

Vvs-dagene 2014

Programmer for energiberegninger – fordeler og ulemper

Matthias Haase

B.Sc, Dipl.-Ing, M.Eng, PhD

Seniorforsker

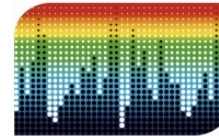
SINTEF Byggforsk

Arkitektur, byggematerialer og konstruksjon

- Energi og arkitektur -

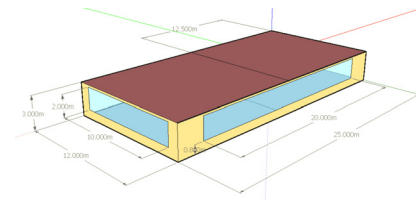
Innhold

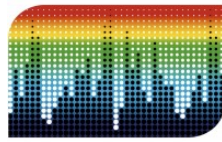
- Building performance simulation
- Beregningsmetoder
- Simulering
- Programmer
- Konklusjoner
- Diskusjon



NS 3031

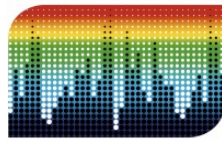
NS-EN 15265





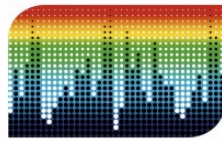
Building performance simulation

- Building performance kan man forutsi ved:
 - Tommelfingerregler
 - Generelle veileder
 - Templates
 - Forenklet antakelser
- Disse tradisjonelle metoder har mange ulemper
 - Forenklet antakelser er ofte ukorrekt.
 - Ikke eksplisitt.
 - Ikke presis.



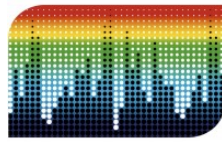
Building performance simulation

- Building performance kan man forutsi ved bruk av simulasjons programmer:
 - Utvikling av en (forenklet) modell av et komplekst system, og ved hjelp av modellen for å analysere og å forutsi oppførselen til det opprinnelige system.
 - I design, brukes simuleringer til å **evaluere** et design.
 - En simulering vil ikke fortelle deg **hvordan** du kan forbedre design!



Metoder for beregning av energi- og effektbehov

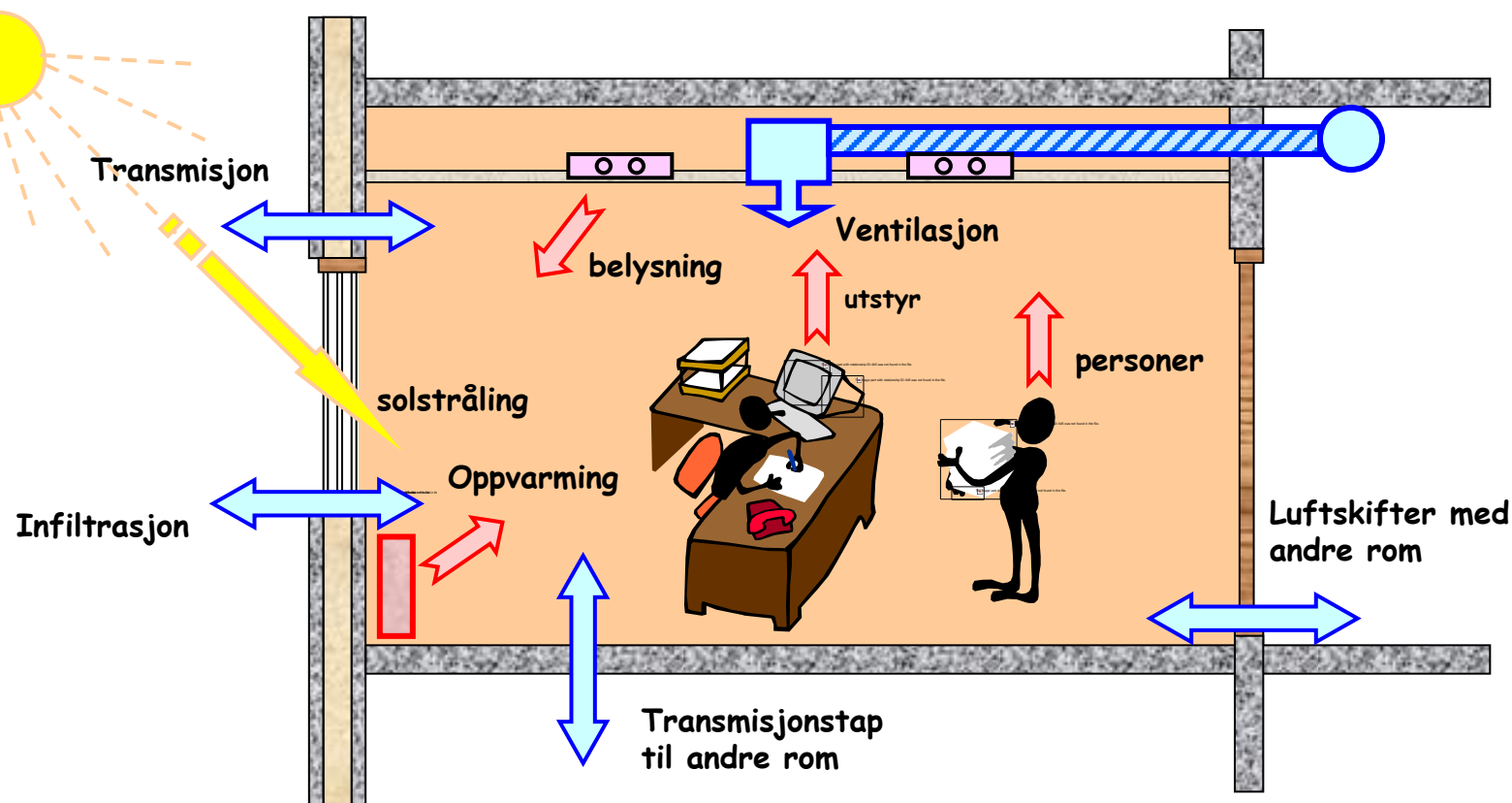
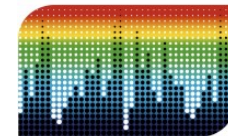
- empiriske metoder
 - Komplexitet: lav
 - tidsramme: år, måned
- Stasjonære metoder
 - Komplexitet: medium
 - tidsramme: måned dag
- Dynamiske metoder
 - Komplexitet: stor
 - tidsramme: dag, time, sekunde

