeforskningsinstitut.

Projektet består af tre større dele. Den første del er en state-of-the-art undersøgelse af vedvarende energiproduktion: "Teknologier for bygningsintegreret energiforsyning" (Katic, 2007). Den anden del fokuserer på at bestemme det samlede års energiforbrug og CO₂ udslip fra boliger med udgangspunkt i typiske parcelhuse fra 60'erne, 70'erne og 80'erne. Disse huse renoveres og udstyres med vedvarende energiproduktion og det resulterende energiforbrug, CO₂ udslip og omkostninger til bedringer bestemmes. I alt fire rapporter beskriver denne del af projektet: Person- og forbrugsprofiler (Jensen et al., 2011a), Beskrivelse af casehuse (Jensen et al., 2011b), Beregningsgang (Jensen et al., 2011c) og Resultater (Jensen et al., 2011d).

Til sidst er bygningsintegreret energiforsyning blevet vurderet på national plan. En opskalering af de tidligere fundne resultater benyttes til en undersøgelse af, hvilken energitype som er fordelagtig i hvilke dele af landet og forsyningsikkerheden betragtes. Rapporten: Assessment of Building Integrated Energy Supply and Energy Saving Schemes on a National Level in Denmark (Münster et al., 2011).

Projektet er udbudt af EFP 2007, projekt 033033-0056.

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	1
2	BSIM MODELLER	2
2.1	GENERISKE HUSE	2
2.2	EKSEMPELHUSE	2
2.3	SYSTEMER TIL BSIM MODELLER	3
2.3.1	<i>Generiske huse</i>	4
2.3.2	<i>Renoveret parcelhus fra 1970erne (Prototypehus)</i>	5
2.3.3	<i>Passivhus</i>	6
3	PARAMETERVARIATION	7
3.1	GENERISKE HUSE	8
3.1.1	<i>Basis cases</i>	8
3.1.2	<i>Cases genereret i Simlab</i>	8
3.1.3	<i>Scenariecases</i>	8
3.2	PROTOTYPEHUSET	9
3.3	KOMFORTHUS.....	9
4	RESULTATSKABELONER	10
4.1	CASEARK.....	10
4.2	PERFORMANCEGRAFER	12
4.3	TOP 50	14
5	BEREGNINGSMODEL	15
6	FORBRUG	16
7	PRODUKTION	16
7.1	SOLFANGERMODEL	16
7.2	SOLCELLER	17
7.3	VARMEPUMPEMODEL	18
8	BEHOV	19
9	NØGLETAL	20
9.1	CO ₂	20
9.2	ENERGIRAMMEN	20
9.3	SOLFANGER/SOLCELLE	21
9.4	VE ÅRSDÆKNINGSGRADER.....	21
9.5	ØKONOMI.....	22
11	LITTERATURLISTE	23
	BILAG A – BEREGNINGSGANG MATLAB	24
	BILAG B - OPSKALERING	35
	BILAG C	37

1 Indledning

Denne rapport indeholder beskrivelser af de anvendte simuleringsmodeller samt forklaringer af resultatark og opbygning af programstumper (matlab kode) der er blevet udviklet i projektet. Parametervariationen er beskrevet for hvert enkelt hus og den fælles beregningsgang for de 3 generiske, prototypehuset og komforthuset er gennemgået. Indledningsvis findes beskrivelser af de anvendte BSim modeller, hvor opbygning af modellen og systemer er vist.

De elementer som ikke kan sættes ind i BSim (vedvarende energi) er forklaret med formler samt hvornår og hvordan de indgår i det samlede parametervariation. Endvidere bliver alle nøgletal præsenteret, hvor en beskrivelse af hvordan de enkelte er beregnet er inkluderet.

Præsentation af resultater foregår i projektet ved caseark (et ark for hver case), performancegrafer og top 50 lister over de bedste cases i hver energiklasse med de bedste cases indenfor energi, CO₂ og økonomi. Opbygningen af disse samt forklaring af diverse nøgletal mm. kan findes.

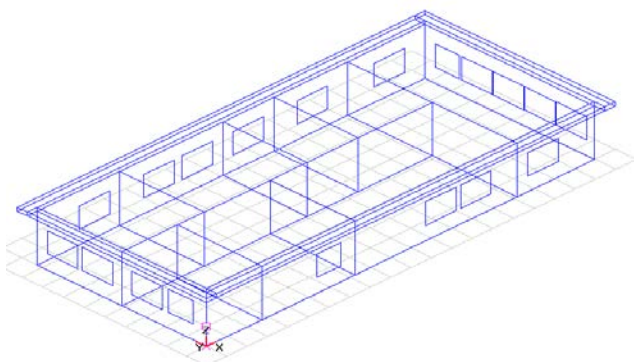
Endvidere er en programguide til at benytte beregningsprogrammet lavet som bilag, så det er muligt for andre at følge beregningsgangen og processen anvendt i projektet. En opskalering er lavet for hus 1961-1972 til videre analysering, som er beskrevet i Bilag B.

2 BSim modeller

BSim modellerne anvendt i projektet er delt op i to slags. Generiske huse og eksempelhuse, som er lavet med udgangspunkt i virkelige huse. Herunder er en beskrivelse af de anvendte modeller.

2.1 Generiske huse

Der er tre generiske huse; 6172, 7378 og 7998, med navn efter perioden de repræsenterer. Grundmodellen er den samme for de tre huse. Grundmodellen har en typisk indretning som et hus fra 1970'erne. Figur 1 viser et billede af modellen anvendt til de generiske huse, og Figur 2 det originale parcelhus hvorfra der er hentet inspiration. Huset er med skråt tag med uudnyttet loft. Det ses ikke i modellen, men er taget med som varmemodstand.



Figur 1: Billede af modellen anvendt til de generiske modeller.

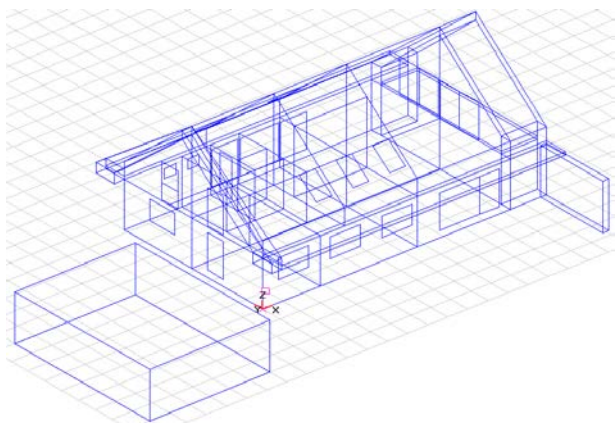


Figur 2: Billede af parcelhus anvendt til inspiration ved opsætning af model.

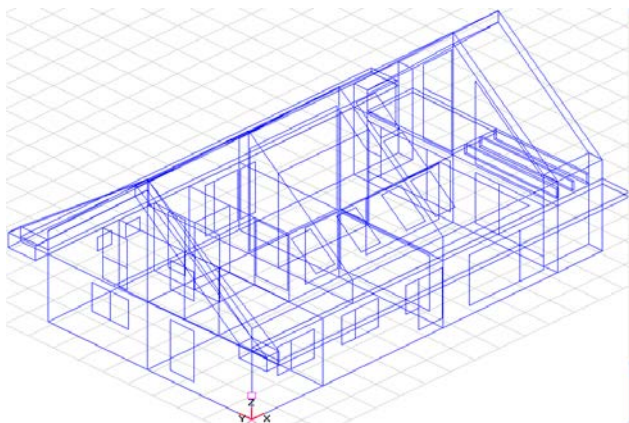
Antallet og størrelsen af vinduer er ens for alle tre modeller. Dybere beskrivelse heraf kan ses i afsnittet om vinduer. Konstruktionerne for hver af modellerne er beskrevet i Beskrivelse af casehuse, bygningsintegreret energiforsyning (Jensen et al., 2011b). Systemopsætningen er beskrevet i Tabel 1.

2.2 Eksempelhuse

I projektet betragtes to eksempelhuse af bygninger, der er opført i virkeligheden. Der er lavet to modeller for et parcelhus fra 1970'erne renoveret til et lavenergiklasse 2015 hus, hvor det er lavet en model fra før renoveringen og en efter renoveringen (prototypehus). Billeder af de to modeller kan ses på Figur 3 og Figur 5, og billeder af de virkelige bygninger kan ses på Figur 4 og Figur 6.



Figur 3: Model af parcelhus før renovering.



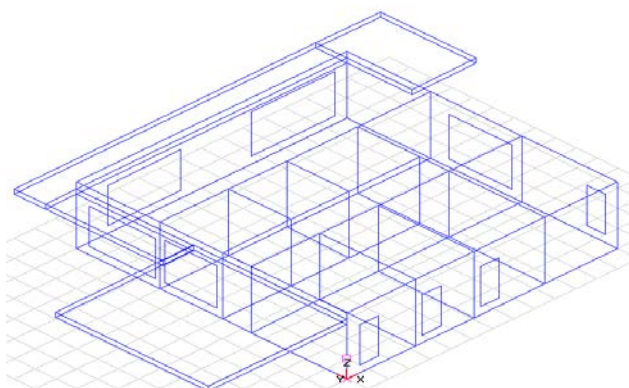
Figur 5: Model af parcelhus efter renoveringen.

Figur 4: Billede af parcelhus før renovering.



Figur 6: Billede af parcelhus efter renoveringen.

Herudover en model af et nyopført hus fra Komforthusene i Skibet i Vejle, hvor modellen til BSim kan ses på Figur 7 og den virkelige bygning kan ses på Figur 8. Huset er opført efter passivhus standarden.



Figur 7: Model af Stenagervænget 37 (komforthus).



Figur 8: Billede af Stenagervænget 37 (komforthus).

Systemerne for de to typer af huse er beskrevet i Tabel 2 og Tabel 3.

2.3 Systemer til BSim modeller

I dette afsnit er systemerne for alle de benyttede huse beskrevet i tabeller. Ens for systemerne i de forskellige huse er i dette projekt brugerprofiler (både personbelastning og udstyr), intern belastning og forskellige setpunkter. Detaljer kan ses i tabellerne herunder.

2.3.1 Generiske huse

System	Beskrivelse	Tidsplaner (schedule)	
		Regulering	Tidsangivelse
Personlast	5 person, standard eller 2 Personer, standard	Man-tors Fredag Weekend	Man-tors Fredag Weekend
Udstyr	1,273 / 0,793 kW(Lav) 1,474/ 0,971 kW (Middel) 2,278/ 1,683 kW (Høj) Part to air 0,9	Sæson, brugerprofiler	Sæson, brugerprofiler
Infiltration	Luftskifte: 0,56 h ⁻¹ (Normal) 0,19 h ⁻¹ (Bedre) TmpFactor 0 TmpPower 0 WindFactor 0	100 %	Altid
Heating	MaxPow 15 kW Fixed Part 0 Part to Air 0,6	Heat Control Factor 1 Set Point 21,5°C Design Temp 20°C MinPow 15 kW Te Min 19°C	Opvarmningssæson September - maj
Ventilation (Her er der 3 muligheder: off/normal/god)	Input: 0,047 m ³ /s (0,5h ⁻¹) Pressure: 350 (Normal) 262 (god) Total eff.: 0,7 Part to air: 1 Output 0,047 m ³ /s(0,5 h ⁻¹) Pressure: 350 (Normal) 262 (God) Total eff.: 0,7 Part to air: 0 Max heat rec.:0,7(Normal) 0,85 (God) MaxPow 10 kW Cooling 0 kW	Inlet control Part of norm: 1 Min temp 18°C	Altid
Venting	4h ⁻¹	Set point 27°C	Altid

Tabel 1: Systemer i de generiske modeller.

2.3.2 Renoveret parcelhus fra 1970erne (Prototypehus)

System	Beskrivelse	Tidsplaner (schedule)	
		Regulering	Tidsangivelse
Personlast	5 person, standard eller 2 Personer, standard	Man-tors Fredag Weekend	Man-tors Fredag Weekend
Udstyr	1,273 / 0,793 kW(Lav) 1,474/ 0,971 kW (Middel) 2,278/ 1,683 kW (Høj) Part to air 0,9	Sæson, brugerprofiler	Sæson, brugerprofiler
Infiltration	Luftskifte 0,13 h ⁻¹ TmpFactor 0 TmpPower 0 WindFactor 0	100 %	Altid
Opvarmning	MaxPow 10 kW Fixed Part 0 Part to Air 0,6	Heat Control Factor 1 Set Point 21,5°C Design Temp 20°C MinPow 1kW Te Min 19°C	Opvarmningssæson September - maj
Ventilation	Input: 0,035 m ³ /s (0,3 l/s m ²) Pressure: 350 (Normal) 262 (god) Total eff.: 0,7 Part to air: 1 Output: 0,05 m ³ /s (0,5 h ⁻¹) Pressure: 350 (Normal) 262 (God) Total eff.: 0,7 Part to air: 0 Max heat rec.:0,7(Normal) 0,85 (God) MaxPow 10 kW Cooling 0 kW	Inlet control Part of norm 1 Min temp 18°C	Altid
Venting	Luftskifte 4 h ⁻¹ TmpFactor 0 TmpPower 0 WindFactor 0	VentingCtrl SetPoint 27°C SetPoint CO ₂ 0 ppm Factor 1	Altid

Tabel 2: Systemer i renoveret parcelhus fra 1970erne.

2.3.3 Passivhus

System	Beskrivelse	Tidsplaner (schedule)	
		Regulering	Tidsangivelse
Personlast	5 person, standard eller 2 Personer, standard	Man-tors Fredag Weekend	Man-tors Fredag Weekend
Udstyr	1,273 / 0,793 kW(Lav) 1,474/0,971 kW (Middel) 2,278/ 1,683 kW (Høj) Part to air 0,9	Sæson, brugerprofiler	Sæson, brugerprofiler
Infiltration	Luftskifte 0,14 h ⁻¹ TmpFactor 0 TmpPower 0 WindFactor 0	100 %	Altid
Ventilation/ opvarmning	Input: 0,051 m ³ /s (0,3 l/s m ²) Pressure: 350 (Normal) 262 (god) Total eff.: 0,7 Part to air: 1 Output 0,051 m ³ /s(0,5 h ⁻¹) Pressure: 350 (Normal) 262 (God) Total eff.: 0,7 Part to air: 0 Max heat rec.:0,7(Normal) 0,85 (God) MaxPow 20 kW Cooling 0 kW	Zone control Part of norm: 1 Min Inlet Temp: 18°C Max Inlet Temp 100°C Set Point: 21,5°C Air Hum. 0 kg/kg	Altid
Venting	4 h ⁻¹	Set point 27°C	Altid

Tabel 3: Systemer i passivhus model.

3 Parametervariation

For at foretage en vurdering af effekten af renovering og bygningsintegrerede energisystemer, udføres en parametervariation, hvor flest mulige kombinationer af parameter simuleres i BSim og de udviklede Matlab rutiner. BSim simuleringerne udføres manuelt, mens rutinen i Matlab er en automatisk proces.

Parametrene er valgt så de både dækker personer og forbrugsmønstre, bygningen, konstruktionerne og vedvarende energikilder. Der varieres på følgende parametre:

- Orientering
- Antal personer
- Forbrugsprofil
- Infiltration
- Mekanisk ventilation
- Størrelse af vinduer
- U-værdi
 - Vinduer
 - Ydermur
 - Loft
 - Gulv
- Størrelse solvarmeanlæg
- Størrelse solcelleanlæg
- Opvarmningstype/varmepumpe

I oversigter, på caseark og i sample-filer er parametrene tildelt værdierne 0, 1, 2 osv. for at sikre et konsistent, overskueligt system. Disse værdier korresponderer så til en aktuell værdi i henhold til Tabel 4. Konstruktionerne er ikke medtaget i tabellen, da de mere eller mindre er inddelt efter tidssvarende byggestandard samt en række muligheder for forbedring i henhold til nutidens standard. En oversigt over alle konstruktioner og parametervariationens værdiers betydning, kan ses i (Jensen et al., 2011b).

Beregnings rutine	Parameter	Værdier	Korresponderende, aktuelle værdier				
BSim	Orientering	1,2	Syd	Vest			
	Antal personer	1,2	2	5			
	Forbrugsprofil	1,2,3	Lav	Middel	Høj		
	Infiltration	1,2	0,5 h ⁻¹	Forbedret			
	Mek. vent.	0,1,2	Ingen	BR10	God		
	Str. vinduer	1,2	Små	Store			
Matlab	Str. solvarme	0,1,2,3	Ingen	Lille	Mellem	Stor	
	Str. solceller	0,1,2,3	Ingen	Lille	Mellem	Stor	
	Opv./VP	1,2,3,4,5	Olie	Gas	FV	Dårlig VP	God VP

Tabel 4: Parameterintervaller.

Det er valgt, at infiltrationen er korreleret med den mekaniske ventilation. Det er således en forudsætning, at infiltrationen forbedres, hvis der til huset installeres et mekanisk ventilationsanlæg.

Det ses tydeligt, at en komplet parametervariation vil resultere i et stort antal kombinationer. Der er derfor gjort nogle tiltag for at begrænse omfanget af simuleringer, som er forskellige for de forskellige huse, der er undersøgt i projektet. Fælles gælder, at alle 80 kombinationer af størrelsen af solvarme, størrelsen af solceller og opvarmningstype/varmepumpe (Matlab-parametrene) er kørt for hver BSim simulering. BSim simuleringerne er en kombination af flere eller alle BSim-parametre og er beskrevet i det følgende.

3.1 Generiske huse

For hvert af de tre generiske huse, der repræsenterer byggestandarden fra henholdsvis 61-72, 73-78 og 79-98, er der genereret 208 cases i parametervariationen. Antallet af cases er blevet til efter følgende sammensætning er valgt:

- 12 basis cases
- 100 cases genereret i SimLab
- 48 scenarietcases med små vinduer
- 48 scenarietcases med store vinduer

3.1.1 Basis cases

De 12 basis cases er inkluderet for at sikre, at alle kombinationer af orientering, antal personer og forbrugsprofiler er kørt (2 x 2 x 3) for bygningen, som den var i udgangspunktet. Det er altså en totalkombination heraf, hvor de øvrige parametre er låst til den første værdi. De kan betragtes som et udgangspunkt for husets præstation med basiskonfigurationer. I Tabel 5 er de 12 basis cases for hus 6172 vist som eksempel.

Sample	Orientering	Antal personer	Forbrugsprofil	Infiltration	Mek. Vent.	Str. vinduer	Vinduer	Ydermur	Loft	Gulv
101	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
102	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1
103	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1
104	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1
105	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1
106	1	2	3	1	0	1	1	1	1	1
107	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1
108	2	1	2	1	0	1	1	1	1	1
109	2	1	3	1	0	1	1	1	1	1
110	2	2	1	1	0	1	1	1	1	1
111	2	2	2	1	0	1	1	1	1	1
112	2	2	3	1	0	1	1	1	1	1

Tabel 5: De 12 basis cases for hus 6172.

3.1.2 Cases genereret i Simlab

SimLab er et statistisk værktøj, som er anvendt til at nedbringe det store antal totalkombinationer til 100 ud fra systematiske, fornuftige kombinationer parametrene imellem. Mere om samplingsgenereringen og SimLab kan læses i bilag A.

3.1.3 Scenarietcases

De 48 scenarietcases for henholdsvis små og store vinduer er en totalkombination af orientering, antal personer, forbrugsprofil, de to mekaniske ventilationsanlæg og så renovering af alle konstruktioner til henholdsvis 2010- og passivhusstandard. De kan således betragtes som en

totalrenovering af huset til 2 forskellige niveauer. Samlet set er der således for de generiske huse 16.640 cases (208 BSim årssimuleringer x 80 VE/Matlab).

3.2 Prototypehuset

For prototypehuset er der genereret 36 cases. Det dækker dels over 12 basis cases tilsvarende de generiske huse og dels 24 cases, som er en totalkombination af orientering, antal personer, forbrugsprofil og mekanisk ventilation.

Konstruktionerne i prototypehuset for de 12 basis cases er de oprindelige fra den tid, hvor huset er opført og har derfor ikke gennemgået renovering og der er ingen udgifter er til dette. De 24 cases afspejler, at huset har gennemgået en totalrenovering for 2 millioner kroner. Der er således kun simuleret med huset som det var før og efter renovering. Samlet køres der for prototypehuset 2880 cases.

3.3 Komforthus

For komforthuset er der genereret 24 cases. Det dækker over en totalkombination af orientering, antal personer, forbrugsprofil og mekanisk ventilation tilsvarende prototypehuset. Samlet set bliver det til 1920 cases. I denne case er der ingen udgifter til renovering af konstruktioner, da disse i forvejen er optimeret til passiv standard.

4 Resultatskabeloner

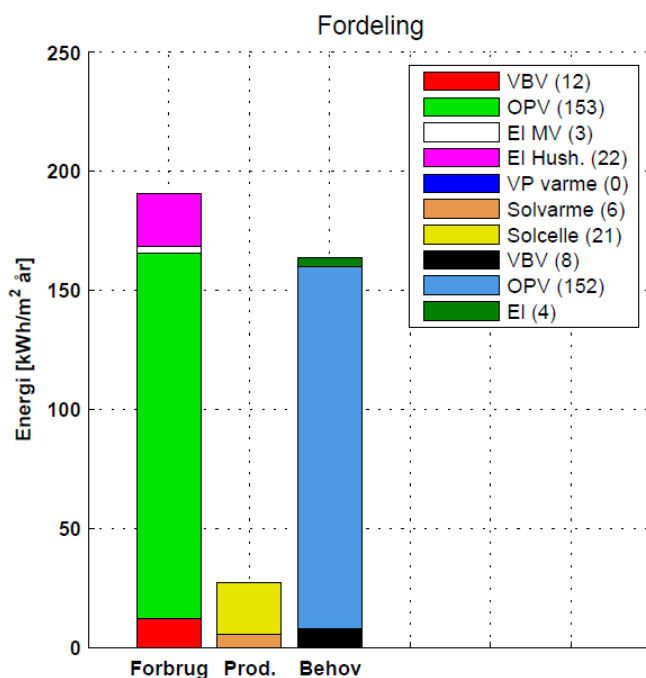
Resultaterne fra de mange simuleringer er præsenteret på tre måder. For hver case er der listet og illustreret en række informationer med henblik på at opnå et højt detaljeringsniveau. Derudover er der genereret nogle lister og plot, som samler alle resultater for det pågældende hus. Dette sker for at sikre et overblik.