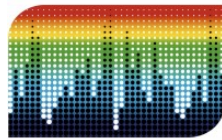


Dynamiske beregningsmetoder

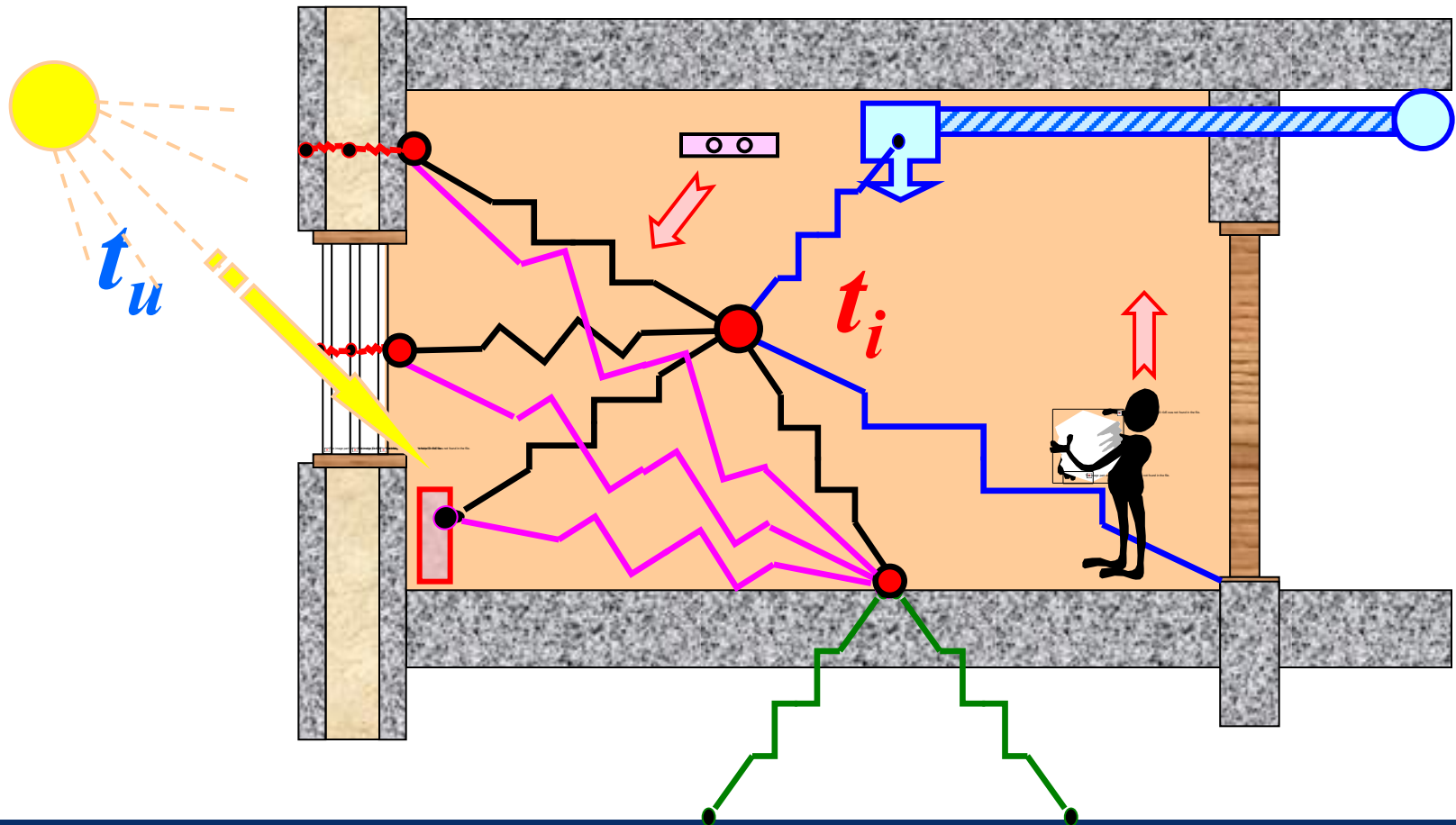
- Basert på dynamiske matematiske modeller
- Differensialligninger som beskriver varmemebalanse endringer i løpet av ørsmå tidsintervaller
- Status (betingelser) ved forrige tidssteg gir basis for beregning av statusen på neste tidssteg
- Ta varmelagring i betraktning

Varmebalansen for et rom

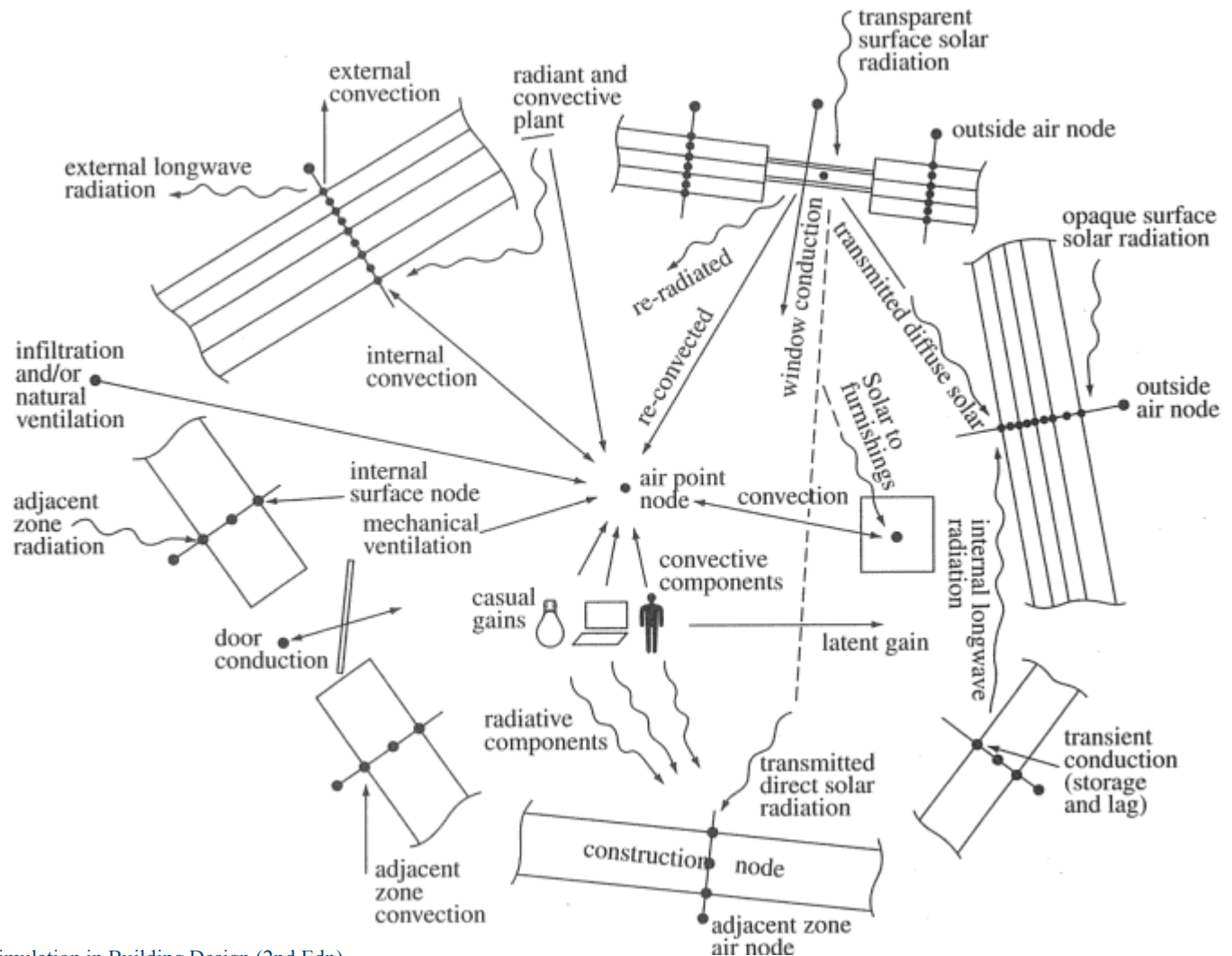
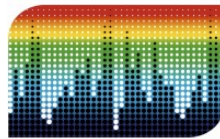




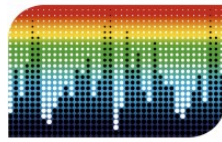
Matematisk modell for varme utveksling i et rom



Modeller

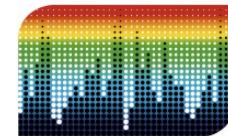


Credit: Clarke J A (2001) Energy Simulation in Building Design (2nd Edn),
p. 6, London: Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5082 6



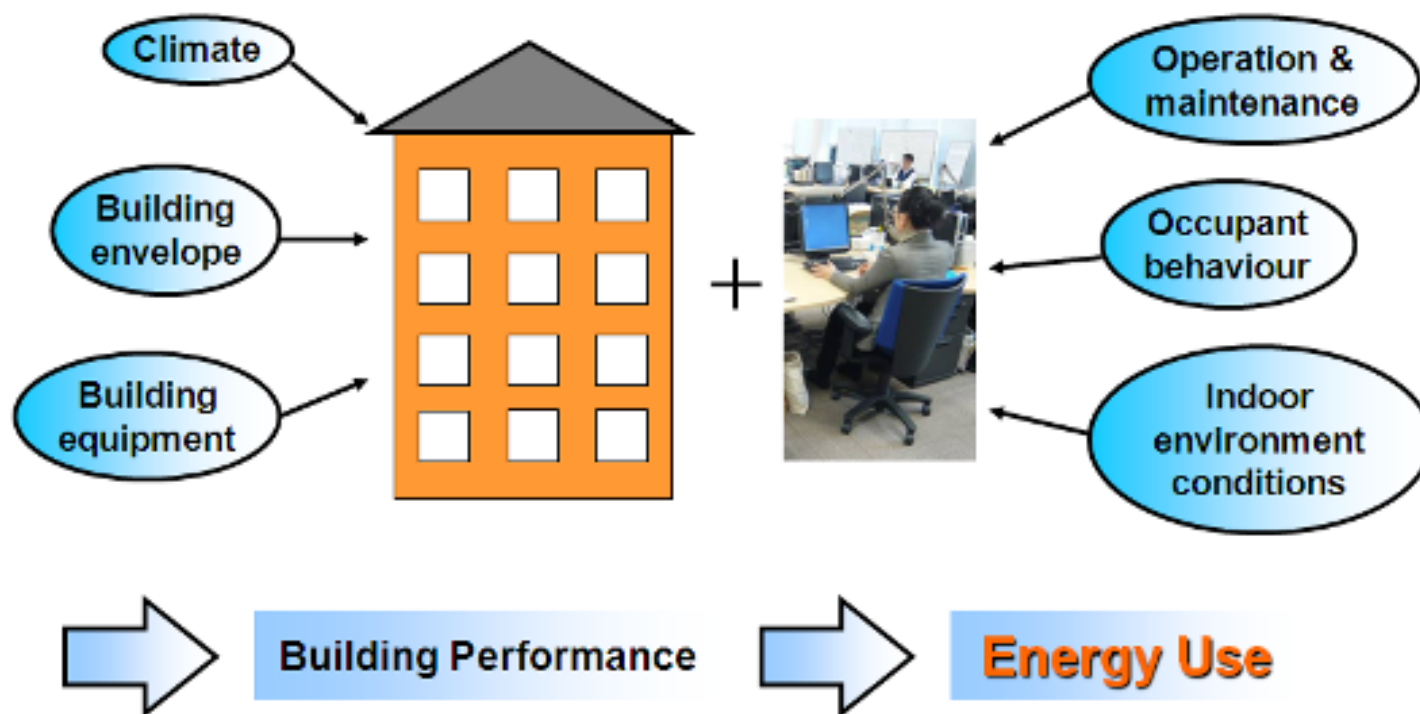
flere modeller

- *Air flow models* – to represent the low Reynolds Number, non-steady flow regime in buildings.
- *Light flow models* – to assess visual comfort and the contribution of daylight.
- *Moisture flow models* – to assess impacts on materials and air quality.
- *Occupant models* – to represent human anatomy and adaptive building interactions.
- *Fuzzy logic models* – to accommodate subjective human perception by representing imprecise concepts.
- *Exergy models* – to assess the quality of energy sources in addition to quantity.
- *Uncertainty models* – to determine the impact of design parameters both separately and together.
- *System models* – to represent new and renewable energy systems.
- *Smart control models* – to control energy systems/components and co-ordinated hybrid schemes.
- *Micro-grid models* – to enable load switching within the context of local renewable power trading.
- *Material models* – to support adaptive materials such as PCM, PV, advanced glazings, etc.
- *Solver models* – to reduce simulation times and facilitate real-time design support.
- *Enhanced geometry models* – to represent complex shading devices, solar tracking, thermal bridges, etc.



Fra building performance til energibruk

- Seks faktorer som påvirke direkte energibruken



Beregningsmetoder

Normative standarder i NS3031

ISO 15099	<i>Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations</i>
NS 3451	Bygningsdelstabell
NS 3940	Areal- og volumberegninger av bygninger
NS-EN 13141-7	Ventilasjon i bygninger – Ytelsesprøving av komponenter/produkter for boligventilasjon – Del 7: Ytelsesprøving av tilførsels- og avtrekksenheter (inkludert varmegjenvinning) for mekanisk ventilasjon beregnet for eneboliger
NS-EN 13363-1	Utstyr for solskjerming kombinert med glass – Beregning av sol- og lystransmisjon – Del 1: Forenklet metode
NS-EN 13829	Bygningers termiske egenskaper – Bestemmelse av bygningers luftlekkasje – Differansetrykkm metode (ISO 9972:1996, modifisert)
NS-EN 15217 ¹	Bygningers energiytelse – Metoder for å uttrykke energiytelse og energisertifisering av bygninger
NS-EN 15193 ¹	Bygningers energiytelse – Energikrav i lysanlegg
NS-EN 15242 ¹	Ventilasjon i bygninger – Beregningsmetoder for bestemmelse av luftmengder i bygninger inkludert infiltrasjon
NS-EN 15265 ¹	Bygningers energiytelse – Beregning av bygningers energibehov til romoppvarming og -kjøling – Generelle kriterier og valideringsprosedyrer
NS-EN 15316-1	Varmesystemer i bygninger – Metode for beregning av systemets energikrav og systemvirkningsgrader – Del 1: Generelt
NS-EN 15603 ¹	Bygningers energiytelse – Bestemmelse av total energibruk og av energiytelse