4.1 Caseark

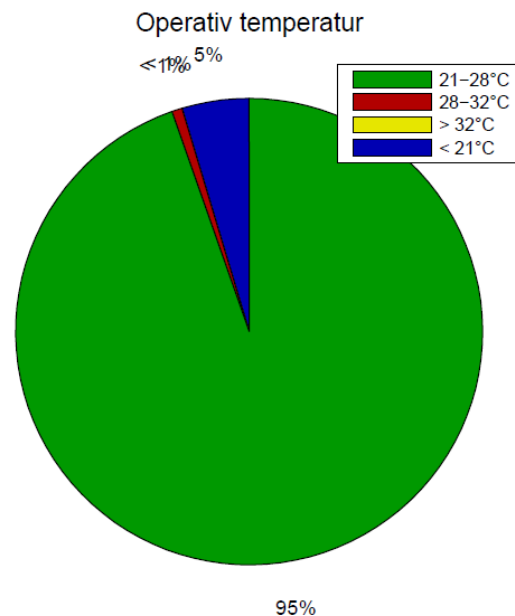
For hver case genereres der en side, hvorpå al information om den pågældende case kan findes. Dette består dels af nogle grafer og dels af en række nøgletal. Nøgletallene uddybes yderligere i et senere afsnit om beregningsmodellen. Det er valgt at vise i alt tre grafer på casearket; et søjlediagram med energifordeling, et lagkagediagram med den operative temperatur i huset og et plot af energimængderne for hver af årets timer.

Øverst på siden er de to førstnævnte grafer placeret. På Figur 9 er et eksempel på søjlediagrammet med energifordelingen vist. Det rummer tre stave med forbrug, produktion og behov. Forbrug dækker over husets energiforbrug til varmt brugsvand (VBV), opvarmning (OPV), el til mekanisk ventilation (MV) og el til husholdningen. Produktion dækker over varmepumpe (VP), solvarme og solceller, såfremt den pågældende vedvarende energikilde er installeret i den pågældende case. Behov er således forskellen på forbrug og produktion. På signaturen er der ved hver post angivet den korresponderende energimængde.

På Figur 10 er et eksempel på lagkagediagrammet vist. Det viser i hvor mange af årets timer den operative temperatur i bygningen befinder sig i det pågældende temperaturinterval.



Figur 9: Fordelingen af energi til forbrug, fra produktion og til behov.



Figur 10: Fordelingen af timer hvor den operative temperatur befinder sig i de viste intervaller.

Midt på casearket er der listet en lang række nøgletal, der udspecificerer husets performance i den pågældende case. For at vise hvad der kendetegner huset, er der først listet parametervariationens værdier for den pågældende case (fra punktlisten i afsnittet om parametervariation). Derudover er der nøgletal omkring CO₂ udledning, energirammen, solfanger/solcelle, VE årsdækningsgrader og økonomi. Som nævnt tidligere, er disse yderligere uddybet i afsnittet om beregningsmodellen.

Foruden den totale udledning af CO₂ er det valgt at vise bidragene fra varmt brugsvand, opvarmning og el. Energirammens nøgletal er først og fremmest husets samlede energibehov i primærenergi. Bidragene fra varme og el er også listet. Endelig er der noteret hvilken energiramme huset opfylder.

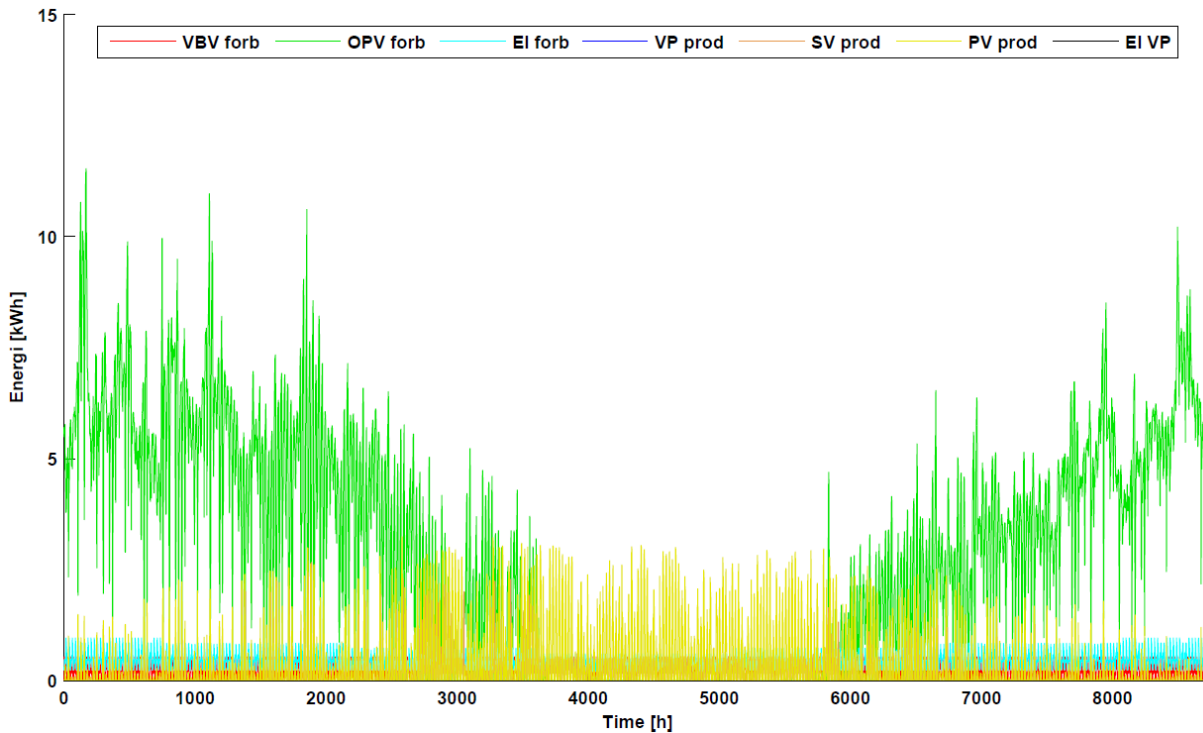
Nøgletallene for solfangeren viser henholdsvis overproduktionen i kWh/år og i procent af det totale produktionspotentiale. For solcellen er det valgt at vise henholdsvis energimængden, som har været lagret i elnettet og elsalget, som er nettooverskuddet. VE årsdækningsgraderne viser hvor stor en del af husets energiforbrug, der dækkes af vedvarende energikilder. Det er opdelt i varme, el og total. Derudover er elbehovet til varmepumpen vist.

Slutteligt er de økonomiske nøgletal vist. Der drejer sig om totalinvesteringen samt de to bidrag fra renoveringen og investeringen i vedvarende energikilder. Allersidst er husets boligareal angivet. Alle disse nøgletal er vist på Figur 11, som de er vist på casearket.

Casens parametre:				CO2 udledning:					
Orientering:	1	Str. vinduer:	1	Solvarme:	1	Fra VBV:	292 kg/år		
Antal personer:	1	Vinduer:	1	Solcelle:	2	Fra OPV:	5731 kg/år		
Forbrug:	2	Ydermur:	1	Opvarmning/VP:	2	Fra el:	315 kg/år		
Infiltration:	2	Loft:	1			Total:	6339 kg/år		
Mek. vent.:	1	Gulv:	3						
Energiramme (primær energi):				Solfanger/solcelle:		VE årsdækningsgrader:		Økonomi:	
Energibehov:	113 kWh/m ² år	Overprod. SV:	17 kWh/år	Varme:	3 %	Renovering:	126000 kr		
Varme samlet:	160 kWh/m ² år	Overprod. SV:	2 %	El:	85 %	VE:	272000 kr		
El samlet:	-47 kWh/m ² år	Ellager net:	2039 kWh/år	Total:	14 %	Samlet:	398000 kr		
Energiramme:	Før 2005	Elsalg net:	0 kWh/år	El VP:	0 kWh/m ² år	Boligareal:	157 m ²		

Figur 11: Nøgletal i form af caseparametre, energiramme, vedvarende energi, CO₂ og pris.

På Figur 12 er der vist et eksempel på grafen, placeret nederst på casearket. Den viser energimængderne til forbrug og fra produktion for hver af årets timer. Desuden er elbehovet til varmepumpen vist, såfremt en sådan er installeret i den pågældende case.

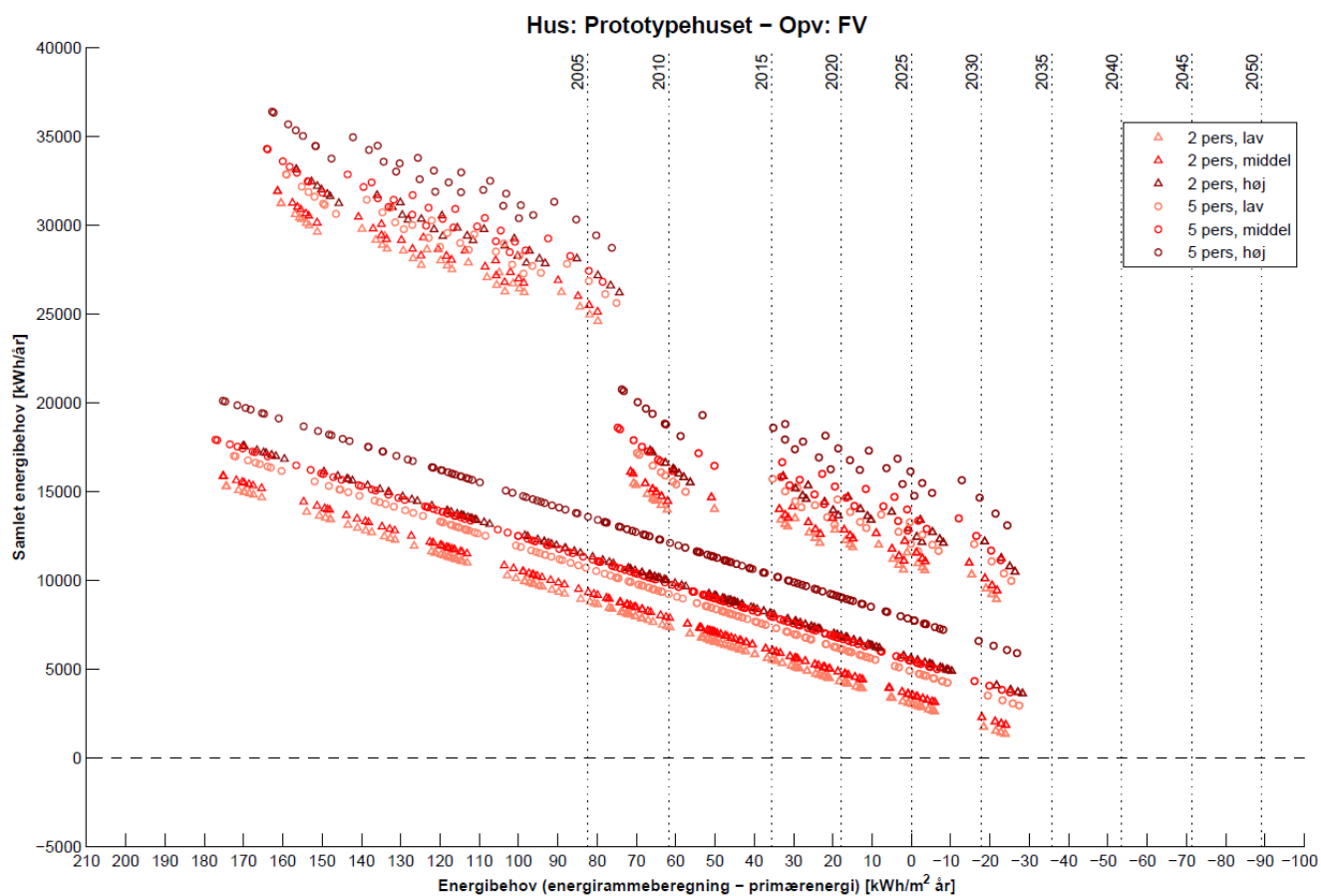


Figur 12: Energiforbrug og -produktion for hver af årets timer.

4.2 Performancegrafer

På en række performancegrafer er alle resultater for det pågældende hus vist. Ideen er grafisk at illustrere hvordan hver case præsterer i forhold til energi, miljø og økonomi. Det sker altid på baggrund af energirammen (primærenergi). Energi er husets samlede energibehov, som en simpel sum, hvor der ikke er taget hensyn til primære energifaktorer. Miljø er udledningen af CO₂ og økonomi er investeringens størrelse. Ydermere er hver af disse inddelt efter hvilken opvarmningstype huset oprindeligt har haft; olie, gas eller fjernvarme.

På Figur 13 er der vist et eksempel på en performancegraf. Husets samlede energibehov er for hver case plottet som funktion af energirammen. De er opdelt efter antallet af personer i husstanden samt deres forbrugsmønster. Med stiplede linjer er det vist, hvor de forskellige energiklasser er repræsenteret.



Figur 13: Performancegraf med samlet energibehov i forhold til energirammen opdelt efter antal personer i husstanden samt deres forbrugsmønster. De stiplede linjer repræsenterer de forskellige energiklasser.

4.3 Top 50

Med top 50 listerne er det muligt at få et overblik over hvilke 50 cases der præsterer bedst. Rangeringen er foretaget for hver energiklasse og ydermere for hver oprindelig opvarmningstype, hvilket udgør et plot. Herpå er der rangerede lister for både energi, miljø og økonomi.

Fælles for de tre lister er, at de alle rummer informationer om det samlede energibehov, CO₂ udledning samt investeringen. På Figur 14 er der vist et eksempel på de første fem linjer af en top 50 liste.

Rang	Case	Energi [kWh/år]		CO ₂ [kg/år]			Økonomi [kr.]	
		A	B	C	D	E	F	G
#1	1954	5597	(3%/61%)	3062	(0/0/3062)	2244000	(1864000/380000)	
#2	2034	5597	(3%/61%)	3062	(0/0/3062)	2283000	(1864000/420000)	
#3	1934	5818	(0%/57%)	3182	(0/0/3182)	2219000	(1864000/355000)	
#4	2014	5818	(0%/57%)	3182	(0/0/3182)	2258000	(1864000/394000)	
#5	1029	5986	(9%/49%)	3274	(0/0/3274)	2210000	(1864000/347000)	

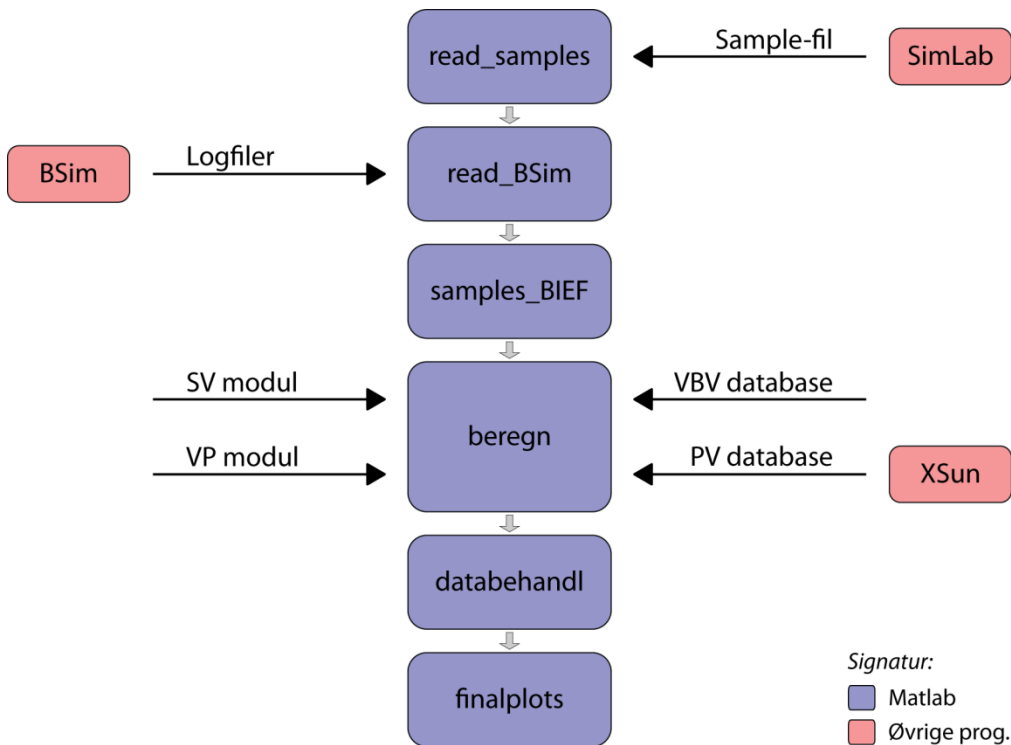
Figur 14: Eksempel på top 50 liste.

Foruden nøgleresultaterne er der i parentes angivet yderligere nøgletal (markeret med røde firkanter og bogstaverne A-G). Nøgletallene angiver:

- A Overproduktionen af solvarme i procent
- B Mængde af el, der har været lagret i nettet i procent
- C CO₂ bidrag fra varmt brugsvand
- D CO₂ bidrag fra opvarmning
- E CO₂ bidrag fra el
- F Bidrag fra renoveringsinvestering
- G Bidrag fra investering af vedvarende energikilder

5 Beregningsmodel

Den samlede beregningsmodel omfatter bidrag fra forskellige elementer. Der hentes dels data ind fra de kørte simuleringer i BSim, dels ligger noget data gemt i forudberegnede databaser og dels køres eksterne moduler til beregning af ydelser fra vedvarende energikilder. Til at binde det hele sammen til en samlet beregningsrutine benyttes Matlab. På Figur 15 ses et diagram over det samlede system. Detaljerede informationer om klargøring og kørsel af beregningsrutinen kan ses i bilag A.



Figur 15: Diagram over det samlede system. Med blå er Matlab-rutinen vist, mens øvrige elementer er vist med rødt samt pile.

Beregningsrutinen indhenter parametervariationen og resultatfilerne fra BSim simuleringerne. Sidstnævnte rummer alle følgende parametre:

qHeating	(rumopvarmning)
HtCoil	(varmevlade I ventilation)
qEquipment	(udstyr)
qLighting	(lys)
Fanpower	(el til ventilation)
T _{op}	(den operative temperatur)
CO ₂	(CO ₂ niveau)
RF	(relative luftfugtighed)

Gennem beregningsmodellen gælder ligeledes den førromtalte terminologi. **Forbrug** repræsenterer husets energiforbrug. **Produktion** står de vedvarende energikilder for. **Behov** er forskellen mellem forbrug og produktion – altså det resulterende behov.

6 Forbrug

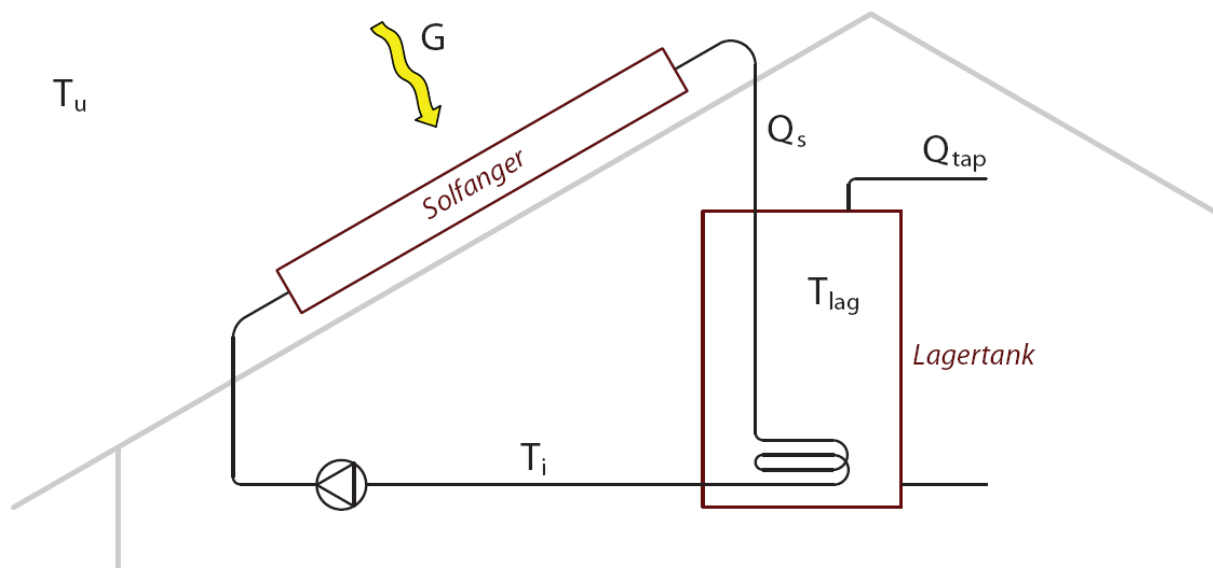
Forbrug til varmt brugsvand er udregnet på baggrund af et antaget dagligt forbrug pr. person, som er fordelt ud over årets timer. For uddybning heraf, se (Jensen et al., 2011a). De seks kombinationer af årsprofiler er gemt i en database. Forbrug til opvarmning er defineret som energi til rumopvarmning plus energi til varmeblæseren i det mekaniske ventilationsanlæg, såfremt det er installeret. Summen af forbrug til VBV og OPV er defineret som forbrug til varme, da temperaturniveauet er forudsat ens. Endelig er elforbrug defineret som summen af energi til udstyr, husholdning, lys og el til ventilation.

7 Produktion

Mulighederne for bygningsintegreret energiproduktion er solvarme, solceller og en varmepumpe. Ydelserne af disse udregnes alle i eksterne moduler og vil i det følgende blive forklaret hver for sig.

7.1 Solfangermodel

I projektet er det muligt at integrere et solvarmeanlæg som vedvarende energikilde. Beregningsmodellen for solvarmeanlæggets bidrag er en simpel timeberegning for en solfanger med lagertank udviklet af Teknologisk Institut (Katić, 2009). På Figur 16 ses en principskitse af solvarmeanlægget. Solfangeren har for alle huse og cases en hældning på 30 grader med vandret.



Figur 16: Principskitse af solvarmeanlæg.

Solens stråler opvarmer mediet i solfangeren, som overfører energien i lagertankens vand. Solindstrålingen er beregnet på baggrund af den danske DRY og algoritmerne beskrevet i Danvak Grundbog (Stampe et al., 2006). Den af solfangeren producerede effekt, Q_s , beregnes ud fra følgende formel:

$$Q_s = A \cdot (Fr_{\tau\alpha} \cdot G - Fr_U \cdot (T_i - T_u)) \quad (1)$$

Hvor:

Q_s	Produceret effekt i solfanger [W]
A	Areal af solfanger [m^2]
$Fr_{\tau\alpha}$	Absorptionseffektivitet (0,72)
G	Global solindstråling [W/m^2]
Fr_U	Varmetabskoefficient ($3,5 W/m^2 K$)
T_i	Indløbstemperatur [$^{\circ}C$]
T_u	Udetemperatur [$^{\circ}C$]

På baggrund af den tilførte effekt, kan lagertankens temperatur beregnes ud fra følgende formel:

$$T_{lag} = T_i + \frac{Q_s - Q_{tap}}{\rho \cdot c_p \cdot V} \quad (2)$$

Hvor:

T_{lag}	Lagertemperatur [$^{\circ}C$]
Q_s	Tilført energi [Wh]
Q_{tap}	Tappet energi [Wh]
ρ	Densitet vand [kg/m^3]
c_p	Specifik varmekapacitet vand [J/kg K]
V	Beholdervolumen [m^3]

Lagertanken er defineret til at have en ønsket minimumstemperatur på $55^{\circ}C$. Dette svarer til temperaturniveauet på både varmt brugsvand og opvarmning. Samtidig er maksimumtemperaturen fastsat til $95^{\circ}C$ af sikkerhedsmæssige årsager. Såfremt maksimumtemperaturen nås og der fortsat er produktion fra solfangeren, iværksættes tvangskøling. Den tabte produktion defineres som overproduktion. Dette er dels angivet i kWh og dels i procent i forhold til det samlede produktionspotentiale.

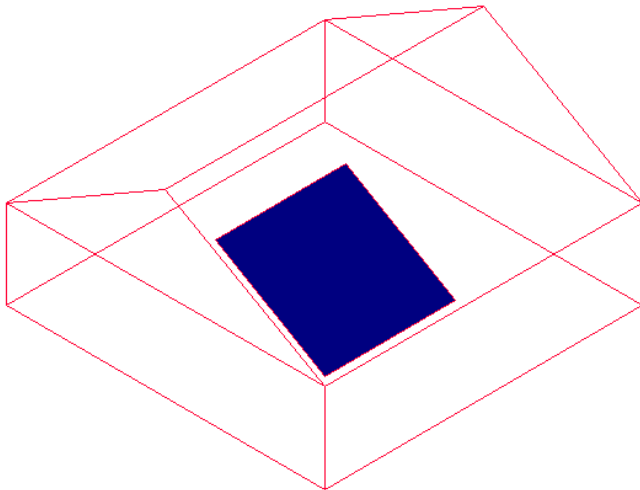
I dette projekt er solfangerne placeret på huse med én taghældning, som sammen med den årlige energiproduktion kan ses i Tabel 6.

Årlig energiproduktion		30° taghældning	
Størrelse / Orientering		Syd	Vest
1	2,2 m^2	615	392
2	4,4 m^2	1229	781
3	6,6 m^2	1842	1170

Tabel 6: Den årlige energiproduktion [kWh], samt orientering og hældning.

7.2 Solceller

I projektet er det ligeledes muligt at integrere et solcelleanlæg som vedvarende energikilde. Beregningen for solcelleanlæggets bidrag er udført i XSun til BSim. På Figur 17 ses den simple BSim-model, som er benyttet til at simulere et solcelleanlæg. De valgte solceller er af typen polykrystalinske med en systemvirkningsgrad på 10 %. Solcellerne har ligeledes for alle huse og cases en hældning på 30 grader med vandret. Der er udført en årssimulering for hver størrelse af solceller samt hver orientering – i alt seks kombinationer. Timeværdier af ydelsen er for alle kombinationer gemt i en matrix til brug i beregningsrutinen.



Figur 17: BSim-model til beregning af bidrag fra solcelleanlægget.

Den årlige energiproduktion af solcellerne kan ses i Tabel 7.

Årlig energiproduktion			Orientering	
Størrelse	Installeret effekt	Syd	Vest	
1	16,4 m ²	2,05	1862	1446
2	29,6 m ²	3,69	3360	2610
3	44,28 m ²	5,53	5027	3905

Tabel 7: Den årlige energiproduktion [kWh] for de 3 størrelser solcelleanlæg med en hældning på 30°, samt den installerede effekt [kWp].

7.3 Varmepumpemodel

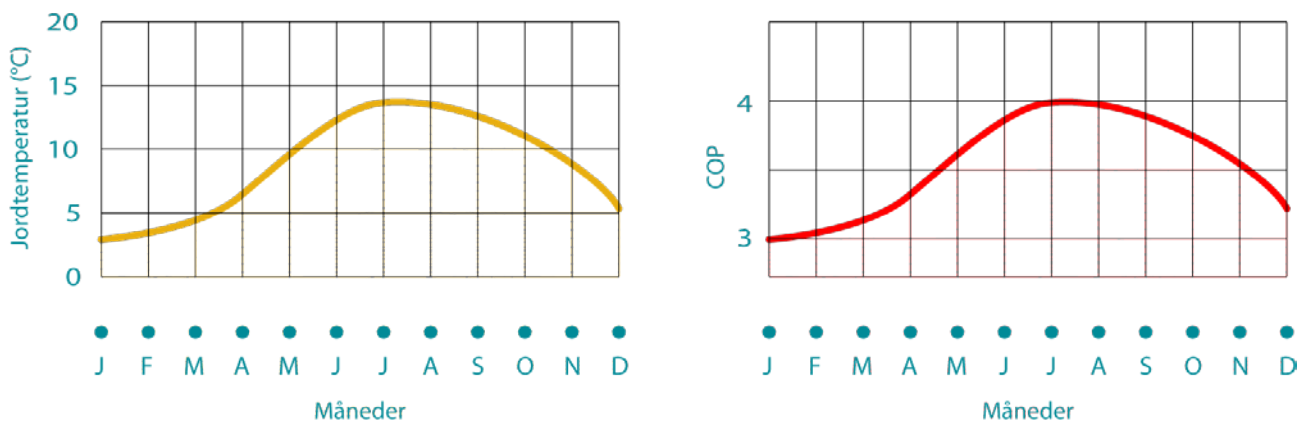
I projektet er det muligt at integrere en jordvarmepumpe som vedvarende energikilde. Beregningsmodellen for varmepumpens bidrag er yderst simpel og rummer følgende forudsætninger om COP og ydelse.

COP

Der kan i projektets huse indsættes to jordvarmepumper; en "dårlig" og en "god". Der er anvendt følgende COP-sæt for de to:

- Min. COP = 2 og maks. COP = 3 ("dårlig")
- Min. COP = 3 og maks. COP = 4 ("god")

Der er dermed ikke tale om en traditionel gennemsnitlig årvirkningsgrad. I stedet er det valgt at korrelere COP'en med jordens temperatur for at afspejle varmedrænets temperaturudsving. På Figur 18 (tv.) er der illustreret et jordtemperaturprofil for alle årets måneder samt det tilsvarende korrelerede profil for COP'en (th.), der svinger mellem minimum og maksimum COP (eksempel med min. og maks. på hhv. 3 og 4). Der regnes ikke med faseforskydning af tid.



Figur 18: Korrelation mellem jordtemperaturprofil og COP (RETScreen International, 2005). Vist med COP 3 og 4 som eksempel.

Ydelse

Varmepumpemodellen er ikke begrænset i ydelse svarende til den påtrykte nominelle effekt på et købt anlæg. Det er i stedet forudsat, at den skal levere det fulde behov for både opvarmning og varmt brugsvand, der begge er defineret til at have et temperaturniveau på 55 °C.

8 Behov

8.1.1.1 Varmt brugsvand

Behovet for opvarmning og varmt brugsvand er defineret som forbrug minus en eventuel produktion fra et solvarmeanlæg med lagertank. Der er ingen prioritet som sådan, da de som nævnt har samme temperatursetpunkt.

$$VBV_{behov} = maks((VBV_{forb} - SV_{prod}), 0) \quad (3)$$

8.1.1.2 Opvarmning

Forekommer der efter dækningen af behovet til varmt brugsvand stadig overskud af produktionen, dækkes behovet for opvarmning. Det er defineret således:

$$OPV_{behov} = OPV_{forb} - maks((SV_{prod} - VBV_{forb}), 0) \quad (4)$$

Forekommer der fortsat overskud af solvarmeproduktionen, lagres energien i lagertanken.

8.1.1.3 EI

Behovet for el er defineret som elforbrug plus elbehovet til varmepumpen minus en eventuel produktion fra et solcelleanlæg.

$$El_{behov} = El_{forb} + VP_{elbehov} - PV_{prod} \quad (5)$$

9 Nøgletal

Nøgletallene er udarbejdet på baggrund af årsprofilerne og heraf afledede af de forskellige forbrug, produktioner og behov og siger noget om husets præstation i den pågældende case. Hvis indekset er forb, prod eller behov dækker det over en udregning med timeværdier (et årsprofil). Hvis der i notationen er skrevet et "tot" foran disse indeks, dækker det over en årssum.

9.1 CO₂

De første nøgletal på casearket viser husets CO₂ udledning i den pågældende case som konsekvens af behovet for energi, der er produceret på fossile brændsler. Det er opdelt i bidragene fra varmt brugsvand, opvarmning og el samt en total udledning – alle i kg pr. år. CO₂ udledningen er udregnet efter følgende model (VBV som eksempel), som tager højde for øget udledning i forhold til virkningsgraderne for de enkelte opvarmningstyper.

$$CO2_{VBV} = \frac{VBV_{totbehov}}{\eta_{opvtyp}} \cdot CO2_{udl_{opvtyp}} \quad (6)$$

Virkningsgrader fordelt på alder/byggestandard samt CO₂ udledning for de forskellige opvarmningstyper i henhold til Energistyrelsen er vist i Tabel 8.

	η_{6172} [-]	η_{7378} [-]	η_{7998} [-]	$\eta_{Prototypehus \text{ før } renovering}$ [-]	$\eta_{Passivhus}$ [-]	CO ₂ udledning [kg/kWh]
Olie	0,82	0,84	0,86	0,84	0,95	0,265
Gas	0,85	0,88	0,90	0,88	1	0,204
FV	1	1	1	1	1	0,130
El	1	1	1	1	1	0,547

Tabel 8: Virkningsgrader fordelt på alder/byggestandard samt CO₂ udledning for de forskellige opvarmningstyper (Aggerholm, 2010).

9.2 Energirammen

De næste nøgletal omhandler energirammen, som er beregnet for casen (i primærenergi). Det mest centrale tal er her udregning af husets energibehov, som sker efter følgende model:

$$E_{behov} = \frac{\varepsilon \cdot (VBV_{totbehov} + OPV_{totbehov}) + \varepsilon \cdot (MV_{elforb} + VP_{totalbehov} - PV_{totprod})}{Areal} \quad (7)$$

Hvor:

ε Primærenergifaktorer

Energibehovet er summen af behovet til varme og behovet til el delt med boligarealet. Varme dækker over det totale behov for VBV og OPV – som udgangspunkt ganget med primærenergifaktor på 1,0. Her er produktionen fra solfangere naturligvis trukket fra. Behovet til el dækker over elforbrug til ventilation og elbehov til varmepumpe minus solcelleproduktion, alle gange primærenergifaktor 2,5.

Beregningsmodellen foretager ligeledes en kontrol af om 2015-krav kan opfyldes ved brug af en faktor 0,8 på fjernvarme i de cases, hvor der anvendes fjernvarme. Er dette tilfældet, anvendes denne faktor. Der er ikke medregnet eventuelt kommende ændringer i faktoren for hverken fjernvarme eller el fra 2020. Definitionen på energiklasserne er:

- 2005: $70 + 2200/\text{Areal}$
- 2010: $52,5 + 1650/\text{Areal}$
- 2015: $30 + 1000/\text{Areal}$
- 2020: $15 + 500/\text{Areal}$
- 2025: 0
- 2030: $-(15 + 500/\text{Areal})$
- 2035: $-(30 + 1000/\text{Areal})$
- 2040: $-(45 + 1500/\text{Areal})$
- 2045: $-(60 + 2000/\text{Areal})$
- 2050: $-(75 + 2500/\text{Areal})$

9.3 Solfanger/solcelle

Som beskrevet i afsnittet om solfangermodellen, er det valgt at definere nogle nøgletal for overproduktion af solvarme. Overproduktionen i kWh/år er den energimængde, som fortsat produceres i solfangeren, men må kasseres, som følge af at maksimumtemperaturen i lagertanken er nået og tvangskøling må iværksættes. Overproduktionen i procent er denne energimængde i forhold til det totale produktionspotentiale i solfangeren.

Tilsvarende er det for solcellen valgt at beskrive, hvor stor en mængde energi der er nødvendig at lagre i elnettet, som følge af tidsforskydning mellem forbrug og produktion samt elsalget til nettet. Sidstnævnte er således den netto-energimængde, der ikke igen returnerer til huset.

Herunder ses formlen for hvor stor en procentdel af solcelleforbruget som har været omkring elnettet.

$$El_{lagerpct} = \frac{El_{lager}}{PV_{totprod}} \cdot 100 \quad (8)$$

Energimængden der ikke returnerer til huset igen, dermed overforbrug, er vist ved formlen herunder.

$$El_{salg} = |\min(El_{totbehov}, 0)| \quad (9)$$

Her vil et evt. negativt elbehov blive returneret som en positiv værdi og en positiv værdi som værdien 0.

9.4 VE årstdækningsgrader

Årstdækningsgraderne angiver hvor stor en del af husets energiforbrug, der kan dækkes af vedvarende energikilder. Varmedækningsgraden er således defineret som:

$$Dæk_{varme} = \frac{SV_{totprod} + VP_{totprod}}{Varme_{totforb}} \cdot 100 \quad (10)$$

Eldækningsgraden er den totale solcelleproduktion i forhold til det totale elforbrug:

$$Dæk_{el} = \frac{PV_{totprod}}{El_{totforb}} \cdot 100 \quad (11)$$

Den totale dækningsgrad er defineret som:

$$Dæk_{total} = \frac{SV_{totprod} + VP_{totprod} + PV_{totprod}}{Varme_{totforb} + El_{totforb}} \cdot 100 \quad (12)$$

9.5 Økonomi

De økonomiske nøgletal er opdelt i de to bidrag fra renoveringsinvesteringen og investeringen i vedvarende energikilder. Priserne for elementerne, der indgår i renoveringen, samt for de vedvarende energikilder er beskrevet i (Jensen et al., 2011b). Nøgletallene er afrundet til nærmeste hele tusinde kroner.

11 Litteraturliste

Aggerholm, 2010. Søren O. Aggerholm. *CO₂ udledning og virkningsgrader*. Personlig kommunikation. 2010.

Jensen et al, 2011a. Rasmus L. Jensen, Jesper Nørgaard, Ole Daniels og Rasmus O. Justesen. *Person- og forbrugsprofiler, bygningsintegreret energiforsyning*. ISSN: 1901-726X, DCE Technical Report no. 69.

Jensen et al, 2011b. Rasmus L. Jensen, Jesper Nørgaard, Ole Daniels og Rasmus O. Justesen. *Beskrivelse af casehuse, bygningsintegreret energiforsyning*. ISSN: 1901-726X, DCE Technical Report no. 70.

Jensen et al, 2011c. Rasmus L. Jensen, Jesper Nørgaard, Ole Daniels og Rasmus O. Justesen. *Beregningsgang, bygningsintegreret energiforsyning*. ISSN: 1901-726X, DCE Technical Report no. 71.

Jensen et al, 2011d. Rasmus L. Jensen, Jesper Nørgaard, Ole Daniels og Rasmus O. Justesen. *Resultater, bygningsintegreret energiforsyning*. ISSN: 1901-726X, DCE Technical Report no. 72.

Katić, 2009. Ivan Katić. *Solfangermodel*. Personlig kommunikation. 2009.

RETScreen International, 2005. RETScreen International. *Ground-source heat pump project analysis*. Minister of Natural Resources Canada. ISBN: 0-662-39150-0.

Stampe, Hansen og Kjerulf-Jensen, 2006. Ole B. Stampe, H. E. Hansen og P. Kjerulf-Jensen. *Varme- og Klimateknik, Grundbog*. 3. udgave, 1. oplag. Danvak ApS.

Bilag A – Beregningsgang matlab

Dette er en beskrivelse af beregningsgangen til projektet om bygningsintegreret energiforsyning. Formålet med appendikset er at sætte andre ind i stand til at kunne anvende den udarbejdede beregningsgang og appendikset er derfor udformet som en to do vejledning. Den overordnede procedure er følgende:

1. **Generer sample-fil i SimLab**
2. **Kør BSim-simuleringer**
3. **Importer sample-fil og resultatfiler til Matlab**
4. **Gennemløb Matlab beregningsrutine**
5. **Databehandling og resultatgenerering i Matlab**

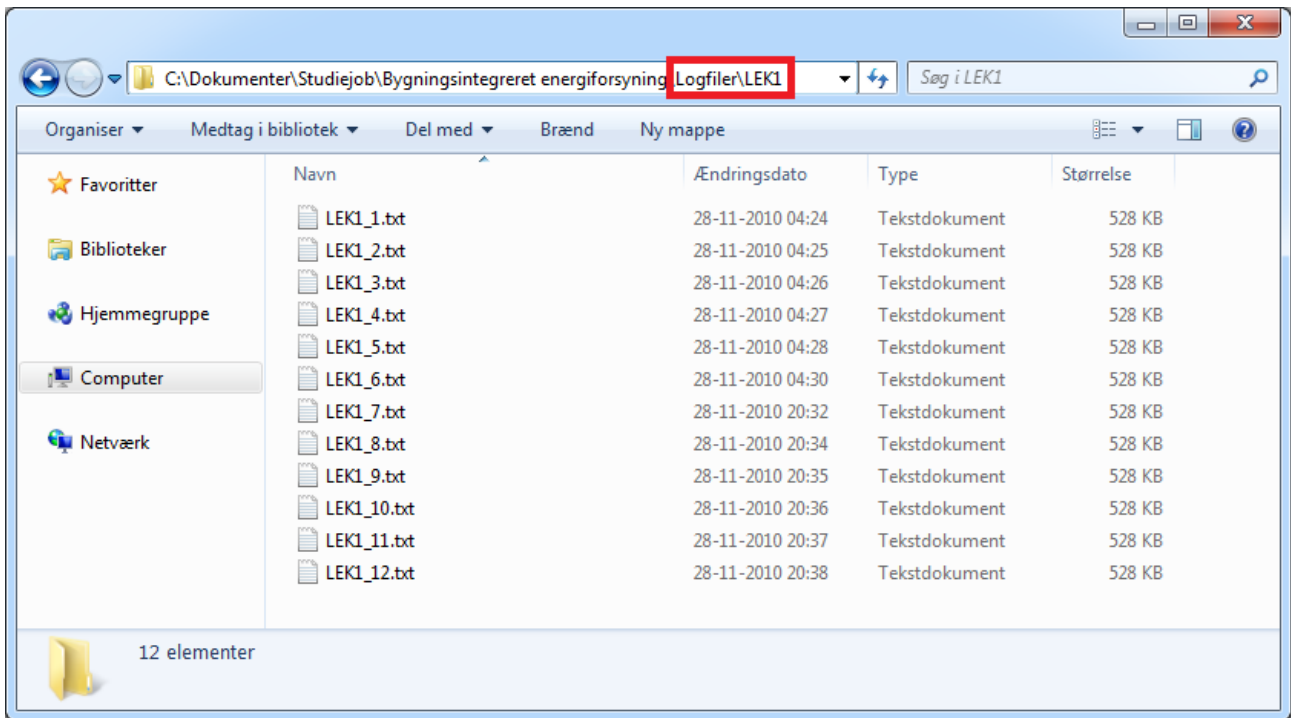
Alle trin i processen hænger nøje sammen og kører meget pr. automatik. For at systemet kan indhente og behandle de rigtige filer samt for overblikkets skyld, er det vigtigt med stor disciplin i navngivningen.

A.1 Navngivning

Beregningsgangen er lavet, så den gennemregner et helt hus/projekt af gangen. For at holde styr på de store mængder data samt sikre, at de korrekte data og filer overføres mellem hvert af processens trin, må der være tråd i navngivningen af de forskellige elementer. Det er valgt, at identifikationen af de forskellige huse/projekter skal ske ved deres navn. Følgende elementer skal alle navngives iht. huset/projektet:

- ✓ BSim-projektfilen (.disxml-filen)
- ✓ Sample-filen
- ✓ Mappe til logfiler
- ✓ Logfiler

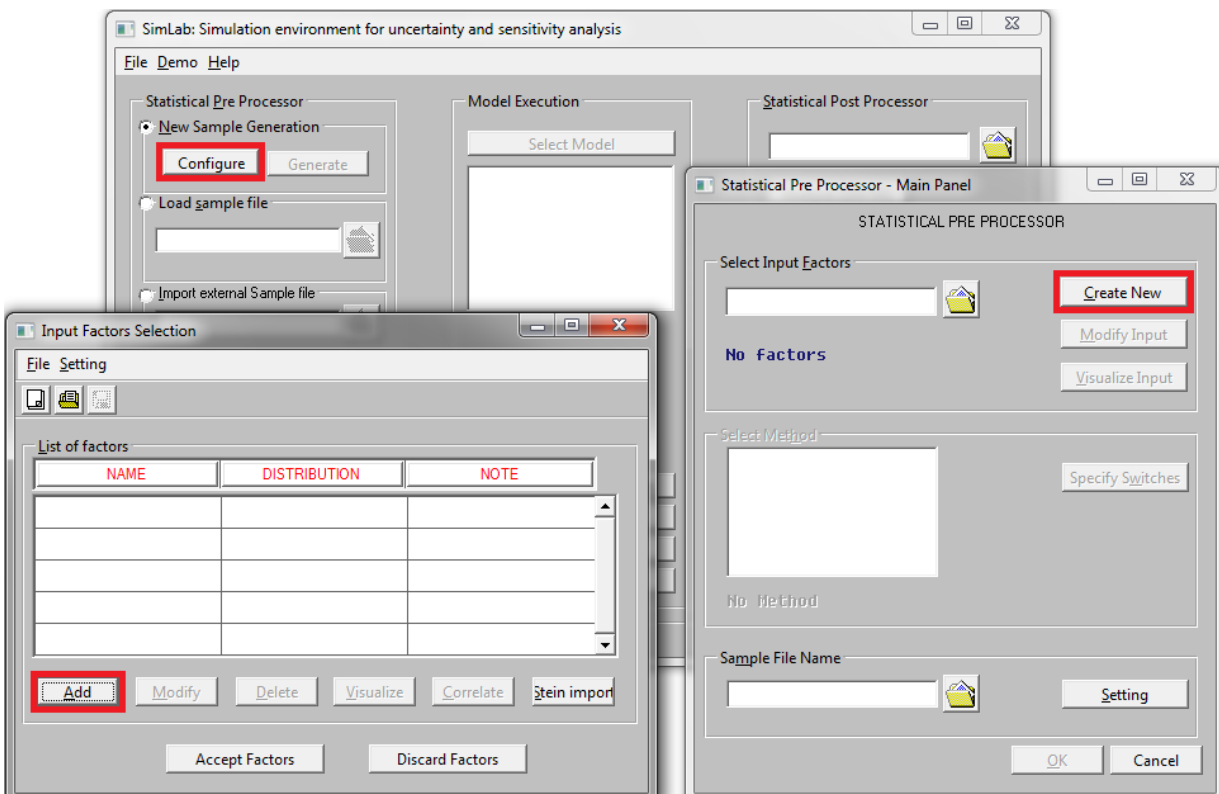
Igennem beskrivelsen af beregningsgangen, er det valgt at bruge navnet "LEK1" som eksempel. Følgende figur illustrerer, hvordan alle logfiler (løbende nummereret) alle bærer samme navn som det projekt de kommer fra. Det samme gælder om den mappe de ligger i.