Beregningsmetoder

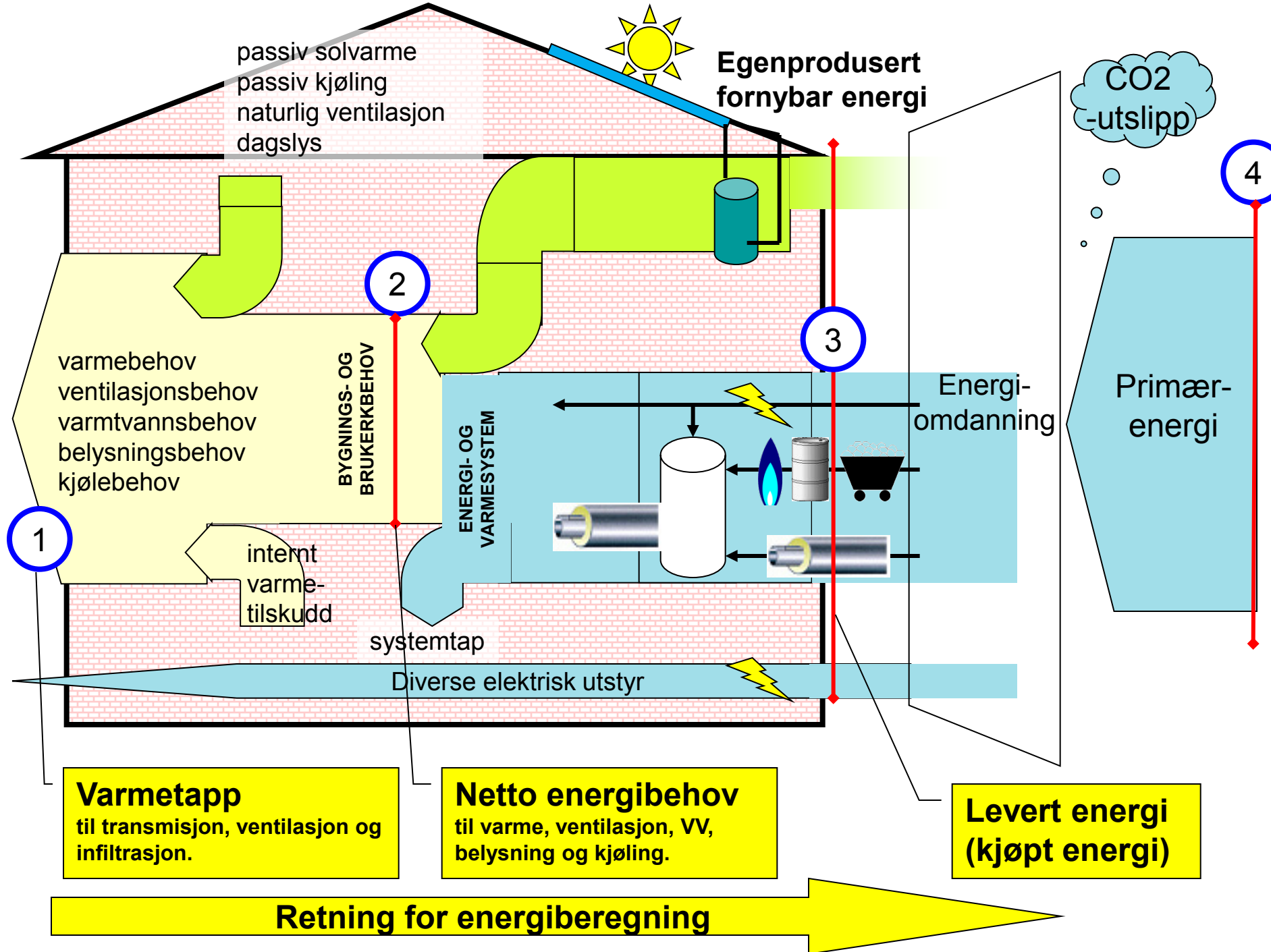
Normative standarder i NS3031

NS-EN 308	Varmevekslere – Prøvningsprosedyrer for bestemmelse av ytelsen til luft/luft- og luft/avgass-varmegjenvinningsanlegg
NS-EN 674	Bygningsglass – Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) – Metode med skjermet varmestrømmåler
NS-EN 675	Bygningsglass – Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) – Metode med varmestrømmåler
NS-EN ISO 6946 ²	Bygningskomponenter og -elementer – Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient – Beregningsmetode
NS-EN ISO 8990	Varmeisolering – Bestemmelse av stasjonære varmeoverføringsegenskaper – Kalibrert og skjermet varmestrømapparat
NS-EN ISO 7345	Varmeisolering – Fysiske størrelser og definisjoner
NS-EN ISO 10077-1	Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder – Beregning av varmegjennomgangskoeffisient – Del 1: Forenklet metode
NS-EN ISO 10077-2	Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder – Beregning av varmegjennomgangskoeffisient – Del 2: Numerisk metode for karm og ramme
NS-EN ISO 10211 ²	Kuldebroer i bygningskonstruksjoner – Varmestrømmer og overflatetemperaturer – Detaljerte beregninger
NS-EN ISO 12241	Varmeisolasjon for bygningsutstyr og industrianlegg – Beregningsregler