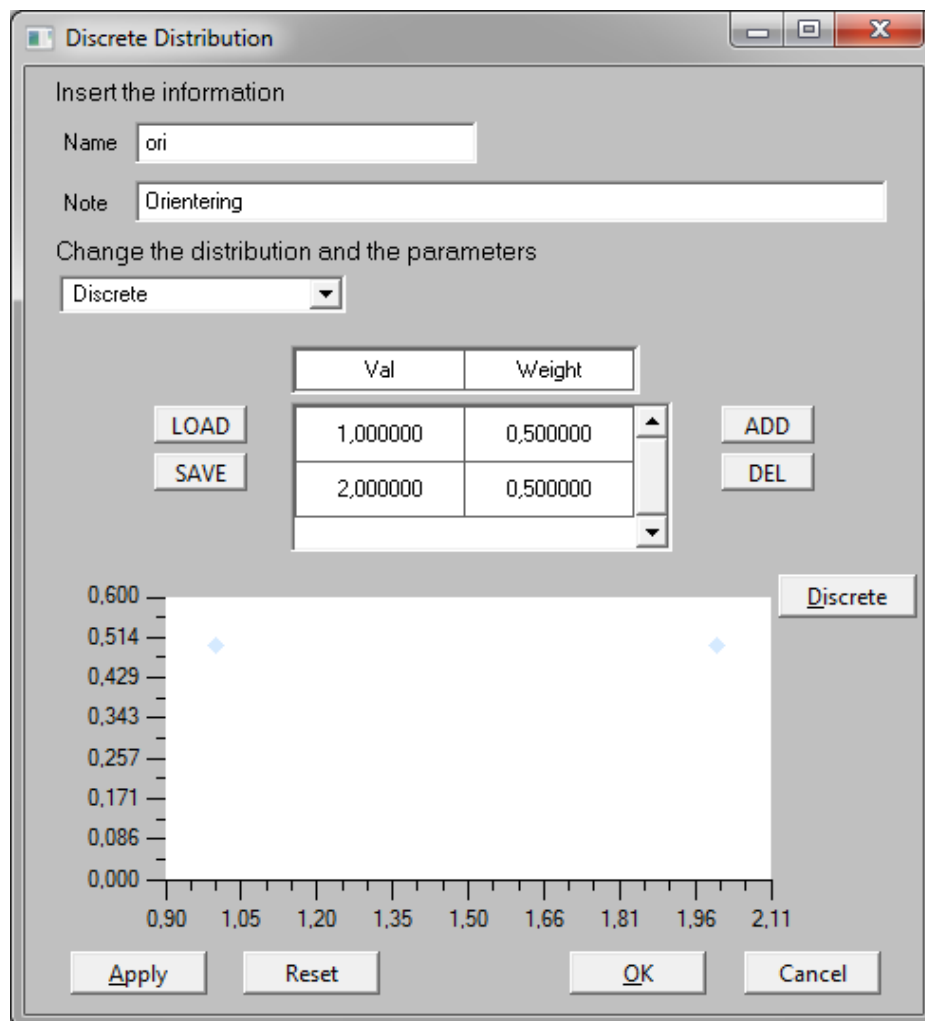
A.2 Sample generering i SimLab

SimLab er et statistisk værktøj til at foretage Monte Carlo simuleringer. Det foregår i tre trin; generering af samples, implementering i model og databehandling. I dette projekt benyttes SimLab dog udelukkende til sample generering.

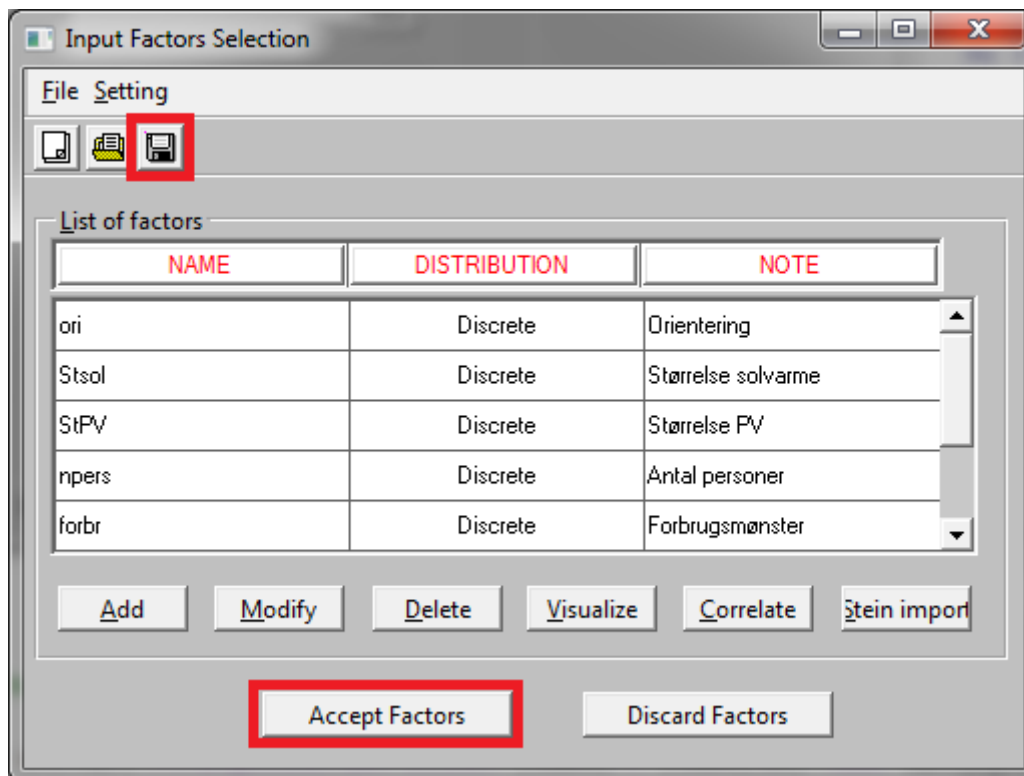
Åbn SimLab og vælg "Configure" i menuen længst til venstre og herefter "Create New". Listen over parametre fremkommer nu, hvor "Add" vælges.



For hver parameter skal der vælges et navn, evt. en note og en sandsynlighedsfordeling. I eksemplet er der valgt en diskret fordeling, med ens sandsynlighed for udfaldene 1 og 2. Det er muligt at vælge en lang række forskellige fordelinger. Vælg "Apply" og "OK".



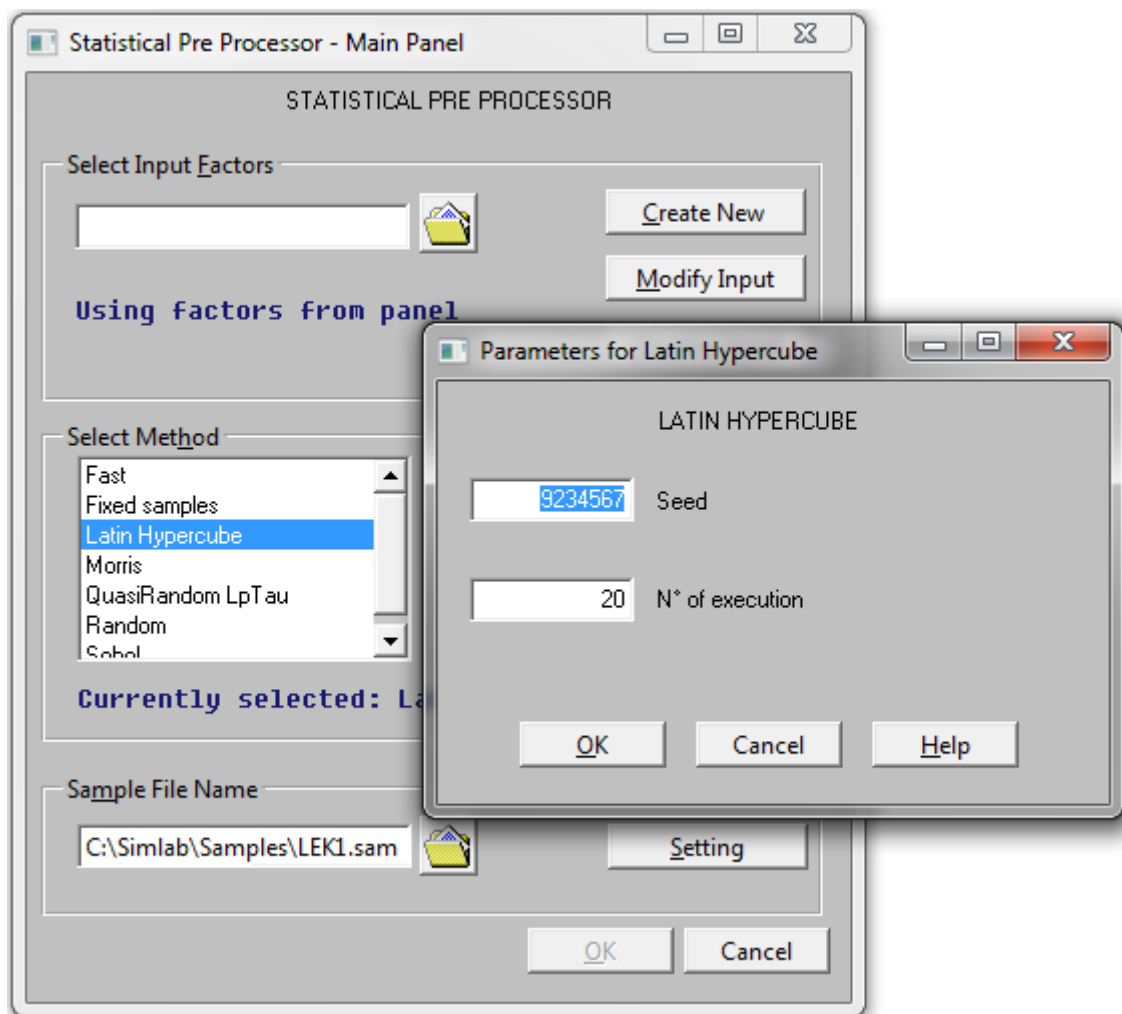
Når alle parametre er tilføjet til parameterlisten, trykkes "Accept Factors". Gem evt. listen, så det er muligt at redigere i senere.



Næste trin er at vælge samplingsmetode. Her er Random eller Latin Hypercube anbefalet. Latin Hypercube sørger, ved et lille antal samples, bl.a. for at yderpunkterne i parametrene er repræsenteret (hvilket ikke kan garanteres ved tilfældig sampling) samt for at lave systematiske, fornuftige kombinationer parametrene imellem.

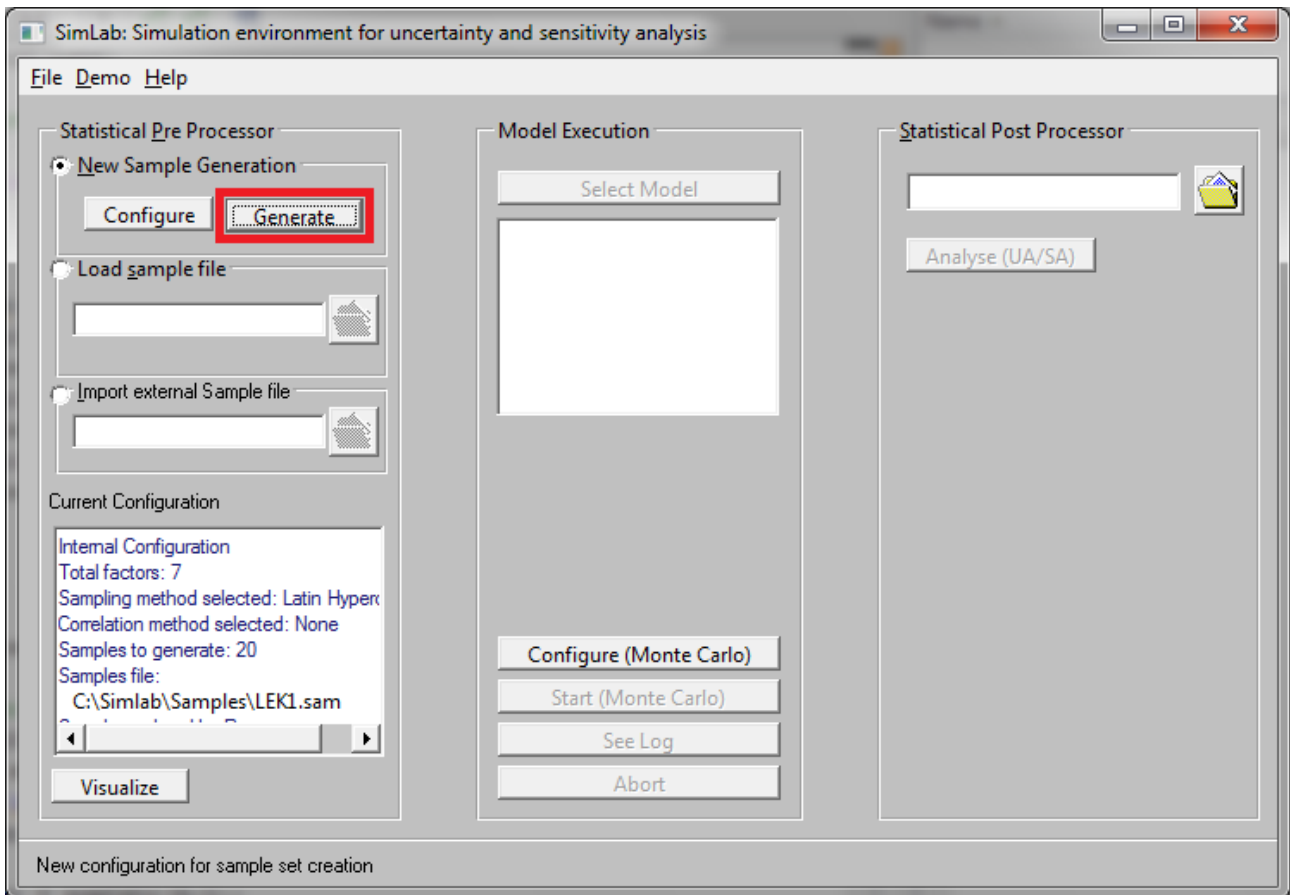
I indstillingerne for Latin Hypercube skal der vælges et *stort, ulige* tal som "Seed", mens det sidste felt angiver det ønskede antal af samples eller parametervariationer. Tryk "OK".

Vælg et navn og en destination til sample-filen (filformatet er .sam) nederst. Navnet skal svare til navnet på det projekt sample-filen hører til, f.eks. "LEK1.sam". Tryk "OK".

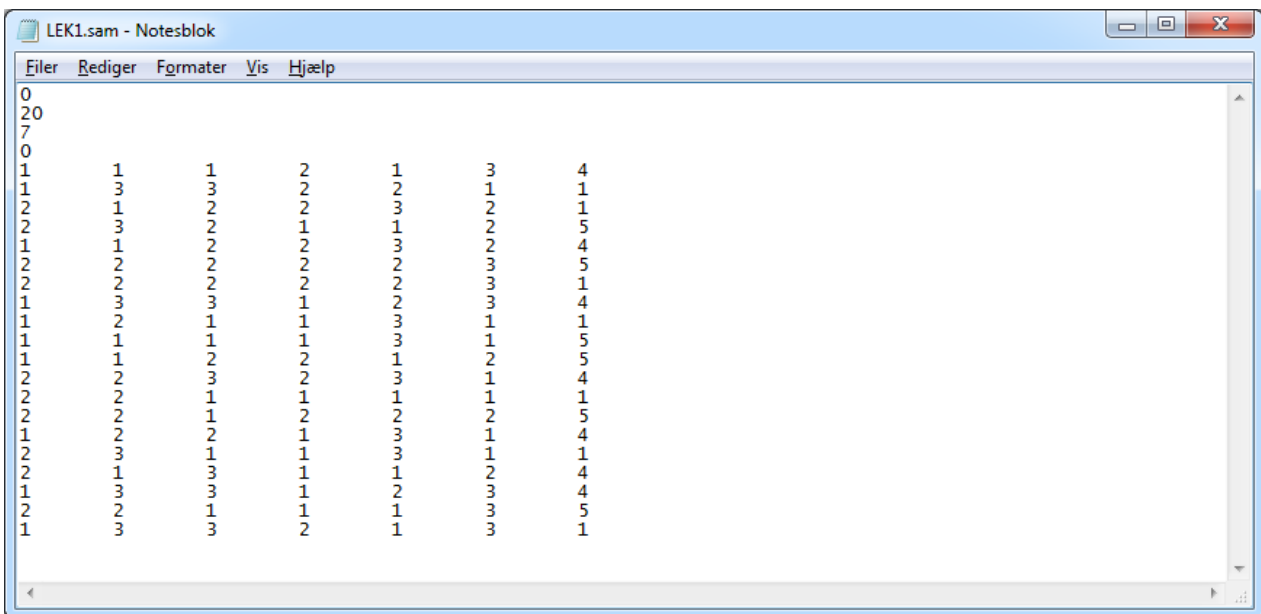


Man returnerer nu til SimLabs hovedvindue, hvor alle de valgte indstillinger er blevet listet under "Current Configuration". Kast evt. et blik på tallene for at kontrollere at især antallet af factors (parametre) samt antallet af samples er korrekt.

Nu mangler sample-filen kun at blive genereret. Dette sker ved tryk på "Generate". Melder programmet fejl eller fryser, kan det skyldes flere ting. Antallet af tegn i stiens mappenavn er sandsynligvis ikke uden betydning. Hold for en sikkerheds skyld dette simpelt, da SimLab er fra før nyere styresystemers tid. Et eksempel kunne være C:\Simlab\Samples. Sample-filen kan altid flyttes bagefter. Det kan også forekomme, at der er valgt for mange af én type (avancerede) sandsynlighedsfordelinger, som bliver for stor en opgave for SimLab at konvertere.

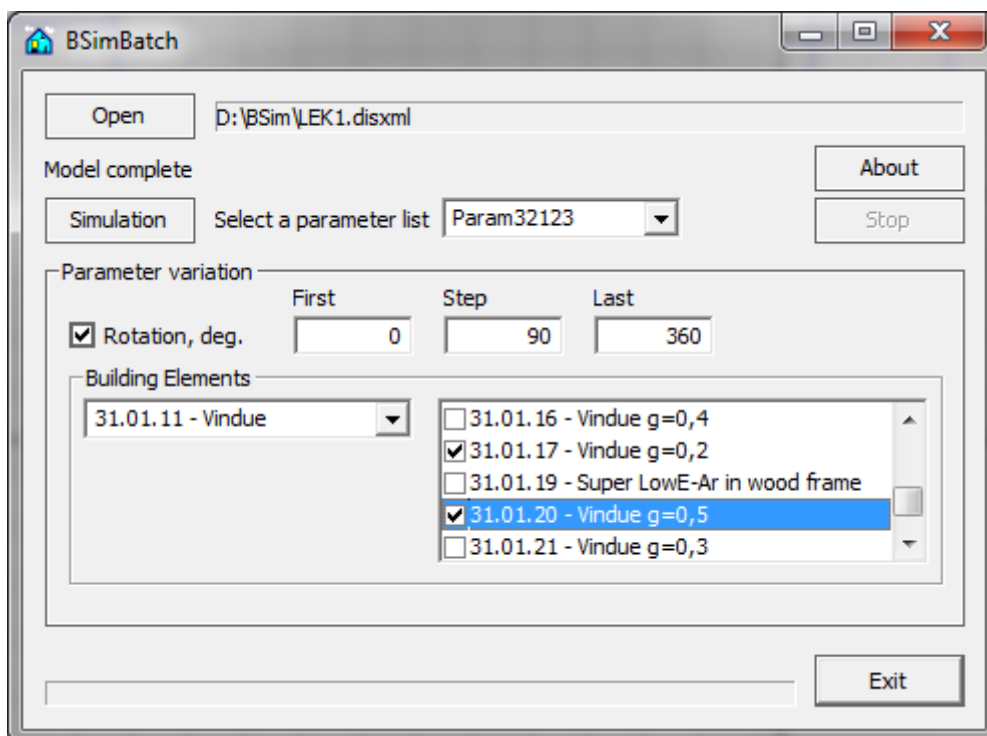


Den genererede sample-fil kan læses af notesblok og ser ud på følgende måde. I anden linje står antallet af samples, mens tredje linje er antallet af parametre. Fra femte linje og ned er den komplette parametervariation listet. I eksemplet er dette naturligvis en 20x7 matrix. Hver linje repræsenterer en case eller simulering, mens den samlede værdi for hver parameter er listet i de 7 kolonner.



A.3 BSim-simuleringer

”BSimBatch” giver muligheden for at udføre en begrænset parametervariation. I det viste eksempel er det muligt at ændre rotationen samt alle bygningskonstruktioner. Output er defineret ved parameterlisten, som laves i BSim og vælges i listen her.