Beregningsmetoder

Normative standarder i NS3031

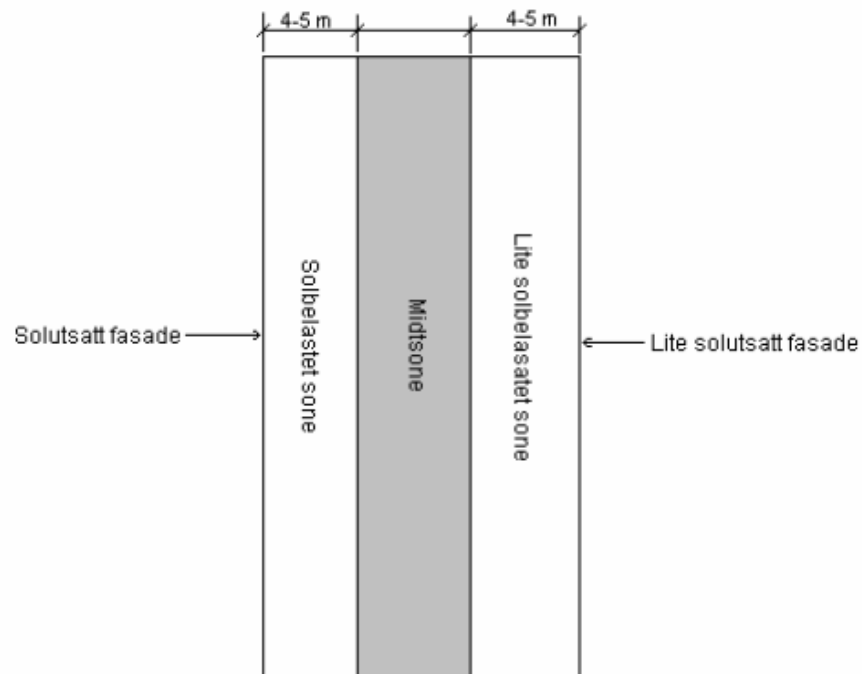
NS-EN ISO 12567-1	Dørers og vinduers termiske egenskaper – Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient ved varmestrømapparatmetode – Del 1: Komplette dører og vinduer
NS-EN ISO 12567-2	Dørers og vinduers termiske egenskaper – Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient ved varmestrømapparatmetode – Del 2: Takvinduer og andre fremspringende vinduer
NS-EN ISO 13370 ²	Bygningers termiske egenskaper – Varmeoverføring via grunnen – Beregningsmetoder
NS-EN ISO 13786 ²	Bygningskomponenters termiske egenskaper – Dynamiske termiske egenskaper – Beregningsmetoder
NS-EN ISO 13789 ²	Bygningers termiske egenskaper – Varmetransportskoeffisienter på grunn av varmegjennomgang og ventilasjon – Beregningsmetode
NS-EN ISO 13790 ²	Bygningers termiske egenskaper – Beregning av bygningers energibehov til romoppvarming og -kjøling
NS-EN ISO 15927-4	Bygningers hygrotermiske egenskaper – Beregning og presentasjon av klimadata – Del 4: Data for fastsettelse av årlig energibehov til varme og kjøling



Beregningsmetoder

Regler i NS3031

- Inndeling av bygningen i soner
 - Funksjon
 - Tekniske installasjoner
 - Ulikt soltilskudd
 - Ulike interne varmetilskudd



Figur 2 – Soneinndeling av bygning med stort soltilskudd

MERKNAD For bygninger der produktet av arealandel vinduer, dører og glassfelt, γ_{sol} , og total solfaktor for vindu og solskjerming, $\bar{g}_t$, er under 5 % ($\gamma_{sol} \bar{g}_t < 5\%$), vil det i de fleste tilfeller være tilstrekkelig å regne bygningen som én sone.

Beregningsmetoder

Regler i NS3031

- Valg av beregningsmetode
 - Månedsberegning (ift. NS-EN ISO 13790)
 - Forenklet timeberegning (ift. NS-EN ISO 13790)
 - Detaljerte validerte beregningsprogrammer (dynamiske metode) etter NS_EN 15265

Beregningsmetoder

Regler i NS3031

Tabell 3 – Valg av beregningsmetode

Bygningskategori	Energiberegning ^a
Småhus	Månedssstasjonær eller dynamisk
Boligblokk	Månedssstasjonær eller dynamisk
Barnehage	Månedssstasjonær eller dynamisk
Kontorbygg	Dynamisk
Skolebygg	Månedssstasjonær eller dynamisk
Universitet/høyskole	Dynamisk
Sykehus	Dynamisk
Sykehjem	Månedssstasjonær eller dynamisk
Hoteller	Månedssstasjonær eller dynamisk
Idrettsbygg	Månedssstasjonær eller dynamisk
Forretningsbygg	Dynamisk
Kulturbygg	Månedssstasjonær eller dynamisk
Lett industri, verksteder	Månedssstasjonær eller dynamisk
^a I bygninger der det er installert ventilasjonskjøling, skal det alltid benyttes en dynamisk beregningsmetode.	

Beregningsmetoder

Regler i NS3031

Tillegg K (normativt)

Validering av dynamiske beregningsprogrammer

Dynamiske dataprogrammer som benyttes sammen med reglene i denne standarden, skal valideres og dokumenteres etter reglene i NS-EN 15265. Minstekravet til nøyaktighet er 'Level C'.

MERKNAD NS-EN 15265 beskriver grensebetingelser og nødvendige forenklinger for å oppnå beregningsresultater for en avgrenset bygningsdel som er sammenlignbare. 'Level C' tilsvarer en nøyaktighet på beregningen av varme- og kjølebehovet innenfor $\pm 15 \%$ av referanseberegningen i NS-EN 15265.

Validering av simuleringsverktøy

- Valideringprosedyren er beskrevet i NS-EN 15265:2007. Dette er en standardmetode for vurdering av nøyaktigheten til dataprogrammer som beregner energibehovet i bygninger.
- Årlig energibruk for romoppvarming og romkjøling skal beregnes for 12 varianter (case) av et rom i en bygning som er plassert i Trappes utenfor Paris.
- Resultatene av beregningen sammenlignes med referanseverdier for hvert enkelt case.
- Det beregnes et avvik for romoppvarming og et for romkjøling.
- Det er tre klassifiseringer av programmets nøyaktighet.
- Kravet for dynamiske beregningprogrammer som benytter reglene i NS 3031:2007 er at de tilfredsstiller nøyaktighetskrav C (det laveste kravet).

Klassifisering

- Kravet for dynamiske beregningprogrammer som benytter reglene i NS 3031:2007 er at de tilfredsstiller nøyaktighetskrav C (det laveste kravet).

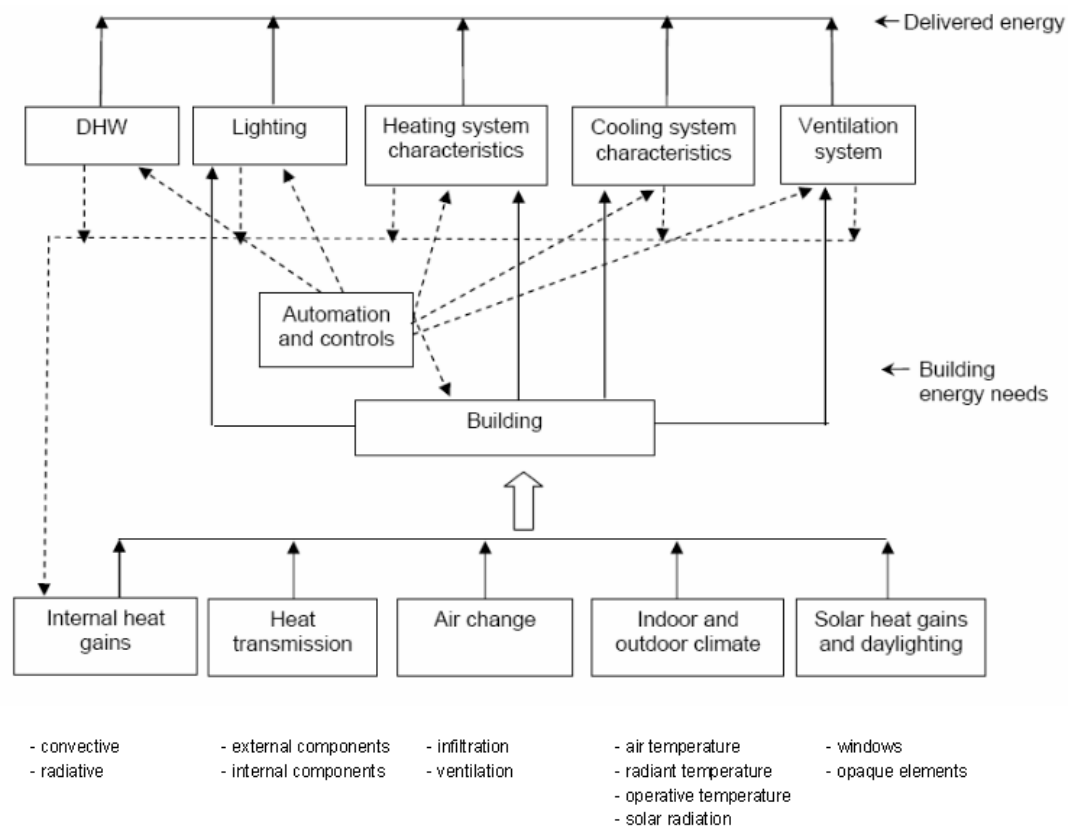
Klassifisering	Maksimalt avvik
A	0.05
B	0.10
C	0.15