Det er naturligvis en forudsætning at sample-fil og senere logfiler korresponderer, men kan man selv styre dette, er det stadig muligt at benytte ”BSimBatch”. Den returnerer en .txt resultatfil for hver gennemført simulering. De får navn efter .disxml-filen (BSim-projektet) og nummereres fra nummer 00 og fremad, f.eks. ”LEK1_00.txt”. Flyt efter endte simuleringer alle resultatfiler over i en mappe af samme navn som BSim-projektet i mappen ”Logfiler”, som illustreret under afsnittet om navngivning.

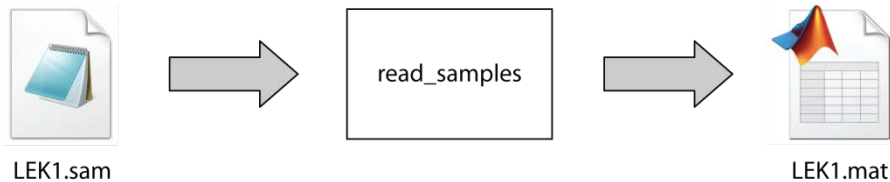
BSim-simuleringerne kan også sagtens køres manuelt på baggrund af sample-filens parametre. Når der er valgt en parameterliste (output) og man har sikret sig, at BSim viser simuleringens endelige årsresultater (”Total”), kan dette gemmes til en resultatfil ved at trykke ”Alt + x”. Resultatfilen får navn efter projektet samt parameterlisten. Disse skal derfor løbende omdøbes, så de korresponderer med sample-filens case nummer samt placeres i en mappe af samme navn i mappen ”Logfiler”. Parameterlisten fra BSim indeholder i dette projekt:

1. qHeating
2. HtCoil
3. qEquipment
4. qLighting
5. FanPower
6. T_{op}
7. CO_2
8. RF

A.4 Importer til Matlab

De elementer der er genereret udenfor Matlab skal importeres til brug i beregningsrutinen. Det drejer sig om sample-filen og alle resultatfiler/logfiler fra BSim simuleringerne.

Sample-filen fra SimLab skal læses og indholdet konverteres til en matrix af numerisk data. Til dette benyttes Matlab-funktionen "read_samples" i .m-filen af samme navn. Tast "read_samples('navn')" i Matlabs kommandovindue. "Navn" svarer til navnet på sample-filen (LEK1 i eksemplet). Funktionen returnerer en .mat-fil af samme navn.



Til at læse resultatfilerne fra BSim, benyttes Matlab-funktionen "read_BSim" i .m-filen af samme navn. De skal alle være placeret i en mappe med navnet svarende til BSim-projektet i mappen "Logfiler", f.eks. "Logfiler\LEK1".

Tast "read_BSim('navn')" i Matlabs kommandovindue. "Navn" svarer til navnet på BSim-projektet (f.eks. LEK1) og ikke det fulde navn på logfilerne (som løbende nummereres). Funktionen læser samtlige resultatfiler i mappen og returnerer for hver en .mat-fil af samme navn i mappen "Logfiler\MAT-filer\LEK1".



A.5 Matlab beregningsrutine

Den fulde beregningsrutine for projektet om bygningsintegreret energiforsyninger omfatter kørsel af følgende .m-filer:

- read_samples.m
- read_BSim.m
- samples_BIEF.m
- beregn.m
- databehandl.m
- finalplots.m

De første to filer omhandler import af eksternt data og er beskrevet i forrige afsnit. Funktionerne af de øvrige filer beskrives én efter én i det følgende.

A.5.1 Samples_BIEF

Funktionen tilføjer 80 kombinationer af vedvarende energikilder til hver case i den oprindelige sample-fil. For uddybende forklaring om årsag kan projektrapportens afsnit om

parametervariation læses. Funktionen returnerer en .mat-fil med navn efter projektet tilføjet "medVE", f.eks. "LEK1medVE.mat".

A.5.2 Beregn

Beregningsrutinens første databehandlingsstrin styres af Matlab-funktionen "beregn" i .m-filen af samme navn. Tast "beregn('navn')" i Matlabs kommandovindue for at køre funktionen. "Navn" svarer til navnet på BSim-projektet (f.eks. LEK1).

Beregn.m henter først sample-filens .mat-fil på baggrund af variabelen "name", der initialiseres ved kald af funktionen, hvor informationerne om parametervariationen er gemt. Disse skal initialiseres manuelt til brug i beregningerne. Kolonnerne i sample-filen tilskrives én efter én til den variabel de repræsenterer.

```
% Initialiser fuld filnavn og sti på sample-filen

samstr = strcat('../Logfiler/Samples/',name,'medVE.mat');

load(samstr) % henter sample-filen og parametervariationen

% Initialiser variable fra parametervariationen

ori = FU(:,1); % orientering af tagflade med SV og PV (S,V)
n_pers = FU(:,2); % antal personer (2,5)
forbr = FU(:,3); % forbrugsmønster (S,M,L)
inf = FU(:,4); % infiltration (% h-1,Forbedret)
mekvent = FU(:,5); % mekanisk ventilation (Ingen,BR10,God)
St_vinduer = FU(:,6); % størrelse vinduer (Små,Store)
vinduer = FU(:,7); % vinduer (1,2,3,4,5)
ydermur = FU(:,8); % ydermur (1,2,3,4,5,6)
loft = FU(:,9); % loft (1,2,3,4,5)
gulv = FU(:,10); % gulv (1,2,3,4,5)
St_sol = FU(:,11); % størrelse af solvarme (Ingen,S,M,L)
St_PV = FU(:,12); % størrelse af solceller (Ingen,S,M,L)
St_VP = FU(:,13); % opvarmning/varmepumpe (Olie,Gas,FV,Dårlig,God)
```

Herefter påbegyndes en løkke, hvor den samme beregningsrutine køres for hver case. For hver 80 loops hentes en .mat-fil med data fra den pågældende BSim-simulering.

Funktionen der foretager indledende behandling af data, foregår ved at finde eller beregne forbrug og produktion af henholdsvis varmt brugsvand (VBV), opvarmning (OPV) og el. Det forbrug, der ikke kan dækkes af produktionen, står tilbage som behov. Nedenstående oversigt illustrerer hvorfra forbrug og produktion stammer.

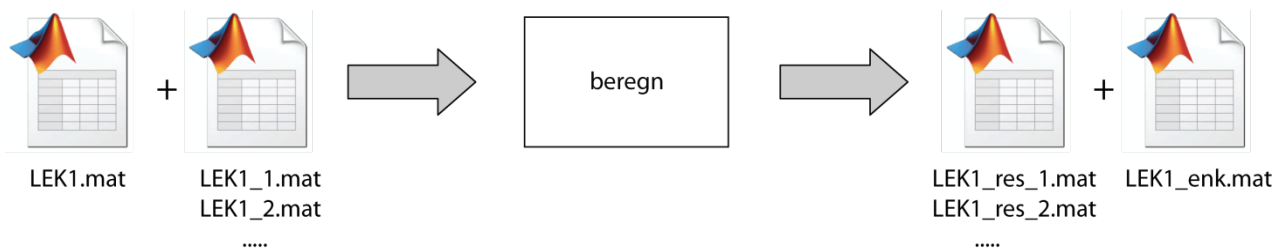
Forbrug

- VBV hentes i en database på baggrund af antal personer i husstanden samt deres forbrugsmønster.
- OPV er specifikt for huset og trækkes derfor ud af BSim. Det består af energiforbruget til opvarmning i bygningens opvarmningssystem og energiforbruget til varmefladen i ventilationen.
- El trækkes ligeledes ud af BSim og består af energiforbruget til udstyr, lys og ventilation.

Produktion

- VBV udregnes på baggrund af en simpel solfangermodel, som producerer til en lagertank. Det resterende behov dækkes af opvarmningssystemet.
- OPV er defineret til at have samme setpunkt som VBV og udregnes derfor også med solfangermodellen. Det resterende behov dækkes af en varmepumpe.
- El hentes i en database på baggrund af orienteringen og størrelsen af solcelleanlægget.

For hver case gemmes de nævnte parametre slutteligt i en resultatfil som årstiteværdier med navnet "_res", f.eks. "LEK1_res_1.mat". Endvidere gemmes fire enkeltværdier i en .mat-fil med navnet "_enk".



I resultatfilerne gemmes følgende parametre som årstiteværdier:

- VBV forbrug
- OPV forbrug
- Varme forbrug
- Elforbrug
- SV produktion
- PV produktion
- VP produktion
- VBV behov
- OPV behov
- Elbehov
- VP elbehov
- T_{op}
- CO_2
- RF

I enkeltfilen gemmes følgende parametre som enkeltværdier:

- SV overproduktion i kWh
- SV overproduktion i procent
- MV elforbrug (elforbrug til mekanisk ventilation)
- El til husholdning

A.5.3 Databehandl

Beregningsrutinens sidste databehandlingstrin styres af Matlab-funktionen "databehandl" i .m-filen af samme navn. Tast "databehandl('navn')" i Matlabs kommandovindue for at køre funktionen. "Navn" svarer til navnet på BSim-projektet (f.eks. LEK1).

Databehandlingsrutinen rummer en masse forskellige oplysninger om hvert hus. Det drejer sig om priser til renovering og vedvarende energikilder, arealer, definition af energiklasser, CO₂-udledning samt virkningsgrader.

Databehandl.m indhenter resultatfiler og enkeltfil fra beregn.m samt sample-filen og udregner på baggrund heraf alle de værdier, som danner grundlag for at plotte caseark, performancegrafer og top 50 lister. Det omfatter bl.a. energi, CO₂ og økonomi samt alle nøgletal. Det er samtidig i denne funktion, at der plottes et caseark for hver gennemløbet beregningsløkke, svarende til hver case.



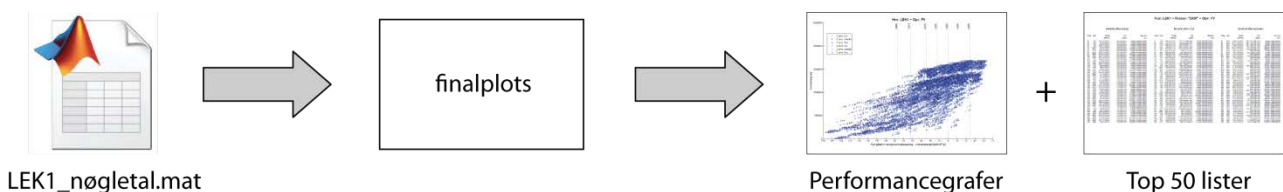
Slutteligt gemmes en samlet nøgletalsmatrix med nøgletal fra alle cases under navnet "_nøgletal", f.eks. "LEK1_nøgletal.mat". I matricen er følgende nøgletal gemt:

- Case nr.
- Energibehov (energirammen)
- Varme samlet
- El samlet
- Energi totalbehov
- SV overproduktion i kWh
- SV overproduktion i procent
- Ellager i kWh
- Ellager i procent
- Elsalg
- Varme dækningsgrad
- El dækningsgrad
- Total dækningsgrad
- VP total elbehov pr. m²
- Renoveringspris
- VE pris
- Totalpris
- CO₂ VBV
- CO₂ OPV
- CO₂ el
- CO₂ total

A.5.4 Finalplots

Til at plotte performancegrafer og top 50 lister benyttes Matlab-funktionen "finalplots" i .m-filen af samme navn. Tast "finalplots('navn') i Matlabs kommandovindue for at køre funktionen. "Navn" svarer til navnet på BSim-projektet (f.eks. LEK1).

Rutinen indhenter nøgletalsmatricen fra databehandl.m samt sample-filen. På baggrund heraf plottes alle performancegrafer og top 50 lister.



Bilag B - Opskalering

For at gøre det muligt at vurdere konsekvenserne af bygningers ændrede energiforbrug på forsyningssystemerne, er der på baggrund af huset fra 1961-1972 lavet en opskalering fra husniveau til landsniveau. Der er lavet 17 forskellige sæt årsprofiler, hvor udgangspunktet er en "Basiscase" der giver et samlet årsenergiprofil svarende til hvad der er angivet i SBI2010:56 - Danske bygningers energibehov i 2050 (Statens byggeforskningsinstitut, 2010). Ved opskaleringen er årsprofiler med forskelligt antal personer og forbrug blandet, så forbruget svarer til det gennemsnitlige landsforbrug. Derefter er der lavet 7 forbedringer med fjernvarme og 7 forbedringer med varmepumpe som primært opvarmningssystem.

Der er lavet profiler hvor energirammen bliver reduceret (50, 75, 100, 125 %) samt 3, hvor der er benyttet maksimal besparelse (forbedring af bygningen), maksimal produktion (store solceller og solvarme anlæg, men ingen ændring af bygningen) samt en med både stor besparelse og produktion. For at undersøge betydningen af familiens størrelse og forbrug er der endvidere lavet 3 sæt profiler med fjernvarme, hvor lavt forbrug er for 2 personer med lavt forbrug, middel forbrug er for 2 og 5 personer med middelforbrug og højt forbrug er for 5 personer med højt forbrug.

Tabel 9 viser udgangspunktet "Basiscase" og på baggrund heraf de 14 forskellige forbedringsscenarier samt de 3 scenarier med variation af antal personer og forbrug. Der er listet hvilke parametre, der er varieret for at opnå forbedringen, samt antallet af cases, der opfylder betingelserne. For uddybning af parameterværdiernes betydning, se Tabel 4. Endelig er målet for energiforbruget og det realiserede, aktuelle energiforbrug vist.

Første trin i opskaleringen har været at udarbejdet et samlet årsprofil ved at midle timeværdierne for de cases, der opfylder betingelserne. Dette er gjort for henholdsvis VBV, OPV og el. Herefter kan opskalering til landsniveau ske ved at addere værdierne time for time, dividere med 157 m^2 og gange med antallet af m^2 for parcelhuse i perioden 1961-1972 ($38.350.459 \text{ m}^2$).

Med denne fremgangsmåde kan de forskellige scenarier opskaleres, hvor ændringen fra "Basiscase" til den aktuelle case kan bestemmes og derefter kan det samlede profil for hele Danmark ændres.

B.1 Andre perioder

Der er ikke lavet basisprofil for andre perioder end 1961-1972. Ønskes det at regne på opgradering af andre tidsperioder er dette muligt for de scenarier, hvor der er lavet store ændringer. For disse, er bygningen nødt til at blive kraftigt renoveret og derfor vil forbruget komme til at ligne dem for perioden 1961-1972.

Da elforbruget stort set er uafhængig af boligens alder vil det beregnede basis elforbrug kunne bruges generelt. Det samme gør sig gældende for varmt brugsvand.

For opvarmning kan der med rimelighed ændres periode til en anden ved at gange en faktor på energiforbruget time for time. På den måde laves et nyt basis profil for en ny periode og derefter kan bygningsmassen forbedres og der kan tilføjes vedvarende energiproduktion.

	Navn	Orientering	Antal pers.	Forbrugsprofil	Infiltration	Mek. vent.	Str. vinduer	Vinduer	Ydermur	Loft	Gulv	St. SV	St. PV	OPV	Antal cases	Energiforbrug mål [kwh/m ² år]	Energiforbrug aktuel [kwh/m ² år]
Fjernvarme	Basiscase					0			< 6		< 5	0	0	3	29	136,4	137,7
	50 %										<= 4	0	< 2	3	270	68,2	67,5
	75 %							> 1		> 1	<= 4		< 2	3	648	34,1	33,3
	100 %							> 1	> 1	> 1	> 3			3	1840	0	-3,2
	125 %					> 0		> 1	> 3	5	5		> 1	3	392	-34,1	-32,1
	Maks produktion					0			< 6		< 5	3	3	3	32		41,3
	Maks besparelse					> 0		> 1	> 3	5	5	0	0	3	49		34,3
	Maks prod. + besp.					> 0		> 1	> 3	5	5	3	3	3	49		-47,5
	Lav forbrug		1	1										3	608		23,2
	Middel forbrug			2										3	1104		27,5
	Højt forbrug		2	3										3	608		36,6
Varmepumpe	50 %										<= 4	0	< 2	> 3	540	68,2	63,4
	75 %							> 1		> 1	<= 4		< 2	> 3	324	34,1	39,2
	100 %							> 1	> 1	> 1	> 3			> 3	920	0	4,7
	125 %					> 0		> 1	> 3	5	5		> 1	> 3	196	-34,1	-24,5
	Maks produktion					0			< 6		< 5	3	3	> 3	64		41,7
	Maks besparelse					> 0		> 1	> 3	5	5	0	0	> 3	98		35,0
	Maks prod. + besp.					> 0		> 1	> 3	5	5	3	3	> 3	98		-44,6

Table 9: Udgangspunktet "basiscase" og på baggrund heraf de 14 forskellige scenariefordringer samt 3 cases med variation af antal personer og forbrug. Vist er hvilke parametre, der er varieret for at opnå forbedringen, samt antallet af cases, der opfylder betingelserne. Derudover målet for energiforbruget og det realiserede, aktuelle energiforbrug.

Bilag C

Kildekode

```

function read_samples(file)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Læser sample-fil fra SimLab og konverterer til en .mat-fil. Filen fra
%   Simlab indeholder den komplette parametervariation.

%   Tast read_samples('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet
%   på .sam-filen.

%   Eksempel: read_samples('LavE1').
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser fuld filnavn og sti på sample-filen

samfile = strcat('../Logfiler/Samples/',file, '.sam');

if exist(samfile) == 2;      % kontrollerer om samplefilen eksisterer

    % Læs samplefilens indhold til en celle/streng
    samdata = textread(samfile, '%s', 'whitespace', ' ');

    n_cases = str2num(cell2mat(samdata(2)));      % antal cases
    n_variable = str2num(cell2mat(samdata(3)));  % antal variable

    % konverterer cellens indhold til numerisk data

    for i = 5:(n_cases+4)
        samples(i-4,:) = str2num(cell2mat(samdata(i,:)));
    end

    % gem data til .mat-fil

    matfile = strcat('../Logfiler/Samples/',file, '.mat');
    save(matfile, 'samples', 'n_cases', 'n_variable');
    disp([sprintf('\n'), ' Data gemt i: ', num2str(matfile), sprintf('\n')])

end

```

```

function read_BSim(name)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Læser BSim logfiler fra batchkørsel/resultatudtræk fra parameterliste
%   (ALT+X) og konverterer dem til .mat-filer.

%   Tast read_BSim('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet på
%   .disxml-filen og ikke det fulde navn på på logfilerne (som løbende
%   nummereres). Filerne skal være placeret i mappen Logfiler og heri en
%   mappe af samme navn som .disxml-filen/projektet/logfilerne. Eksempel:
%   read_BSim('kontor_3') og IKKE read_BSim('kontor_3_001')

%   På forhånd skal read_samples.m være kørt. Det kræver at sample-filen
%   er placeret i mappen Logfiler/Samples.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

samstr = strcat('../Logfiler/Samples/',name,'medVE.mat');

load(samstr) % henter antallet af cases

matmappe = strcat('../Logfiler/MAT-filer/',name); % sti og mappenavn til MAT-filerne

if exist(matmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én til MAT-filerne
    mkdir(matmappe);
end

%n_cases = 1;

% konverterer alle logfiler til .mat-filer

for j = 1:n_cases

    % Initialiser fuld filnavn og sti

    logfile = strcat('../Logfiler/',name,'/',name,'_',num2str(j),'.txt'); % alt-x filer
og batchkørsel
    %logfile = strcat('../Logfiler/',name,'/',name,'_1.txt'); % testfiler

    if exist(logfile) == 2; % kontrollerer om logfilen eksisterer

        datastr = textread(logfile,'%s','whitespace',' '); % læser logfilens indhold
til en celle/streng

        % finder startpunkt af numerisk data %
        start = [];
        slut = length(datastr);
        i = 1;
        while isempty(start);
            if length(cell2mat(datastr(i))) >= 30;
                start = i+1;
            end
            i = i+1;
        end

        % konverterer cellens indhold til numerisk data

```

```
for i = start:slut
    numdata(i-start+1,:) = str2num(cell2mat(datastr(i,:)));
end

% kontrollerer at data er læst fra time 1

if numdata(1,4) == 1;
    disp([sprintf('\n'),' Data korrekt læst!'])
else
    disp([sprintf('\n'),' Data starter IKKE med time 1!'])
end

% udtræk af tekststrengene

txtstr = textread(logfile,'%s','whitespace','\t');

for i = 5:size(numdata,2) % 6:size(numdata,2)+1 hvis batchkørsel
    labels(i-4) = {cell2mat(txtstr(i))};
end

disp([' Antal variable: ',num2str(size(labels,2))])

% gem data til .mat-fil

matfile = strcat('../Logfiler/MAT-filer/',name,'/',name,'_',num2str(j),'.mat');
save(matfile,'numdata','labels');
disp([' Data gemt i: ',num2str(matfile),sprintf('\n')])

else
    disp([logfile,' findes ikke!']);
end
end
```

```

function samples_BIEF(file)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Tilføjer flere kombinationer til eksisterende parametervariation.

%   Et antal parametervariationer er simuleret i BSim. Hver af disse prøves
%   med et antal VE-kombinationer.

%   Eksempel:
%   A = [1 2 1 0;          VE = [7 7;
%         1 1 3 1];          8 8];

%   B = [1 2 1 0 7 7;
%         1 2 1 0 8 8;
%         1 1 3 1 7 7;
%         1 1 3 1 8 8];

%   Tast samples_BIEF('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet
%   på .mat-filen.

%   Eksempel: samples_BIEF('LavE1').
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser fuld filnavn og sti på original sample-fil

orgsam = strcat('../Logfiler/Samples/',file, '.mat')

load(orgsam)

VE = [
0 0 1
0 0 2
0 0 3
0 0 4
0 0 5
0 1 1
0 1 2
0 1 3
0 1 4
0 1 5
0 2 1
0 2 2
0 2 3
0 2 4
0 2 5
0 3 1
0 3 2
0 3 3
0 3 4
0 3 5
1 0 1
1 0 2
1 0 3
1 0 4
1 0 5
1 1 1