Klassifisering

- Avviket beregnes på følgende måte:
- $rQ_h = \text{abs}(Q_h - Q_{h,\text{ref}}) / Q_{\text{tot,ref}}$
- $rQ_c = \text{abs}(Q_c - Q_{c,\text{ref}}) / Q_{\text{tot,ref}}$

- rQ_h Avvik romoppvarming
- rQ_c Avvik romkjøling
- Q_h Beregnet energibruk romoppvarming
- Q_c Beregnet energibruk romkjøling
- $Q_{h,\text{ref}}$ Referanseverdi energibruk romoppvarming
- $Q_{c,\text{ref}}$ Referanseverdi energibruk romkjøling
- $Q_{\text{tot,ref}}$ Referanseverdi total energibruk (romoppv. + romkjøling)

Prosedurer i NS EN 15265



Simulering (NS-EN 15265)

- 6 Data requirement
 - 6.1 General
 - 6.2 Climatic data
 - 6.3 Surface heat transfer coefficients
 - 6.4 Solar distribution
 - 6.5 Air ventilation and air infiltration
 - 6.6 Internal load
 - 6.7 Internal design temperature
 - 6.8 Heating and cooling system device

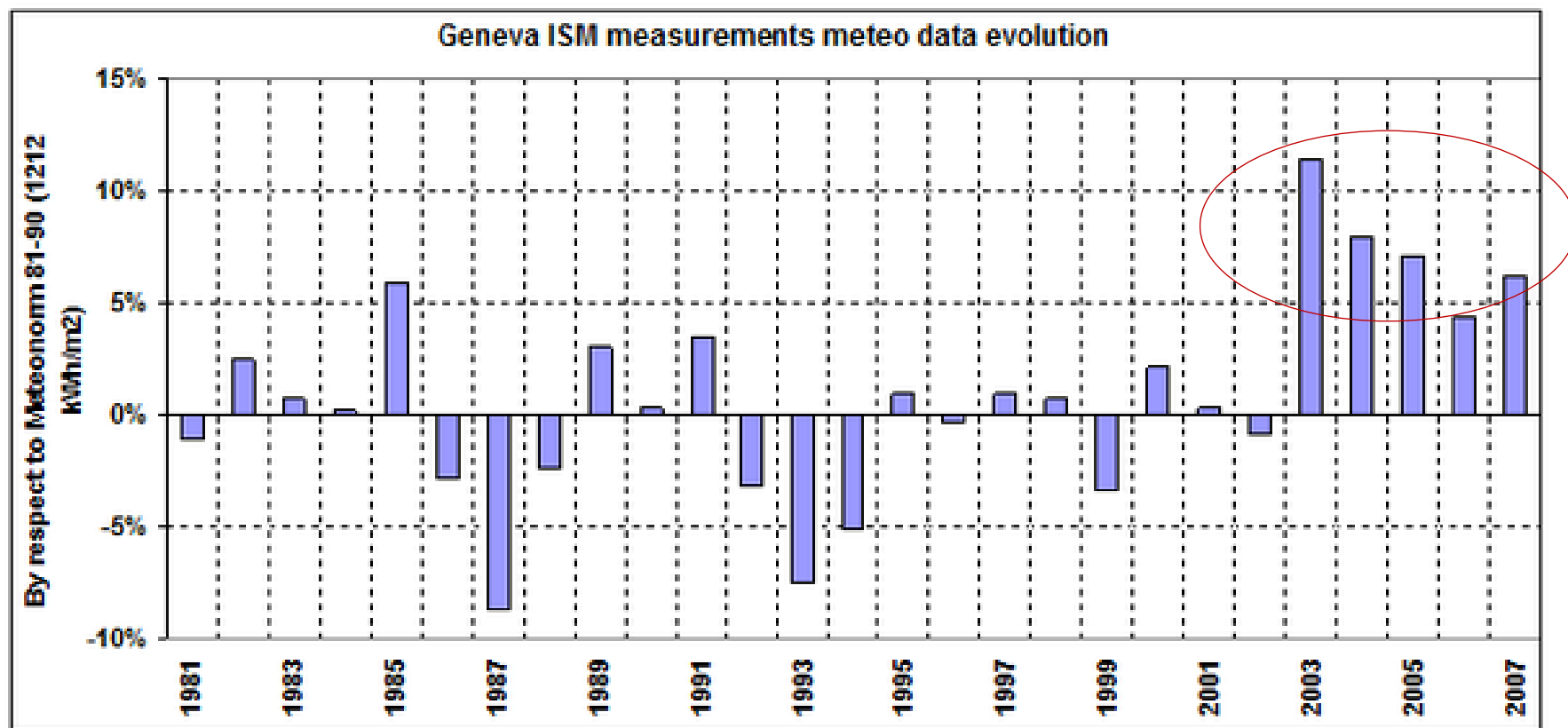
6.2 Climatic data

- For et sted med en gitt breddegrad og lengdegrad følgende timesverdier av klimadata er nødvendig:
 - ekstern lufttemperatur
 - intensiteten av solstråling (direkte normal og diffus horisontal)
 - den eksterne stråletemperatur (himmel og omgivelser)
 - bakken albedo
- MERK Ekstern luftfuktninnhold og vindhastigheten ikke er direkte nødvendig her, men kan være nødvendig for å vurdere infiltrasjon og system oppførsel

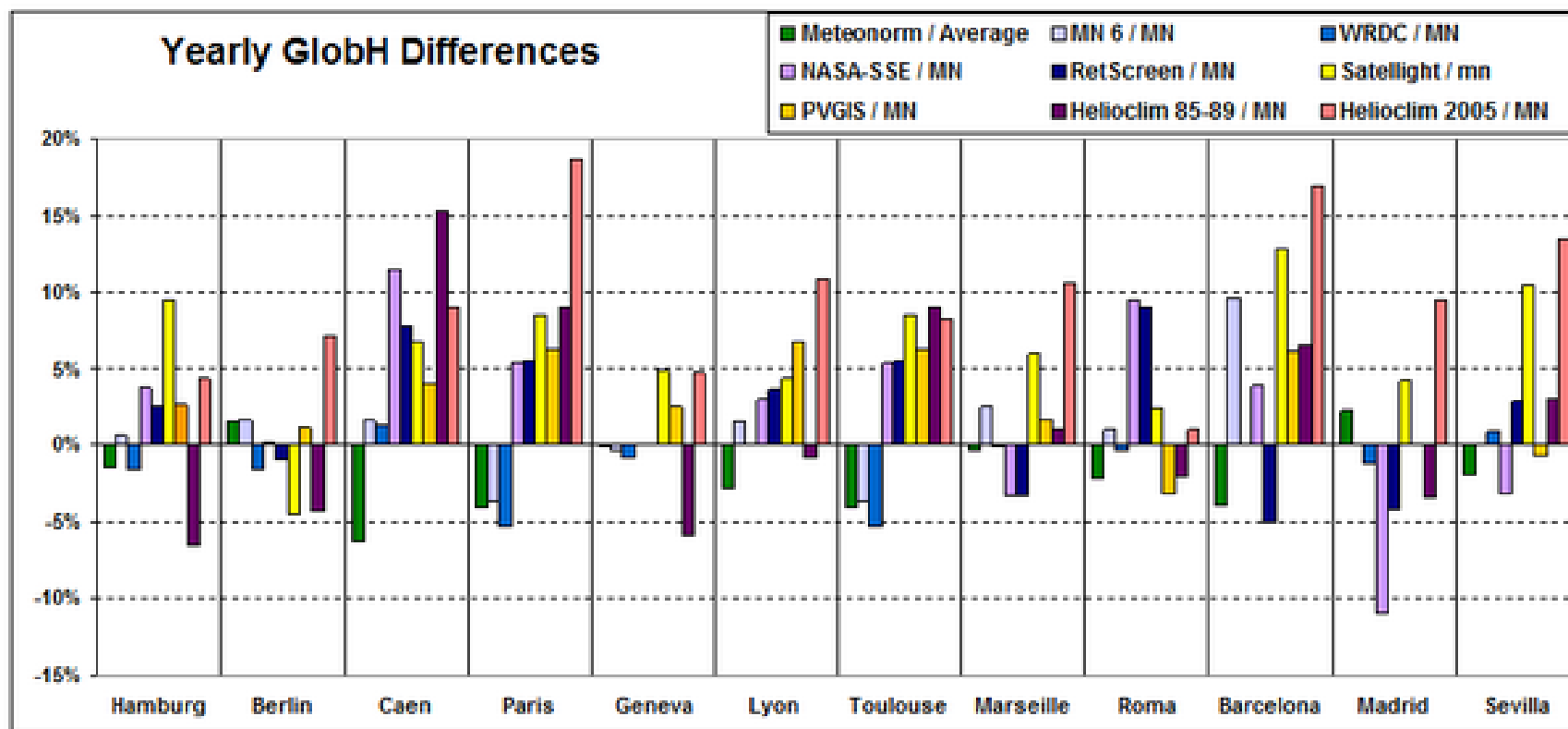
Meteorologisk data kilder

Database	Region	Values	Source	Period	Variables	Availability
Meteonorm Worldwide MeteoSources		Monthly	1'700 Terr. stations Interpolations	1960-1991 averages V 6.0: 1995-2005 (optional)	GlobH Temp. Wind Others	Software For pay
Meteonorm	Worldwide	Hourly	Synthetic generation	idem	GHI, DHI, TA VindVel	Software For pay
Satellite	Europe	Hourly	Meteosat Any pixel of about 5x7 km ²	5 years 1996-2000	GlobH no temper.	Web free
US TMY2/3	USA	Hourly	NREL, 1020 stations Typical Meteo Years	1991-2005 (samples)	GHI, DHI, TA WindVel	Web free
EPW	Canada	Hourly	CWEC, 72 stations Typical Meteo Years	1953-1995 (samples)	GHI, DHI, TA WindVel	Web free
ISM-EMPA	Switzerland	Hourly	22 stations Design Ref. Years	1981-1990 (samples)	GHI, DHI, TA WindVel	Included in PVsyst
Helioclim - 3 (SoDa)	Europe Africa	Hourly	Meteosat	from 02/2004 => today	GlobH no temper.	Web For pay 2005 free
SolarGIS (Geomodel)	Worldwide	Hourly	Meteosat, ERA	1994 - today	GHI, DHI, TA	For pay
3Tiers	Worldwide	Hourly	Satellites Spectroradiometer MODIS	1998 - today	GHI, DHI DNI available no temper.	For pay
NASA-SSE	Worldwide	Monthly	Satellites 1°x1° cells (111 km)	1983-1993 averages	GlobH Temp	Web free
WRDC	Worldwide	Hourly Daily Monthly	1195 stations	1964-1993 (each)	GlobH no temper.	Web free
PVGIS-ESRA "Classic"	Europe Africa S-W Asia	Monthly	Europe: 566 stations Interp. 1x1 km ² Africa: Meteosat (Helioclim-1 database)	1981-1990 averages 1985-2004	GHI, DHI, TA Linke turbidity	Web free
PVGIS "Climate SAF"	Europe + Afr. 0° - 58° N	Monthly	Meteosat and EUMETSAT, 3x3 km ²	1998 - 2010	GHI, DHI, TA Linke turbidity	Web free
Helioclim - 1 (SoDa)	Europe Africa	Monthly	Meteosat 50x50 km ²	1985-2005 (each year)	GlobH no temper.	Web For pay 1985-89 free
RETScreen	Worldwide	Monthly	Compil. 20 sources incl. WRDC - NASA	1961-1990 (averages)	GlobH, TA WindVel	Software, free