```



```
1 1 2
1 1 3
1 1 4
1 1 5
1 2 1
1 2 2
1 2 3
1 2 4
1 2 5
1 3 1
1 3 2
1 3 3
1 3 4
1 3 5
2 0 1
2 0 2
2 0 3
2 0 4
2 0 5
2 1 1
2 1 2
2 1 3
2 1 4
2 1 5
2 2 1
2 2 2
2 2 3
2 2 4
2 2 5
2 3 1
2 3 2
2 3 3
2 3 4
2 3 5
3 0 1
3 0 2
3 0 3
3 0 4
3 0 5
3 1 1
3 1 2
3 1 3
3 1 4
3 1 5
3 2 1
3 2 2
3 2 3
3 2 4
3 2 5
3 3 1
3 3 2
3 3 3
3 3 4
3 3 5];
```

```
% Fletning af matricer
```

```
rS = size(samples,1);      % antal rækker i den originale sample-fil
cS = size(samples,2);      % antal kolonner i den originale sample-fil
rVE = size(VE,1);         % antal rækker i VE
cVE = size(VE,2);         % antal kolonner i VE

for i = 1:rS
    for k = 1:rVE
        FU((rVE*(i-1)+k),1:cS) = samples(i,:);
        FU((rVE*(i-1)+k),(cS+1):(cS+cVE)) = VE(k,:);
    end
end

n_cases = rS*rVE;
n_variable = cS+cVE;

% gem data til .mat-fil

matfile = strcat('..../Logfiler/Samples/',file,'medVE.mat');
save(matfile,'FU','n_cases','n_variable');
disp([sprintf('\n'),' Data gemt i: ',num2str(matfile),sprintf('\n')])
```

```

function beregn(name)

%%% Beregningsrutine for Bygningsintegreret energiforsyning %%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Beregner timeprofiler for forbrug, produktion og behov af VBV, OPV og
%   el på baggrund af forskellige bygninger (forbrugsmønster, orientering,
%   antal personer, konstruktioner, VE mm.) simuleret i BSim.

%   Tast beregn('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet på
%   .disxml-filen/projektet/logfilerne. Eksempel: beregn('LavE1')

%   På forhånd skal read_samples.m, read_BSim.m og evt. samples_BIEF.m
%   være kørt. Det kræver at alle logfiler/resultatfiler fra BSim skal
%   være placeret i mappen Logfiler og heri en mappe af samme navn som
%   .disxml-filen/projektet samt at sample-filen er placeret i mappen
%   Logfiler/Samples.

%   Nomenklatur
%   VBV   -   Varmt brugsvand
%   OPV   -   Opvarmning
%   FV    -   Fjernvarme
%   SV    -   Solvarme
%   PV    -   Photo-Voltaic (solcelle)
%   VP    -   Varmepumpe
%   VE    -   Vedvarende energikilder
%   MV    -   Mekanisk ventilation
%   COP   -   Coefficient Of Performance (~virkningsgrad)
%   FU    -   Fætter Uhyggelig (den totale parametervariation inkl. VE)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser fuld filnavn og sti på sample-filen

samstr = strcat('../Logfiler/Samples/',name,'medVE.mat');

load(samstr) % henter sample-filen og parametervariationen

% Initialiser variable fra parametervariationen ("samples" hvis batch-kørsel, "FU" hvis
sample-filen har været igennem samples_BIEF.m)

ori = FU(:,1);           % orientering af tagflade med SV og PV (S,V)
n_pers = FU(:,2);       % antal personer (2,5)
forbr = FU(:,3);        % forbrugsmønster (S,M,L)
inf = FU(:,4);          % infiltration (1/2 h-1,Forbedret)
mekvent = FU(:,5);      % mekanisk ventilation (Ingen,BR10,God)
St_vinduer = FU(:,6);   % størrelse vinduer (Små,Store)
vinduer = FU(:,7);      % vinduer (1,2,3,4,5)
ydermur = FU(:,8);      % ydermur (1,2,3,4,5,6)
loft = FU(:,9);         % loft (1,2,3,4,5)
gulv = FU(:,10);        % gulv (1,2,3,4,5)
St_sol = FU(:,11);      % størrelse af solvarme (Ingen,S,M,L)
St_PV = FU(:,12);       % størrelse af solceller (Ingen,S,M,L)
St_VP = FU(:,13);       % opvarmning/varmepumpe (Olie,Gas,FV,Dårlig,God)

for k = 1:n_cases

```

```

% henter .MAT-filerne indeholdende BSim-resultater

%bsimfile = strcat('../Logfiler/MAT-filer/',name,'/',name,'_',num2str(k),'.mat'); %
alt-x filer og batchkørsel
bsimfile = strcat('../Logfiler/MAT-filer/',name,'/',name,'_',num2str(ceil(k/80)),'.
mat'); % alt-x filer BIEF projekt
%bsimfile = strcat('../Logfiler/MAT-filer/',name,'/',name,'_1','.mat'); % testfiler

load(bsimfile) % henter parameterlisten fra BSim-kørslen

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% FORBRUG
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser variable fra parameterlisten

qheat = numdata(:,5)*1000; % qHeating
htcoil = numdata(:,6)*1000; % HtCoil
qequip = numdata(:,7)*1000; % qEquipment
qlight = numdata(:,8)*1000; % qLighting
fanpow = numdata(:,9)*1000; % FanPower
Top = numdata(:,10); % den operative temperatur
CO2 = numdata(:,11); % CO2-koncentration
RF = numdata(:,12); % relativ fugtighed

MV_elforb = sum(fanpow); % årssum af FanPower til brug i energirammeberegning
El_hushold = sum(qequip) + sum(qlight); % årssum af husholdningsel

% Varmt brugsvand %

load VBV.mat;

VBV_forb = VBV(:,(n_pers(k)*3-3+forbr(k))); % læser i VBV-databasen afhængig af
antal personer og forbrugsmønster

% Opvarmning %
% - bestående af qHeating og HtCoil fra BSim

OPV_forb = qheat + htcoil; % OPV forbrug (fra BSim)

% Varme (Varmt brugsvand plus opvarmning)

Varme_forb = VBV_forb + OPV_forb;

% El %
% - bestående af qEquipment, qLighting og FanPower fra BSim

El_forb = qequip + qlight + fanpow; % el forbrug (fra BSim)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

% PRODUKTION
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Solvarme %

SVudstyr = [2.2 200;          % [Areal Beholdervolumen] for solvarmeanlæggenes 3
størrelser
            4.4 300;
            6.6 400];

% kontrollerer om der er valgt solvarme
if St_sol(k) == 0;
    Ptap = zeros(8760,1);
    spild = 0;
    Eoverprod = 0;
else
    [Ptap spild Eoverprod] = solvarme(ori(k),SVudstyr(St_sol(k),1),SVudstyr(St_sol
(k),2),Varme_forb); % henter timeværdier af solvarmeproduktionen i solvarme.m
end

SV_prod = Ptap;          % solvarmeproduktionen defineres som den
tappede effekt
SV_overprodkWh = Eoverprod/1000; % årlig spild/overproduktion i kWh
SV_overprodpcnt = spild;      % årlig spild/overproduktion i procent

% Solceller %

load PV.mat;

if St_PV(k) == 0;
    PV_prod = zeros(8760,1);
else
    PV_prod = PV(:,(ori(k)*3-3+St_PV(k))); % læser i PV-databasen afhængig af
orientering og størrelse
end

% Varmepumpe - produktion flyttet ned, da det afhænger af behovet

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% BEHOV (rest)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Varmt brugsvand %

VBV_behov = max((VBV_forb-SV_prod),0); % VBV behov (forbrug - produktion) såfremt
det er større end 0

% Opvarmning %

OPV_behov = OPV_forb - max((SV_prod-VBV_forb),0); % OPV behov (forbrug - evt.
overskydende produktion efter VBV)

```

```

% Opvarmningstype og varmepumpe - NB! Produktion %

switch St_VP(k)
    case 1      % Olie
        VP_prod = zeros(8760,1);
        minCOP = 1;
        maxCOP = 1;
    case 2      % Gas
        VP_prod = zeros(8760,1);
        minCOP = 1;
        maxCOP = 1;
    case 3      % FV
        VP_prod = zeros(8760,1);
        minCOP = 1;
        maxCOP = 1;
    case 4      % Dårlig VP
        VP_prod = VBV_behov + OPV_behov;      % varmepumpen skal dække resterende VBV
+ OPV behov efter produktion
        VBV_behov = zeros(8760,1);          % variabelen VBV behov bliver dermed 0
        OPV_behov = zeros(8760,1);          % variabelen VBV behov bliver dermed 0
        minCOP = 2;                          % mindste COP ("vinter")
        maxCOP = 3;                          % største COP ("sommer")
    case 5      % God VP
        VP_prod = VBV_behov + OPV_behov;      % varmepumpen skal dække resterende VBV
+ OPV behov efter produktion
        VBV_behov = zeros(8760,1);          % variabelen VBV behov bliver dermed 0
        OPV_behov = zeros(8760,1);          % variabelen VBV behov bliver dermed 0
        minCOP = 3;                          % mindste COP ("vinter")
        maxCOP = 4;                          % største COP ("sommer")
    otherwise
        disp('Der er angivet en værdi i samples udenfor interval');
end;

COPaar = COP(minCOP,maxCOP);      % henter timeværdier af COP'en i COP.m
(propotionelt med jordtemperatur)
VP_elbehov = VP_prod ./ COPaar;    % elbehov varmepumpe (ydelse/COP)

% El %

El_behov = (El_forb + VP_elbehov) - PV_prod;    % el behov (el forbrug og el til VP
- produktion)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% GEM TIL FIL (første udkast til Risø)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%risobehov = [VBV_behov OPV_behov El_behov];

%resmappe = strcat('../Resultater/',name);    % sti og mappenavn til resultater

%if exist(resmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én
%    mkdir(resmappe);
%end

```

```

%risofil = strcat(' ../Resultater/',name,'/',name,nr,'.mat');
%save(risofil,'risobehov')

%samlet = [VBV_forb OPV_forb SV_prod VBV_behov OPV_behov VP_prod El_forb VP_elbehov
PV_prod El_behov];
%testfil = strcat(' ../Resultater/Rutinetest/Test',nr,'.mat');
%save(testfil,'samlet');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% GEM DATA I RESULTATMATRICER
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Res(:,1:4) = [VBV_forb OPV_forb Varme_forb El_forb]; % forbrug skrives til matrix
Res(:,5:7) = [SV_prod PV_prod VP_prod]; % produktion skrives til matrix
Res(:,8:11) = [VBV_behov OPV_behov El_behov VP_elbehov]; % behov skrives til
matrix
Res(:,12:14) = [Top CO2 RF]; % indeklimaparametre skrives til matrix

resmappe = strcat(' ../Resultater/',name); % sti og mappenavn til resultater

if exist(resmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én
    mkdir(resmappe);
end

resfil = strcat(' ../Resultater/',name,'/',name,'_res_',num2str(k),'_res.mat');
save(resfil,'Res');

Enk(k,1) = SV_overprodWh; % overproduktion/spild af solvarme skrives som
enkeltværdi til matrix
Enk(k,2) = SV_overprodPct; % overproduktion/spild af solvarme skrives som
enkeltværdi til matrix
Enk(k,3) = MV_elforb; % årssum af elforbrug til ventilation skrives som
enkeltværdi til matrix
Enk(k,4) = El_hushold; % årssum af husholdningsel skrives som enkeltværdi til
matrix

disp(['Beregningsstatus: ',num2str(k),' af ',num2str(n_cases)]);

end

%disp('Resultatfiler gemmes i mat-filer...');

% Gem resultatmatrix til .mat-fil

%resfil = strcat(' ../Resultater/',name,'/',name,'_res.mat');
%save(resfil,'Res');

% Gem enkeltværdier til .mat-fil

enkfil = strcat(' ../Resultater/',name,'/',name,'_enk.mat');
save(enkfil,'Enk');

disp('Resultatfiler gemt!');

```

```

function databehandl(name)

%%% Databehandlingsrutine for Bygningsintegreret energiforsyning %%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Foretager databehandling af timeprofilerne fra beregningsrutinen.

%   Tast databehandl('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet
%   på .disxml-filen/projektet/logfilerne. Eksempel: databehandl('LavE1')

%   På forhånd skal read_samples.m, read_BSim.m, evt. samples_BIEF.m og
%   beregn.m være kørt. Det kræver at alle logfiler/resultatfiler fra BSim
%   skal være placeret i mappen Logfiler og heri en mappe af samme navn
%   som .disxml-filen/projektet samt at sample-filen er placeret i mappen
%   Logfiler/Samples.

%   Nomenklatur
%   VBV   -   Varmt brugsvand
%   OPV   -   Opvarmning
%   FV    -   Fjernvarme
%   SV    -   Solvarme
%   PV    -   Photo-Voltaic (solcelle)
%   VP    -   Varmepumpe
%   VE    -   Vedvarende energikilder
%   MV    -   Mekanisk ventilation
%   COP   -   Coefficient Of Performance (~virkningsgrad)
%   FU    -   Fætter Uhyggelig (den totale parametervariation inkl. VE)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser fuld filnavn og sti på enk-resultatfil og sample-filen

enkfil = strcat(' ../Resultater/' ,name, '/' ,name, '_enk.mat' );
load(enkfil)      % henter enkeltværdier fra beregningsrutinen

samstr = strcat(' ../Logfiler/Samples/' ,name, 'medVE.mat' );
load(samstr)     % henter sample-filen og parametervariationen

% Initialiser variable fra parametervariationen ("samples" hvis batch-kørsel, "FU" hvis
sample-filen har været igennem samples_BIEF.m)

ori = FU(:,1);      % orientering af tagflade med SV og PV (S,V)
n_pers = FU(:,2);  % antal personer (2,5)
forbr = FU(:,3);   % forbrugsmønster (S,M,L)
inf = FU(:,4);     % infiltration (1/2 h-1,Forbedret)
mekvent = FU(:,5); % mekanisk ventilation (Ingen,BR10,God)
St_vinduer = FU(:,6); % størrelse vinduer (Små,Store)
vinduer = FU(:,7); % vinduer (1,2,3,4,5)
ydermur = FU(:,8); % ydermur (1,2,3,4,5,6)
loft = FU(:,9);    % loft (1,2,3,4,5)
gulv = FU(:,10);   % gulv (1,2,3,4,5)
St_sol = FU(:,11); % størrelse af solvarme (Ingen,S,M,L)
St_PV = FU(:,12);  % størrelse af solceller (Ingen,S,M,L)
St_VP = FU(:,13);  % opvarmning/varmepumpe (Olie,Gas,FV,Dårlig,God)

%%% Priser på renovering og anskaffelse af VE til de forskellige huse %%%

```



```
% System: [Faktor* Vinduer Ydermur Loft Gulv MV SV PV] *prisforøgelsesfaktor
for at udvide til store vinduer
```

```
Kr6172 = [
    1      0      0      0      0      125875  25257  72841
  1.213  0      0      0      0      165250  33071  120910
    0    113251  13116  0      125693  0      39886  169591
    0      0      0      81840  512493  0      0      0
    0    179529  422685  121440  551880  0      0      0
    0      0    630965  0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0];
```

```
Kr7378 = [
    1      0      0      0      0      125875  25257  72841
  1.213  0      0      0      0      165250  33071  120910
    0    113251  0      0      125693  0      39886  169591
    0      0      0      73920  512493  0      0      0
    0    179529  409569  106920  551880  0      0      0
    0      0    625071  0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0];
```

```
Kr7998 = [
    1      0      0      0      0      125875  25257  72841
  1.213  0      0      0      0      165250  33071  120910
    0    113251  0      0      0      0      39886  169591
    0      0      0      34320  512493  0      0      0
    0    179529  409569  67320  551880  0      0      0
    0      0    625071  0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0];
```

```
KrPrototypehuset = [
    1      0      0      0      0      125875  25257  72841
    1      0      0      0      0      165250  33071  120910
    0      0      0      0      0      0      39886  169591
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0    500000  500000  500000  363594  0      0      0];
```

```
KrKomforthus = [
    1      0      0      0      0      0      25257  72841
    1      0      0      0      0      39375  33071  120910
    0      0      0      0      0      0      39886  169591
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0
    0      0      0      0      0      0      0      0];
```

```
prisstr = strcat('Kr',name);
```

```

Pris = eval(prisstr);

%%% Areal af husene %%%

A6172 = 157;
A7378 = 157;
A7998 = 157;
APrototypehuset = 176;
AKomforthus = 169;

Astr = strcat('A',name);
Areal = eval(Astr);

%%% Definition af energirammer %%%

BR2005 = 70 + 2200/Areal;
BR2010 = 52.5 + 1650/Areal;
BR2015 = 30 + 1000/Areal;
BR2020 = 15 + 500/Areal;
BR2025 = 0;
BR2030 = -(15 + 500/Areal);
BR2035 = -(30 + 1000/Areal);
BR2040 = -(45 + 1500/Areal);
BR2045 = -(60 + 2000/Areal);
BR2050 = -(75 + 2500/Areal);

%%% CO2 udledning og virkningsgrader %%%

CO2eq = [0.265 0.204 0.130 0 0 0.547]; % CO2-udledning for olie, gas, FV, dårlig VP,
god VP og el [kg/kWh]

% Virkningsgrader [Olie Gas FV Dårlig VP God VP El]

eta6172 = [0.82 0.85 1 1 1 1];
eta7378 = [0.84 0.88 1 1 1 1];
eta7998 = [0.86 0.90 1 1 1 1];
etaPrototypehuset = [0.84 0.88 1 1 1 1];
etaKomforthus = [0.95 1 1 1 1 1];

etastr = strcat('eta',name);
eta = eval(etastr);

Ngltal = zeros(n_cases,21); % prædefinerer størrelsen på nøgletalsmatricen
size(Ngltal)

for k = 1:n_cases

    % Initialiser variable fra resultatmatricen

    resfil = strcat(' ../Resultater/',name,'/',name,'_res_',num2str(k),'.mat');

    load(resfil);

    VBV_forb = Res(:,1);
    OPV_forb = Res(:,2);
    Varme_forb = Res(:,3);

```

```

El_forb = Res(:,4);
SV_prod = Res(:,5);
PV_prod = Res(:,6);
VP_prod = Res(:,7);
VBV_behov = Res(:,8);
OPV_behov = Res(:,9);
El_behov = Res(:,10);
VP_elbehov = Res(:,11);
Top = Res(:,12);
CO2 = Res(:,13);
RF = Res(:,14);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% NØGLETAL
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

VBV_totforb = sum(VBV_forb)/1000;      % årsforbrug af VBV
OPV_totforb = sum(OPV_forb)/1000;      % årsforbrug af OPV
Varme_totforb = sum(Varme_forb)/1000;  % årsforbrug af VBV og OPV
El_totforb = sum(El_forb)/1000 + sum(VP_elbehov)/1000;  % årsforbrug af el

SV_totprod = sum(SV_prod)/1000;        % årsproduktionen af solvarme
PV_totprod = sum(PV_prod)/1000;        % årsproduktion solcelle
VP_totprod = sum(VP_prod)/1000;        % årsproduktion varmepumpe

VBV_totbehov = sum(VBV_behov)/1000;    % årsbehov af VBV
OPV_totbehov = sum(OPV_behov)/1000;    % årsbehov af OPV
El_totbehov = sum(El_behov)/1000;      % årsbehov af el
VP_totelbehov = sum(VP_elbehov)/1000;  % årsbehov af el til VP
Energ_i_totbehov = (VBV_totbehov + OPV_totbehov + El_totbehov); % årsbehov af energi

SV_overprodkWh = Enk(k,1);              % overproduktion/spild af solvarme i kWh
SV_overprodpcnt = Enk(k,2);            % overproduktion/spild af solvarme i
procent
MV_elforb = Enk(k,3)/1000;             % årssum af elforbrug til ventilation
El_hushold = Enk(k,4)/1000;           % årssum af husholdningsel

% Dækningsgrader

% Varme - produktion fra SV + VP ift. forbrug af VBV + OPV

Varme_daek = (SV_totprod + VP_totprod) / Varme_totforb * 100;    % dækningsgrad
varme

% El - produktion fra PV ift. forbrug af el + VP-drift

El_daek = PV_totprod / El_totforb * 100;    % dækningsgrad solcelle

% Total - produktion fra SV + VP + PV ift. forbrug af VBV + OPV + el + VP-drift

Total_daek = (SV_totprod + VP_totprod + PV_totprod) / (Varme_totforb + El_totforb)
* 100;    % total dækningsgrad

% Ellager i nettet (produktion fra PV - elforbrug time for time, såfremt det er
større end 0)

```

```

for i = 1:length(PV_prod)
    El_overskud(i) = PV_prod(i) - (El_forb(i) + VP_elbehov(i));
end

El_lagerkWh = sum(max(El_overskud,0))/1000;

% Ellager i nettet i procent

if PV_totprod == 0;
    El_lagerpct = 0;
else
    El_lagerpct = (El_lagerkWh/PV_totprod*100);
end

% Elsalg til net

El_salg = abs(min(El_totbehov,0));

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% INDEKLIMA
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

hr21 = length(find(Top < 21));
hr2128 = length(find(Top >= 21 & Top <= 28));
hr2832 = length(find(Top > 28 & Top <= 32));
hr32 = length(find(Top > 32));

termisk = [hr21 hr32 hr2832 hr2128];    % skriver værdier til plot (mod urets
retning)

for i = 1:4
    termisk(1,i) = max(termisk(1,i),0.001);    % konverterer værdien 0 til 0.001
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ENERGIRAMMEN
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Ebehov = (VBV_totbehov + OPV_totbehov + MV_elforb*2.5 + VP_totelbehov*2.5 -
PV_totprod*2.5)/Areal;    % Energibehov

Samlet_varme = (VBV_totbehov + OPV_totbehov)/Areal;    % samlet varme bestående af
VBV totalbehov + OPV totalbehov
Samlet_el = (MV_elforb*2.5 + VP_totelbehov*2.5 - PV_totprod*2.5)/Areal;    % samlet
el bestående af forbrug til MV + totalbehov til VP - totalproduktion af PV
(primærenergi)

% Hvis huse med FV er klasse 2015 eller bedre, ganges faktor 0.8 på FV

if St_VP(k) == 3
    Etjek = (VBV_totbehov*0.8 + OPV_totbehov*0.8 + MV_elforb*2.5 + VP_totelbehov*2.
5 - PV_totprod*2.5)/Areal;
    if (Etek <= BR2015)

```

```

    Ebehov = Etjek;
    Samlet_varme = (VBV_totbehov*0.8 + OPV_totbehov*0.8)/Areal;
end
end

% Tekststrengene til A4-plot

if (Ebehov > BR2005)
    Eramme = 'Før 2005';
elseif (Ebehov > BR2010 && Ebehov <= BR2005)
    Eramme = '2005';
elseif (Ebehov > BR2015 && Ebehov <= BR2010)
    Eramme = '2010';
elseif (Ebehov > BR2020 && Ebehov <= BR2015)
    Eramme = '2015';
elseif (Ebehov > BR2025 && Ebehov <= BR2020)
    Eramme = '"2020"';
elseif (Ebehov > BR2030 && Ebehov <= BR2025)
    Eramme = '"2025"';
elseif (Ebehov > BR2035 && Ebehov <= BR2030)
    Eramme = '"2030"';
elseif (Ebehov > BR2040 && Ebehov <= BR2035)
    Eramme = '"2035"';
elseif (Ebehov > BR2045 && Ebehov <= BR2040)
    Eramme = '"2040"';
elseif (Ebehov > BR2050 && Ebehov <= BR2045)
    Eramme = '"2045"';
elseif (Ebehov <= BR2050)
    Eramme = '"2050"';
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ØKONOMI
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Henter priser på MV, SV og PV

if mekvent(k) == 0      % hvis ingen MV valgt, sættes prisen til 0
    MVpris = 0;
else
    MVpris = Pris(mekvent(k),6);
end

if St_sol(k) == 0      % hvis ingen SV valgt, sættes prisen til 0
    SVpris = 0;
else
    SVpris = Pris(St_sol(k),7);
end

if St_PV(k) == 0      % hvis ingen PV valgt, sættes prisen til 0
    PVpris = 0;
else
    PVpris = Pris(St_PV(k),8);
end
end

```

```

% Pris VP

if (St_VP(k) == 4 || St_VP(k) == 5)
    kWpeakVP = max(Varme_forb)/1000; % peak-værdi varmekonsum (afgør størrelse på
VP anlæg og dermed prisen)
    VPpris = (5219.5 * kWpeakVP + 93046); % bidrag fra VP
else
    VPpris = 0;
end

renopris = (Pris(St_vinduer(k),1)*Pris(vinduer(k),2) + Pris(ydermur(k),3) + Pris
(loft(k),4) + Pris(gulv(k),5)); % bidrag fra vinduer, ydermur, loft og gulv
VEpris = (MVpris + SVpris + PVpris + VPpris); % bidrag fra MV, SV, PV og VP
totpris = (renopris + VEpris); % totalpris for energireovering

% Til plot (afrundet til hele tusind kr.)

renoprisplot = 1000*round(renopris/1000);
VEprisplot = 1000*round(VEpris/1000);
totprisplot = 1000*round(totpris/1000);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% CO2 og VIRKNINGSGRADER
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

CO2vbv = VBV_totbehov / eta(St_VP(k)) * CO2eq(St_VP(k)); % CO2-udledning ved
aftagning af VBV fra nettet [kg]
CO2opv = OPV_totbehov / eta(St_VP(k)) * CO2eq(St_VP(k)); % CO2-udledning ved
aftagning af OPV fra nettet [kg]
CO2el = El_totbehov / eta(6) * CO2eq(6); % CO2-udledning ved aftagning af el fra
nettet [kg]

CO2tot = CO2vbv + CO2opv + CO2el; % samlet CO2-udledning [kg]

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% GEM NØGLETAL I MATRIX
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Ngltal(k,1) = k;
Ngltal(k,2) = Ebehov;
Ngltal(k,3) = Samlet_varme;
Ngltal(k,4) = Samlet_el;
Ngltal(k,5) = Energi_totbehov;
Ngltal(k,6) = SV_overprodWh;
Ngltal(k,7) = SV_overprodpc;
Ngltal(k,8) = El_lagerkWh;
Ngltal(k,9) = El_lagerpc;
Ngltal(k,10) = El_salg;
Ngltal(k,11) = Varme_daek;
Ngltal(k,12) = El_daek;
Ngltal(k,13) = Total_daek;
Ngltal(k,14) = (VP_totelbehov/Areal);
Ngltal(k,15) = renoprisplot;
Ngltal(k,16) = VEprisplot;
Ngltal(k,17) = totprisplot;

```

```

Ngltal(k,18) = CO2vbv;
Ngltal(k,19) = CO2opv;
Ngltal(k,20) = CO2el;
Ngltal(k,21) = CO2tot;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% A4-PLOT
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Søjlediagram

bar_forb = [VBV_totforb/Areal OPV_totforb/Areal MV_elforb/Areal El_hushold/Areal; 0
0 0 0; 0 0 0 0];
bar_prod = [0 0 0 0 ; VP_totprod/Areal SV_totprod/Areal PV_totprod/Areal 0; 0 0 0
0];
bar_behov = [0 0 0 0; 0 0 0 0; VBV_totbehov/Areal OPV_totbehov/Areal max
(El_totbehov/Areal,0) 0];

figure

close all
set(figure,'Visible','off');

subplot(12,2,[1 7])
hold on
h = bar(bar_forb,'stacked');
g = bar(bar_prod,'stacked');
w = bar(bar_behov,'stacked');
set(h(1),'facecolor','r')
set(h(2),'facecolor',[0 0.9 0])
set(h(3),'facecolor','w')
set(h(4),'facecolor','m')
set(g(1),'facecolor','b')
set(g(2),'facecolor',[0.9 0.6 0.3])
set(g(3),'facecolor',[0.9 0.9 0])
set(w(1),'facecolor','k')
set(w(2),'facecolor',[0.3 0.6 0.9])
set(w(3),'facecolor',[0 0.5 0])
set(gca,'XTickLabel',{'','Forbrug','Prod.','Behov','','',''},'FontSize',
8,'FontWeight','Bold')
title('Fordeling','FontSize',10,'FontWeight','Normal')
axis([0 7 0 250])
h_legb = legend([h(1) h(2) h(3) h(4) g(1) g(2) g(3) w(1) w(2) w(3)],['VBV ('
num2str(VBV_totforb/Areal,'%3.0f'),')'],['OPV (' ,num2str(OPV_totforb/Areal,'%3.0
f'),')'],['El MV (' ,num2str(MV_elforb/Areal,'%3.0f'),')'],['El Hush. (' ,num2str
(El_hushold/Areal,'%3.0f'),')'],['VP varme (' ,num2str(VP_totprod/Areal,'%3.0f'),')'],
['Solvarme (' ,num2str(SV_totprod/Areal,'%3.0f'),')'],['Solcelle (' ,num2str
(PV_totprod/Areal,'%3.0f'),')'],['VBV (' ,num2str(VBV_totbehov/Areal,'%3.0f'),')'],
['OPV (' ,num2str(OPV_totbehov/Areal,'%3.0f'),')'],['El (' ,num2str(El_totbehov/Areal,'%3.0
f'),')']);
set(h_legb,'FontSize',8,'FontWeight','Normal');
ylabel('Energi [kWh/m^2 år]')
grid on

% Overskrift

```

```

text(7.7,290,['Hus: ',name,' - case ',num2str(k)],'FontSize',↵
14,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center')

% Termisk indeklimadiagram

subplot(12,2,[2 8])
h = pie(termisk);
hp = findobj(h,'Type','patch');
set(h(2:2:8),'FontSize',8);
set(hp(1),'FaceColor',[0 0 0.7]);
set(hp(2),'FaceColor',[0.9 0.9 0]);
set(hp(3),'FaceColor',[0.7 0 0]);
set(hp(4),'FaceColor',[0 0.6 0]);
title('Operativ temperatur','FontSize',10,'FontWeight','Normal')
h_leggp = legend([hp(4) hp(3) hp(2) hp(1)],'21-28°C','28-32°C','> 32°C','< 21°↵
C','Location','NorthEast');%, 'Orientation','horizontal');
set(h_leggp,'FontSize',7);

% Tekst

subplot(12,2,9:14)
hold on
set(gca,'Visible','off')

% Samples 1

text(-0.07,0.91,'Casens parametre:', 'FontSize',9,'FontWeight','bold')
text(-0.07,0.82,'Orientering: ', 'FontSize',8)
text(0.18,0.82,num2str(ori(k),'%3.0f'),'FontSize',8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.74,'Antal personer: ', 'FontSize',8)
text(0.18,0.74,num2str(n_pers(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.66,'Forbrug: ', 'FontSize',8)
text(0.18,0.66,num2str(forbr(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.58,'Infiltration: ', 'FontSize',8)
text(0.18,0.58,num2str(inf(k),'%3.0f'),'FontSize',8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.50,'Mek. vent.: ', 'FontSize',8)
text(0.18,0.50,num2str(mekvent(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')

% Samples 2

text(0.25,0.82,'Str. vinduer: ', 'FontSize',8)
text(0.46,0.82,num2str(St_vinduer(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.74,'Vinduer: ', 'FontSize',8)
text(0.46,0.74,num2str(vinduer(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.66,'Ydermur: ', 'FontSize',8)
text(0.46,0.66,num2str(ydermur(k),'%3.0f'),'FontSize',↵
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.58,'Loft: ', 'FontSize',8)
text(0.46,0.58,num2str(loft(k),'%3.0f'),'FontSize',8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.50,'Gulv: ', 'FontSize',8)

```



```

text(0.46,0.50,num2str(gulv(k),'%3.0f'),'FontSize',8,'HorizontalAlignment','right')

% Samples 3

text(0.53,0.82,'Solvarme: ','FontSize',8)
text(0.74,0.82,num2str(St_sol(k),'%3.0f'),'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.53,0.74,'Solcelle: ','FontSize',8)
text(0.74,0.74,num2str(St_PV(k),'%3.0f'),'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.53,0.66,'Opvarmning/VP: ','FontSize',8)
text(0.74,0.66,num2str(St_VP(k),'%3.0f'),'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')

% CO2 udledning

text(0.81,0.91,'CO2 udledning: ','FontSize',9,'FontWeight','bold')
text(0.81,0.82,'Fra VBV: ','FontSize',8)
text(1.02,0.82,[num2str(CO2vbw,'%3.0f'),' kg/år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.81,0.74,'Fra OPV: ','FontSize',8)
text(1.02,0.74,[num2str(CO2opv,'%3.0f'),' kg/år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.81,0.66,'Fra el: ','FontSize',8)
text(1.02,0.66,[num2str(CO2el,'%3.0f'),' kg/år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.81,0.58,'Total: ','FontSize',8)
text(1.02,0.58,[num2str(CO2tot,'%3.0f'),' kg/år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')

% Energiramme

text(-0.07,0.38,'Energiramme (primær energi): ','FontSize',9,'FontWeight','bold')
text(-0.07,0.29,'Energibehov: ','FontSize',8)
text(0.18,0.29,[num2str(Ebehov,'%3.0f'),' kWh/m^2 år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.21,'Varme samlet: ','FontSize',8)
text(0.18,0.21,[num2str(Samlet_varme,'%3.0f'),' kWh/m^2 år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.13,'El samlet: ','FontSize',8)
text(0.18,0.13,[num2str(Samlet_el,'%3.0f'),' kWh/m^2 år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(-0.07,0.05,'Energiramme: ','FontSize',8)
text(0.18,0.05,Eramme,'FontSize',8,'HorizontalAlignment','right')

% Nøgletal

text(0.25,0.38,'Solfanger/solcelle: ','FontSize',9,'FontWeight','bold')
text(0.25,0.29,'Overprod. SV: ','FontSize',8)
text(0.46,0.29,[num2str(SV_overprodkWh,'%3.0f'),' kWh/år'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.21,'Overprod. SV: ','FontSize',8)
text(0.46,0.21,[num2str(SV_overprodpc,'%3.0f'),' %'],'FontSize',8,
8,'HorizontalAlignment','right')
text(0.25,0.13,'Ellager net: ','FontSize',8)
text(0.46,0.13,[num2str(El_lagerkWh,'%3.0f'),' kWh/år'],'FontSize',8,

```

```

8, 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.25,0.05, 'Elsalg net: ', 'FontSize', 8)
    text(0.46,0.05,[num2str(El_salg, '%3.0f'), ' kWh/år'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')

% Dækningsgrader

text(0.53,0.38, 'VE årsdækningsgrader:', 'FontSize', 9, 'FontWeight', 'bold')
text(0.53,0.29, 'Varme: ', 'FontSize', 8)
text(0.74,0.29,[num2str(Varme_daek, '%3.0f'), ' %'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.53,0.21, 'El: ', 'FontSize', 8)
text(0.74,0.21,[num2str(El_daek, '%3.0f'), ' %'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.53,0.13, 'Total: ', 'FontSize', 8)
text(0.74,0.13,[num2str(Total_daek, '%3.0f'), ' %'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.53,0.05, 'El VP: ', 'FontSize', 8)
text(0.74,0.05,[num2str((VP_totelbehov/Areal), '%3.0f'), ' kWh/m^2 år'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')

% Økonomi

text(0.81,0.38, 'Økonomi:', 'FontSize', 9, 'FontWeight', 'bold')
text(0.81,0.29, 'Renovering: ', 'FontSize', 8)
text(1.02,0.29,[num2str(renoprisplot, '%3.0f'), ' kr'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.81,0.21, 'VE: ', 'FontSize', 8)
text(1.02,0.21,[num2str(VEprisplot, '%3.0f'), ' kr'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.81,0.13, 'Samlet: ', 'FontSize', 8)
text(1.02,0.13,[num2str(totprisplot, '%3.0f'), ' kr'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')
text(0.81,0.05, 'Boligareal: ', 'FontSize', 8)
text(1.02,0.05,[num2str(Areal, '%3.0f'), ' m^2'], 'FontSize', ↵
8, 'HorizontalAlignment', 'right')

% Forbrugsprofiler/årsplot

T = linspace(1,8760,8760);

ymax6172 = 15;
ymax7378 = 15;
ymax7998 = 15;
ymaxPrototypehuset = 15;
ymaxKomforthus = 15;

ymaxstr = strcat('ymax',name);
ymax = eval(ymaxstr);

subplot(12,2,15:24)
hold on
plot(T,VBV_forb/1000, 'r-')
plot(T,OPV_forb/1000, 'Color',[0 0.9 0])
plot(T,El_forb/1000, 'c-')
plot(T,VP_prod/1000, 'b-')

```

```

plot(T,SV_prod/1000,'Color',[0.9 0.6 0.3])
plot(T,PV_prod/1000,'Color',[0.9 0.9 0])
plot(T,VP_elbehov/1000,'k-')
set(gca,'FontSize',8,'FontWeight','Bold')
axis([0 8760 0 ymax])
h_legg = legend({'VBV forb','OPV forb','El forb','VP prod','SV prod','PV prod','El
VP'},'Location','North','Orientation','horizontal');
set(h_legg,'FontSize',8);
xlabel('Time [h]','FontSize',8,'FontWeight','Bold')
ylabel('Energi [kWh]','FontSize',8,'FontWeight','Bold')

% Print til PDF

subplotmappe = strcat('../Plots/',name,'/Caseark'); % sti og mappenavn til plots

if exist(subplotmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én
    mkdir(subplotmappe);
end

plotsub = strcat(subplotmappe,'/',name,'_',num2str(k),'.pdf'); % fuld filnavn og
sti til plottet (PDF)

set(gcf,'PaperUnits','centimeters','PaperPosition],[-1 -1.8 23 31.5]) % definerer
A4 side
print('-dpdf',plotsub)

close all

disp(['Databehandlingsstatus: ',num2str(k),' af ',num2str(n_cases)]);

end

% Gem nøgletalsmatrix til .mat-fil

nglfil = strcat('../Resultater/',name,'/',name,'_nøgletal.mat');
save(nglfil,'Ngltal');

disp('Nøgletalsmatrix gemt!');

```

```

function finalplots(name)

%%% Plot af resultater for Bygningsintegreret energiforsyning %%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   Danner performanceplots og Top50-lister på baggrund af databehandlings-
%   rutinen.

%   Tast finalplots('navn') i kommandovinduet. "Navn" svarer til navnet
%   på .disxml-filen/projektet/logfilerne. Eksempel: finalplots('LavE1')

%   På forhånd skal read_samples.m, read_BSim.m, evt. samples_BIEF.m,
%   beregn.m og databehandling.m være kørt. Det kræver at alle logfiler/
%   resultatfiler fra BSim skal være placeret i mappen Logfiler og heri
%   en mappe af samme navn som .disxml-filen/projektet samt at sample-filen
%   er placeret i mappen Logfiler/Samples.

%   Nomenklatur
%   VBV   -   Varmt brugsvand
%   OPV   -   Opvarmning
%   FV    -   Fjernvarme
%   SV    -   Solvarme
%   PV    -   Photo-Voltaic (solcelle)
%   VP    -   Varmepumpe
%   VE    -   Vedvarende energikilder
%   MV    -   Mekanisk ventilation
%   COP   -   Coefficient Of Performance (~virkningsgrad)
%   FU    -   Fætter Uhyggelig (den totale parametervariation inkl. VE)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Initialiser fuld filnavn og sti på nøgletalsmatrix og sample-filen

nglfil = strcat(' ../Resultater/' , name , '/' , name , '_nøgletal.mat' );
load(nglfil)      % henter nøgletalsmatrix fra databehandlingen

samstr = strcat(' ../Logfiler/Samples/' , name , 'medVE.mat' );
load(samstr)     % henter sample-filen og parametervariationen

% Initialiser variable fra parametervariationen ("samples" hvis batch-kørsel, "FU" hvis
sample-filen har været igennem samples_BIEF.m)

ori = FU(:,1);      % orientering af tagflade med SV og PV (S,V)
n_pers = FU(:,2);  % antal personer (2,5)
forbr = FU(:,3);   % forbrugsmønster (S,M,L)
inf = FU(:,4);     % infiltration (½ h-1,Forbedret)
mekvent = FU(:,5); % mekanisk ventilation (Ingen,BR10,God)
St_vinduer = FU(:,6); % størrelse vinduer (Små,Store)
vinduer = FU(:,7); % vinduer (1,2,3,4,5)
ydermur = FU(:,8); % ydermur (1,2,3,4,5,6)
loft = FU(:,9);    % loft (1,2,3,4,5)
gulv = FU(:,10);   % gulv (1,2,3,4,5)
St_sol = FU(:,11); % størrelse af solvarme (Ingen,S,M,L)
St_PV = FU(:,12);  % størrelse af solceller (Ingen,S,M,L)
St_VP = FU(:,13);  % opvarmning/varmepumpe (Olie,Gas,FV,Dårlig,God)

```

```
% Initialiser variable fra nøgletalsmatrix
```

```
casenr = Ngltal(:,1);  
Ebehov = Ngltal(:,2);  
Energi_totbehov = Ngltal(:,5);  
SV_overprodct = Ngltal(:,7);  
El_lagerpct = Ngltal(:,9);  
renoprisplot = Ngltal(:,15);  
VEprisplot = Ngltal(:,16);  
totprisplot = Ngltal(:,17);  
CO2vbv = Ngltal(:,18);  
CO2opv = Ngltal(:,19);  
CO2el = Ngltal(:,20);  
CO2tot = Ngltal(:,21);
```

```
min(Ebehov);  
max(Ebehov);
```

```
min(Energi_totbehov);  
max(Energi_totbehov);
```

```
min(CO2tot);  
max(CO2tot);
```

```
min(totprisplot);  
max(totprisplot);
```

```
%%% Areal af husene %%%
```

```
A6172 = 157;  
A7378 = 157;  
A7998 = 157;  
APrototypehuset = 176;  
AKomforthus = 169;
```

```
Astr = strcat('A',name);  
Areal = eval(Astr);
```

```
%%% Definition af energirammer %%%
```

```
BR2005 = 70 + 2200/Areal;  
BR2010 = 52.5 + 1650/Areal;  
BR2015 = 30 + 1000/Areal;  
BR2020 = 15 + 500/Areal;  
BR2025 = 0;  
BR2030 = -(15 + 500/Areal);  
BR2035 = -(30 + 1000/Areal);  
BR2040 = -(45 + 1500/Areal);  
BR2045 = -(60 + 2000/Areal);  
BR2050 = -(75 + 2500/Areal);
```

```
% Energiklasser [Maks min]
```

```
Eklasser = [BR2005 100000  
            BR2010 BR2005
```

```

BR2015 BR2010
BR2020 BR2015
BR2025 BR2020
BR2030 BR2025
BR2035 BR2030
BR2040 BR2035
BR2045 BR2040
BR2050 BR2045
-10000 BR2050];

```

```
%%% Tekststrengene energiklasser %%%
```

```

Eklasetxt = {'Før'
2005', '2005', '2010', '2015', '2020', '2025', '2030', '2035', '2040', '2045', '2050'
''};
PDFtxt =
{'Før2005', '2005', '2010', '2015', '2020', '2025', '2030', '2035', '2040', '2045', '2050'};
opvtype = {'Olie', 'Gas', 'FV'};
sortpar = {'Energi', 'CO2', 'Økonomi'};

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Performancegrafer
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

perfplotmappe = strcat('..Plots/',name,'/Performanceplot'); % sti og mappenavn til
plots

```

```

if exist(perfplotmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én
    mkdir(perfplotmappe);
end

```

```
% Farver til plots [3 røde nuancer; 3 grønne nuancer; 3 blå nuancer]
```

```

farver = [1      0.5  0.4
          1      0    0
          0.6    0    0

          0      1    0.5
          0.13  0.8  0.13
          0      0.4  0

          0.4    0.6  1
          0      0    1
          0      0    0.5];

```

```
% Position legend, position text og y-akse labels
```

```

posleg = {[0.82 0.75 0.05 0.05],[0.82 0.75 0.05 0.05],[0.18 0.75 0.05 0.05]};
postxt = [37600 13160 2370000];
ylabels = {'Samlet energibehov [kWh/år]', 'CO_2 [kg/år]', 'Investering [kr]'};

```

```
% Aksegrænser [xmin xmax ymin ymax]
```

```

lim6172 = [-100 210 -5000 40000
           -100 210 -2000 14000

```

```

        -100 210 0 2500000];
lim7378 = [-100 210 -5000 40000
        -100 210 -2000 14000
        -100 210 0 2500000];
lim7998 = [-100 210 -5000 40000
        -100 210 -2000 14000
        -100 210 0 2500000];
limPrototypehuset = [-100 210 -5000 40000
        -100 210 -2000 14000
        -100 210 0 2500000];
limKomforthus = [-100 210 -5000 40000
        -100 210 -2000 14000
        -100 210 0 2500000];

limstr = strcat('lim',name);
limits = eval(limstr);

typ = 3;           % antal opvarmningstyper
PM = [5 21 17];   % position i matricen (energi, CO2, økonomi)

for p = 1:3       % parametre (energi, CO2, økonomi)
    for i = 1:typ % opvarmningstyper

        figure
        hold on

        for j = 1:n_cases % undersøger hver række i nøgletalsmatrix for følgende
betingelser
            if (St_VP(j) == i || St_VP(j) == 4 || St_VP(j) == 5) % de tre
opvarmningstyper sammen med VP
                if (n_pers(j) == 1 && forbr(j) == 1) % 2 pers, lav
                    h(1) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), '^', 'Color', farver((p-1)
*typ+1,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
                if (n_pers(j) == 1 && forbr(j) == 2) % 2 pers, middel
                    h(2) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), '^', 'Color', farver((p-1)
*typ+2,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
                if (n_pers(j) == 1 && forbr(j) == 3) % 2 pers, høj
                    h(3) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), '^', 'Color', farver((p-1)
*typ+3,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
                if (n_pers(j) == 2 && forbr(j) == 1) % 5 pers, lav
                    h(4) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), 'o', 'Color', farver((p-1)
*typ+1,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
                if (n_pers(j) == 2 && forbr(j) == 2) % 5 pers, middel
                    h(5) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), 'o', 'Color', farver((p-1)
*typ+2,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
                if (n_pers(j) == 2 && forbr(j) == 3) % 5 pers, høj
                    h(6) = plot(Ngltal(j,2),Ngltal(j,PM(p)), 'o', 'Color', farver((p-1)
*typ+3,:), 'MarkerSize', 4, 'LineWidth', 1);
                end
            end
        end
    end
end

```

```

titel = ['Hus: ',name,' - Opv: ',opvtype{i}]; % titel på plot

% Energiklasser
plot([BR2005 BR2005],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2010 BR2010],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2015 BR2015],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2020 BR2020],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2025 BR2025],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2030 BR2030],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2035 BR2035],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2040 BR2040],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2045 BR2045],[-10000 5000000],'k:')
plot([BR2050 BR2050],[-10000 5000000],'k:')

% Tekst energiklasser
text(BR2005+2.5,postxt(p),'2005','Rotation',90)
text(BR2010+2.5,postxt(p),'2010','Rotation',90)
text(BR2015+2.5,postxt(p),'2015','Rotation',90)
text(BR2020+2.5,postxt(p),'2020','Rotation',90)
text(BR2025+2.5,postxt(p),'2025','Rotation',90)
text(BR2030+2.5,postxt(p),'2030','Rotation',90)
text(BR2035+2.5,postxt(p),'2035','Rotation',90)
text(BR2040+2.5,postxt(p),'2040','Rotation',90)
text(BR2045+2.5,postxt(p),'2045','Rotation',90)
text(BR2050+2.5,postxt(p),'2050','Rotation',90)

% "0"-linie
if p == 1 || p == 2
    plot([-500 500],[0 0],'k--')
end

% Øvrig pynt på plot
set(gca,'XDir','Reverse')
xlim([limits(p,1) limits(p,2)])
ylim([limits(p,3) limits(p,4)])
xlabel('Energibehov (energirammeberegning - primærenergi) [kWh/m^2
år]','FontWeight','bold')
ylabel(ylabels{p},'FontWeight','bold')
set(gca,'XTick',-100:10:210)
set(gca,'yticklabel',num2str(get(gca,'ytick')))
legend([h(1) h(2) h(3) h(4) h(5) h(6)],'2 pers, lav','2 pers, middel','2 pers,
høj','5 pers, lav','5 pers, middel','5 pers, høj','Location',posleg{p})
title(titel,'FontSize',14,'FontWeight','Bold')

% Gem til PDF
perfmstr = strcat(perfplotmappe,'/',name,'_perfm_',sortpar{p},'_',opvtype{i},'.
pdf');

set
(gcf,'PaperOrientation','landscape','PaperUnits','centimeters','PaperPosition',[-2 0
33.7 21]) % definerer liggende A4 side (org. size [-1.8 0 32.5 21])
print('-dpdf',perfmstr)

end
end

```



```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% TOP50 LISTER
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

top50plotmappe = strcat('..\Plots/',name,'/Top50'); % sti og mappenavn til plots

if exist(top50plotmappe,'dir') == 0; % hvis der ingen mappe er, oprettes én
    mkdir(top50plotmappe);
end

% Tekststrengene #1 - #50

for i = 1:50
    rank{1,i} = strcat('#',num2str(i));
end

% Udpluk af ønskede parametre

for p = 1:10 % energiklasser
    for i = 1:typ % opvarmningstyper
        j = 1;
        for k = 1:n_cases % undersøger hver række i parametrene for følgende
betingelser
            if (St_VP(k) == i || St_VP(k) == 4 || St_VP(k) == 5) % de tre
opvarmningstyper sammen med VP
                if (Ebehov(k) > Eklasser(p,1) && Ebehov(k) <= Eklasser(p,2)) %
afgrænsning af energiklasserne én efter én
                    udpluk(j,:,(p-1)*typ+i) = [k Ebehov(k) Energi_totbehov(k)
SV_overprodct(k) El_lagerpct(k) CO2tot(k) CO2vbv(k) CO2opv(k) CO2el(k) totprisplot(k)
renoprisplot(k) VEprisplot(k)];
                    j = j+1;
                end
            end
        end
    end
end

% Sortering af rækker i hver matrix (efter både energi, CO2 og kr)

for p = 1:(size(udpluk,3)/typ) % energiklasser
    for i = 1:typ % opvarmningstyper
        Energi_sort(:,:(p-1)*typ+i) = sortrows(udpluk(:,:(p-1)*typ+i),3);
        CO2_sort(:,:(p-1)*typ+i) = sortrows(udpluk(:,:(p-1)*typ+i),6);
        Kr_sort(:,:(p-1)*typ+i) = sortrows(udpluk(:,:(p-1)*typ+i),10);
    end
end

% Initialisering af tekststrengene til plot

for j = 1:30
    A1{1,j} = ' ';
    A2{1,j} = ' ';
    A3{1,j} = ' ';
    A4{1,j} = ' ';
end

```

```

B1{1,j} = ' ';
B2{1,j} = ' ';
B3{1,j} = ' ';
B4{1,j} = ' ';
C1{1,j} = ' ';
C2{1,j} = ' ';
C3{1,j} = ' ';
C4{1,j} = ' ';
end

% Plot af lister

for p = 1:(size(udpluk,3)/typ)      % energiklasser
    for i = 1:typ      % opvarmningstyper
        m = 1;
        n = 1;
        o = 1;
        for j = 1:size(Energi_sort(:, :, ((p-1)*typ+i)),1)      % undersøger hver række fra
sorteringen for følgende betingelse
            if (all(~Energi_sort(j, :, ((p-1)*typ+i)),2) == 0)      % hvis en energi-matrix
indeholder 0-rækker, sorteres de fra
                A1{m,(p-1)*typ+i} = num2str(Energi_sort(j,1,((p-1)*typ+i)));
                A2{m,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Energi_sort(j,3,((p-1)*typ+i)), '%5.0
f'), ' ( ', num2str(Energi_sort(j,4,((p-1)*typ+i)), '%3.0f'), '%/', num2str(Energi_sort(j,5,
((p-1)*typ+i)), '%3.0f'), '%)');
                A3{m,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Energi_sort(j,6,((p-1)*typ+i)), '%5.0
f'), ' ( ', num2str(Energi_sort(j,7,((p-1)*typ+i)), '%5.0f'), '/', num2str(Energi_sort(j,8,
((p-1)*typ+i)), '%5.0f'), '/', num2str(Energi_sort(j,9,((p-1)*typ+i)), '%5.0f'), ')');
                A4{m,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Energi_sort(j,10,((p-1)*typ+i))), ' (
', num2str(Energi_sort(j,11,((p-1)*typ+i))), '/', num2str(Energi_sort(j,12,((p-1)
*typ+i))), ')');

                m = m+1;
            end
        end
        for j = 1:size(CO2_sort(:, :, ((p-1)*typ+i)),1)      % undersøger hver række fra
sorteringen for følgende betingelse
            if (all(~CO2_sort(j, :, ((p-1)*typ+i)),2) == 0)      % hvis en CO2-matrix
indeholder 0-rækker, sorteres de fra
                B1{n,(p-1)*typ+i} = num2str(CO2_sort(j,1,((p-1)*typ+i)));
                B2{n,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(CO2_sort(j,3,((p-1)*typ+i)), '%5.0
f'), ' ( ', num2str(CO2_sort(j,4,((p-1)*typ+i)), '%3.0f'), '%/', num2str(CO2_sort(j,5,((p-1)
*typ+i)), '%3.0f'), '%)');
                B3{n,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(CO2_sort(j,6,((p-1)*typ+i)), '%5.0
f'), ' ( ', num2str(CO2_sort(j,7,((p-1)*typ+i)), '%5.0f'), '/', num2str(CO2_sort(j,8,((p-1)
*typ+i)), '%5.0f'), '/', num2str(CO2_sort(j,9,((p-1)*typ+i)), '%5.0f'), ')');
                B4{n,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(CO2_sort(j,10,((p-1)*typ+i))), ' (
', num2str(CO2_sort(j,11,((p-1)*typ+i))), '/', num2str(CO2_sort(j,12,((p-1)*typ+i))), ')');

                n = n+1;
            end
        end
        for j = 1:size(Kr_sort(:, :, ((p-1)*typ+i)),1)      % undersøger hver række fra
sorteringen for følgende betingelse
            if (all(~Kr_sort(j, :, ((p-1)*typ+i)),2) == 0)      % hvis en Kr-matrix
indeholder 0-rækker, sorteres de fra

```

```

C1{o,(p-1)*typ+i} = num2str(Kr_sort(j,1,((p-1)*typ+i)));
C2{o,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Kr_sort(j,3,((p-1)*typ+i)),'%5.0f'),' (' ,num2str(Kr_sort(j,4,((p-1)*typ+i)),'%3.0f'),' /',num2str(Kr_sort(j,5,((p-1)*typ+i)),'%3.0f'),' %');
C3{o,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Kr_sort(j,6,((p-1)*typ+i)),'%5.0f'),' (' ,num2str(Kr_sort(j,7,((p-1)*typ+i)),'%5.0f'),' /',num2str(Kr_sort(j,8,((p-1)*typ+i)),'%5.0f'),' /',num2str(Kr_sort(j,9,((p-1)*typ+i)),'%5.0f'),' )');
C4{o,(p-1)*typ+i} = strcat(num2str(Kr_sort(j,10,((p-1)*typ+i))),' (' ,num2str(Kr_sort(j,11,((p-1)*typ+i))),' /',num2str(Kr_sort(j,12,((p-1)*typ+i))),' )');

    o = o+1;
end
end

limitA((p-1)*typ+i,:) = min(size(A1,1),50); % op til 50 rækker plottes
limitB((p-1)*typ+i,:) = min(size(B1,1),50); % op til 50 rækker plottes
limitC((p-1)*typ+i,:) = min(size(C1,1),50); % op til 50 rækker plottes

titel = ['Hus: ',name,' - Klasse: ',Eklasetxt{p},' - Opv: ',opvtype{i}]; %
titel på plot

figure
set(gca,'Visible','off')

% Titel
text(0.49,1.04,titel,'FontSize',
14,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center')

% Sorteret efter energi
text(0.095,0.95,'Sorteret efter energi','FontSize',
10,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center')
text(-0.08,0.89,'Rang','FontSize',6,'FontWeight','bold')
text(-0.08,0.85,rank','FontSize',6,'VerticalAlignment','top')

text(-0.03,0.89,'Case','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(-0.03,0.85,A1(1:limitA((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i),'FontSize',
6,'HorizontalAlignment','right','VerticalAlignment','top')

text(0.05,0.89,'Energi','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.05,0.87,'[kWh/år]','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.05,0.85,A2(1:limitA((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i),'FontSize',
6,'HorizontalAlignment','right','VerticalAlignment','top')

text(0.15,0.89,'CO_2','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.15,0.87,'[kg/år]','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.15,0.85,A3(1:limitA((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i),'FontSize',
6,'HorizontalAlignment','right','VerticalAlignment','top')

text(0.27,0.89,'Økonomi','FontSize',
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.27,0.87,'[kr.]','FontSize',

```

```

6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.27,0.85,A4(1:limitA((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    % Sorteret efter CO2
    text(0.49,0.95, 'Sorteret efter CO_2', 'FontSize', ↵
10, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'center')
    text(0.315,0.89, 'Rang', 'FontSize', 6, 'FontWeight', 'bold')
    text(0.315,0.85,rank', 'FontSize', 6, 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.365,0.89, 'Case', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.365,0.85,B1(1:limitB((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.445,0.89, 'Energi', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.445,0.87, '[kWh/år]', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.445,0.85,B2(1:limitB((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.545,0.89, 'CO_2', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.545,0.87, '[kg/år]', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.545,0.85,B3(1:limitB((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.665,0.89, 'Økonomi', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.665,0.87, '[kr.]', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.665,0.85,B4(1:limitB((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    % Sorteret efter økonomi
    text(0.885,0.95, 'Sorteret efter økonomi', 'FontSize', ↵
10, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'center')
    text(0.71,0.89, 'Rang', 'FontSize', 6, 'FontWeight', 'bold')
    text(0.71,0.85,rank', 'FontSize', 6, 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.76,0.89, 'Case', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.76,0.85,C1(1:limitC((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.84,0.89, 'Energi', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.84,0.87, '[kWh/år]', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')
    text(0.84,0.85,C2(1:limitC((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i), 'FontSize', ↵
6, 'HorizontalAlignment', 'right', 'VerticalAlignment', 'top')

    text(0.94,0.89, 'CO_2', 'FontSize', ↵
6, 'FontWeight', 'bold', 'HorizontalAlignment', 'right')

```

```
text(0.94,0.87,'[kg/år]','FontSize',↵
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(0.94,0.85,C3(1:limitC((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i),'FontSize',↵
6,'HorizontalAlignment','right','VerticalAlignment','top')

text(1.06,0.89,'Økonomi','FontSize',↵
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(1.06,0.87,'[kr.]','FontSize',↵
6,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','right')
text(1.06,0.85,C4(1:limitC((p-1)*typ+i),(p-1)*typ+i),'FontSize',↵
6,'HorizontalAlignment','right','VerticalAlignment','top')

% Gem til PDF
top50str = strcat(top50plotmappe,'/',name,'_top50_',PDFtxt{p},'_',opvtype{i},'.↵
pdf');

set↵
(gcf,'PaperOrientation','landscape','PaperUnits','centimeters','PaperPosition',[-1.7 0↵
32.4 21]) % definerer liggende A4 side
print('-dpdf',top50str)

end
end
```

Seneste udgivelser i DCE Technical Report serien

DCE Technical Report; 72

Resultater, bygningsintegreret energiforsyning. Rasmus L. Jensen ; Jesper Nørgaard ; Ole Daniels ; Rasmus O. Justesen. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2011.

DCE Technical Report; 71

Beregningsgang, bygningsintegreret energiforsyning. Rasmus L. Jensen ; Jesper Nørgaard ; Ole Daniels ; Rasmus O. Justesen. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2011.

DCE Technical Report; 70

Beskrivelse af casehuse, bygningsintegreret energiforsyning. Rasmus L. Jensen ; Jesper Nørgaard ; Ole Daniels ; Rasmus O. Justesen. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2011.

DCE Technical Report; 69

Person- og forbrugsprofiler, bygningsintegreret energiforsyning. Rasmus L. Jensen ; Jesper Nørgaard ; Ole Daniels ; Rasmus O. Justesen. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2011.

DCE Technical Report; 67

Energibesparelser i børneinstitutioner ved valg af den optimale ventilationstekniske løsning tilpasset konkrete situationer. Olena Kalyanova Larsen ; Per Heiselberg. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2009.

DCE Technical Report; 66

Synthesis Report on User Acceptability of Ventilation Technologies. Olena Kalyanova Larsen ; Per Heiselberg. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2009.

DCE Technical Report; 65

Results of User Satisfaction Surveys for 18 buildings. Olena Kalyanova Larsen ; Per Heiselberg. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2009.

DCE Technical Report; 54

Undersøgelse af Strategier for Passiv Køling. / Kobbegaard, A. ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 53

Night-time Ventilation Experiments : Setup, Data Evaluation and Uncertainty Assessment. / Artmann, N. ; Jensen, Rasmus Lund. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 52

Temperature Measurements Using Type K Thermocouples and the Fluke Helios Plus 2287A Datalogger. / Artmann, N. ; Vonbank, R. ; Jensen, Rasmus Lund. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 51

State-of-the-art Review : Vol. 2A. Responsive Building Elements : ANNEX 44 : Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings. / Perino, Marco (Redaktør) ; Blümel, Ernst ; Haghghat, Fariborz ; Li, Yuguo ; Haase, Matthias ; Heiselberg, Per ; Olesen, Bjarne W. ; Guarracino, Gérard ; Wurtz, Etienne ; Mora, Laurent ; Xavier, Faure ; Perino, Marco ; Principi, Paolo ; Sawachi, Takao ; Yoshie, Ryuichiro ; Kato, Shinsuke ; Hori, Yuji ; Chikamoto, Tomoyuki ; Kodama, Yuichiro ; Hayashi, Tatsuya ; Ohta, Isamu ; Takahashi, Yasuo ; Hosoi, Akimori ; Andresen, Inger ; Aschehoug, Øyvind ; Hopkowitz, Marian ; Marques da Silva, Fernando ; Wahlström, Åsa ; Sandberg, Mats ; van der Aa, Ad ; Cauberg, Hans ; Imbabi, Mohammed Salah-Eldin ; Kolokotroni, Maria ; Warwick, David ; Chen, Qingyan. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 50

State-of-the-art Review : Vol. 2B. Integrated Building Concepts : ANNEX 44 : Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings. / Andresen, Inger (Redaktør) ; Kleiven, Tommy (Redaktør) ; Knudstrup, Mary-Ann (Redaktør) ; Heiselberg, Per (Redaktør) ; van der Aa, Ad ; Andresen, Inger ; Asada, Hideo ; Bluemel, Ernst ; Marques da Silva, Fernando ; Haase, Matthias ; Hansen, Hanne Tine Ring ; Hayashi, Tatsuya ; Heiselberg, Per ; Hori, Yuji ; Kato, Shinsuke ; Knudstrup, Mary-Ann ; Kolarik, Jakub ; Kolokotroni, Maria ; Miura, Mitsuki ; Nishizawa, Shigeki ; Satake, Akira ; Sawachi, Takao ; Tochigi, Manabu ; Yanai, Takashi ; Yoshie, Ryuichiro ; Wahlström, Åsa ; Warwick, David. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 49

State-of-the-art Review : Vol. 2B. Methods and Tools for Designing Integrated Building Concepts : ANNEX 44 : Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings. / Andresen, Inger (Redaktør) ; Kleiven, Tommy (Redaktør) ; Knudstrup, Mary-Ann (Redaktør) ; Heiselberg, Per (Redaktør) ; van der Aa, Ad ; Andresen, Inger ; Asada, Hideo ; Bluemel, Ernst ; Marques da Silva, Fernando ; Haase, Matthias ; Hansen, Hanne Tine Ring ; Hayashi, Tatsuya ; Heiselberg, Per ; Hori, Yuji ; Kato, Shinsuke ; Knudstrup, Mary-Ann ; Kolarik, Jakub ; Kolokotroni, Maria ; Miura, Mitsuki ; Nishizawa, Shigeki ; Satake, Akira ; Sawachi, Takao ; Tochigi, Manabu ; Yanai, Takashi ; Yoshie, Ryuichiro ; Wahlström, Åsa ; Warwick, David. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 48

State-of-the-art Review : Vol. 1. State-of-the-art Report : NNEX 44 : Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings. / Aschehoug, Øyvind (Redaktør) ; Andresen, Inger (Redaktør) ; Andresen, Inger ; Haghghat, Fariborz ; Heiselberg, Per ; Li, Yuguo ; Olesen, Bjarne W. ; Perino, Marco ; Principi, Paolo ; Silva, Fernanda Marques da ; Yoshie, Ryuichiro ; Zhang, Jian. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 34

Experimental Set-up and Full-scale measurements in the 'Cube'. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 33

Final Empirical Test Case Specification : Test Case DSF100_e and DSF200_e. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 32

Investigation on Smoke Movement and Smoke Control for Atrium in Green and Sustainable Buildings. / Fang, Lui ; Nielsen, Peter V. ; Brohus, Henrik. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 30

Empirical Validation of Building Simulation Software : Modelling of Double Facades. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 29

BSim Modeler Report : Empirical Validation of Building Simulation Software : Technical Report IEA ECBCS Annex43/SHC Task 34 Validation of Building Energy Simulation Tools : Subtask E. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 28

Comparative Test Case Specification. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 27

Empirical Validation of Building Simulation Software : Modeling of Double Facades : Final Report. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2008.

DCE Technical Report; 26

Komponentudvikling til el-effektiv behovsstyret hybrid ventilation i boliger : Forundersøgelse. / Heiselberg, Per ; Hendriksen, Ole Juhl ; Antvorskov, Signe. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 25

BSim Modeler Report : Comparative Validation of Building Simulation Software. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 24

Comparative Validation of Building Simulation Software : Modeling of Double Facades : Final Report. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2007.

DCE Technical Report; 13

Indeklimaundersøgelse hos Københavns Energi : foretaget i perioden 1. juli 2005 - 30. juni 2006 / Larsen, Tine S. ; Jensen, Rasmus Lund ; Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per.. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

DCE Technical Report; 6

Empirical Test Case Specification : Test Case DSF200_e : IEA ECBCS Annex43/SHC Task 34 : Validation of Building Energy Simulation Tools. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

DCE Technical Report; 5

Comparative Test Case Specification : Test Cases DSF200_3 and DSF200_4 : IEA ECBCS Annex43/SHC Task 34 : Validation of Building Energy Simulation Tools. / Kalyanova, Olena ; Heiselberg, Per. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

DCE Technical Report; 4

Unsteady Simulations of the Flow in a Channel Flow and a Ventilated Room Using the SST-SAS Model. / Davidson, Lars ; Nielsen, Peter V.. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

DCE Technical Report; 3

Air Distribution in Aircraft Cabins Using Free Convection Personalized Ventilation. / Nielsen, Peter V.. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

DCE Technical Report; 2

Free Convection Personalized Ventilation (FCPV). / Nielsen, Peter V.. Aalborg : Aalborg University. Department of Civil Engineering, 2006.