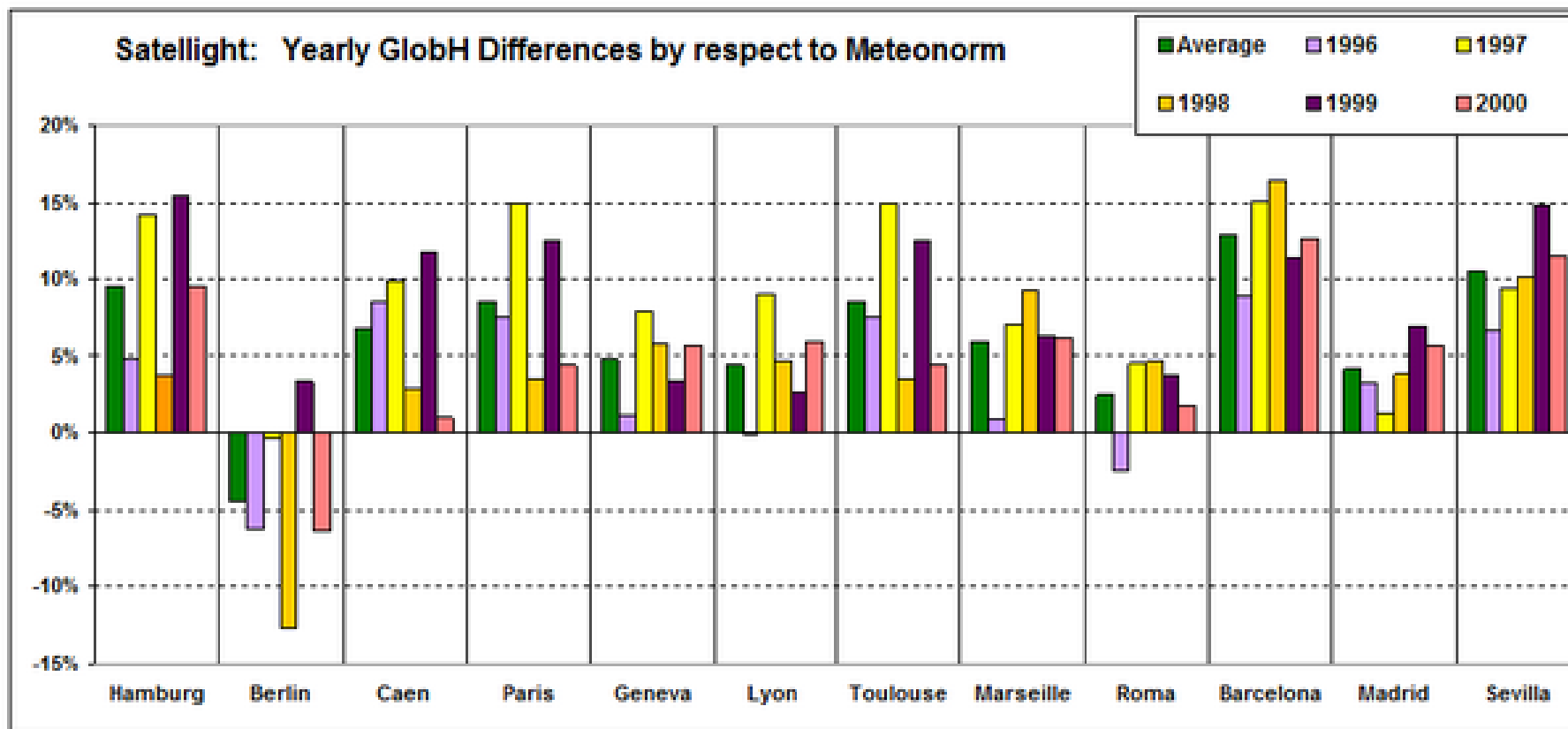
Meteorologisk data kilder - klimaendringer



Meteorologisk data kilder – eksempel solstråling



Meteorologisk data kilder – eksempel solstråling



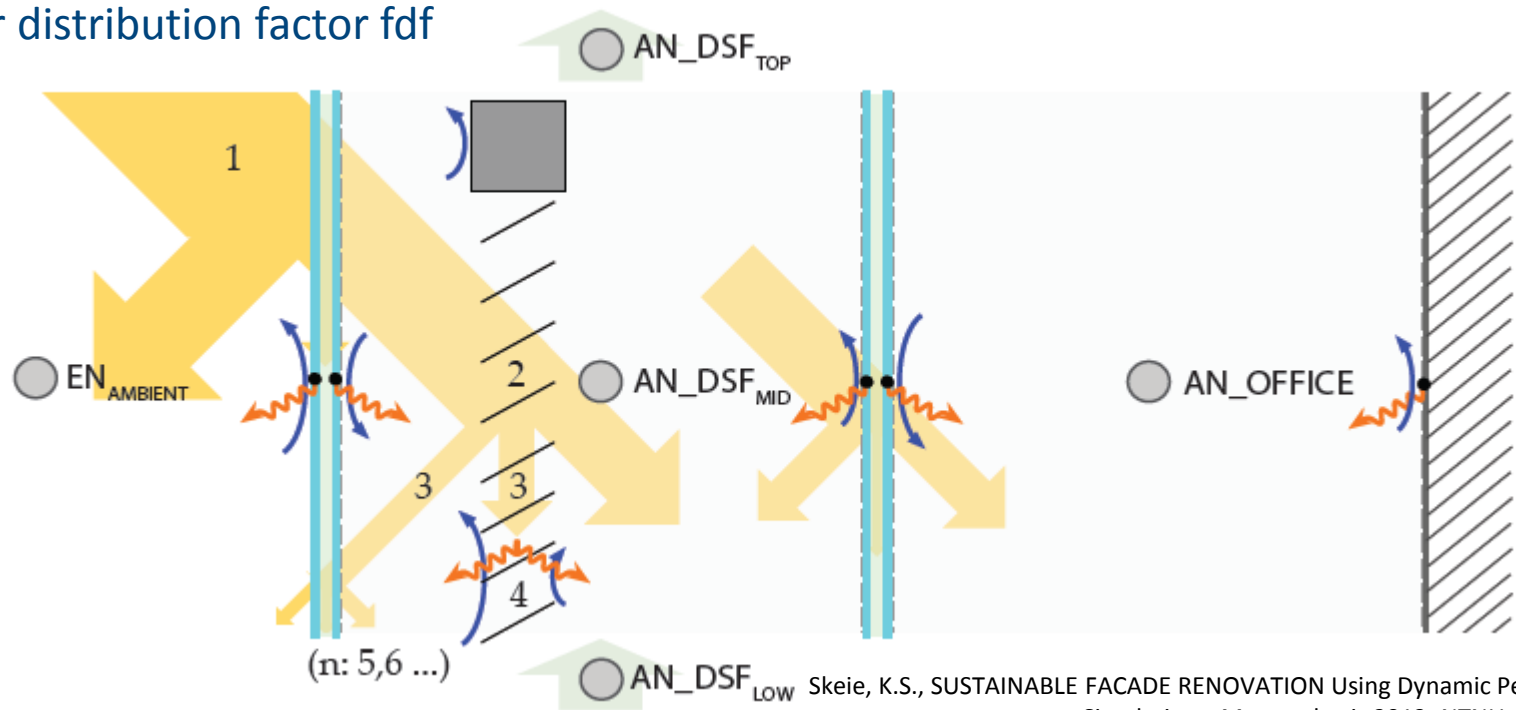
6. 3 Surface heat transfer coefficients

Følgende verdier i henhold til EN ISO 6946 skal brukes:

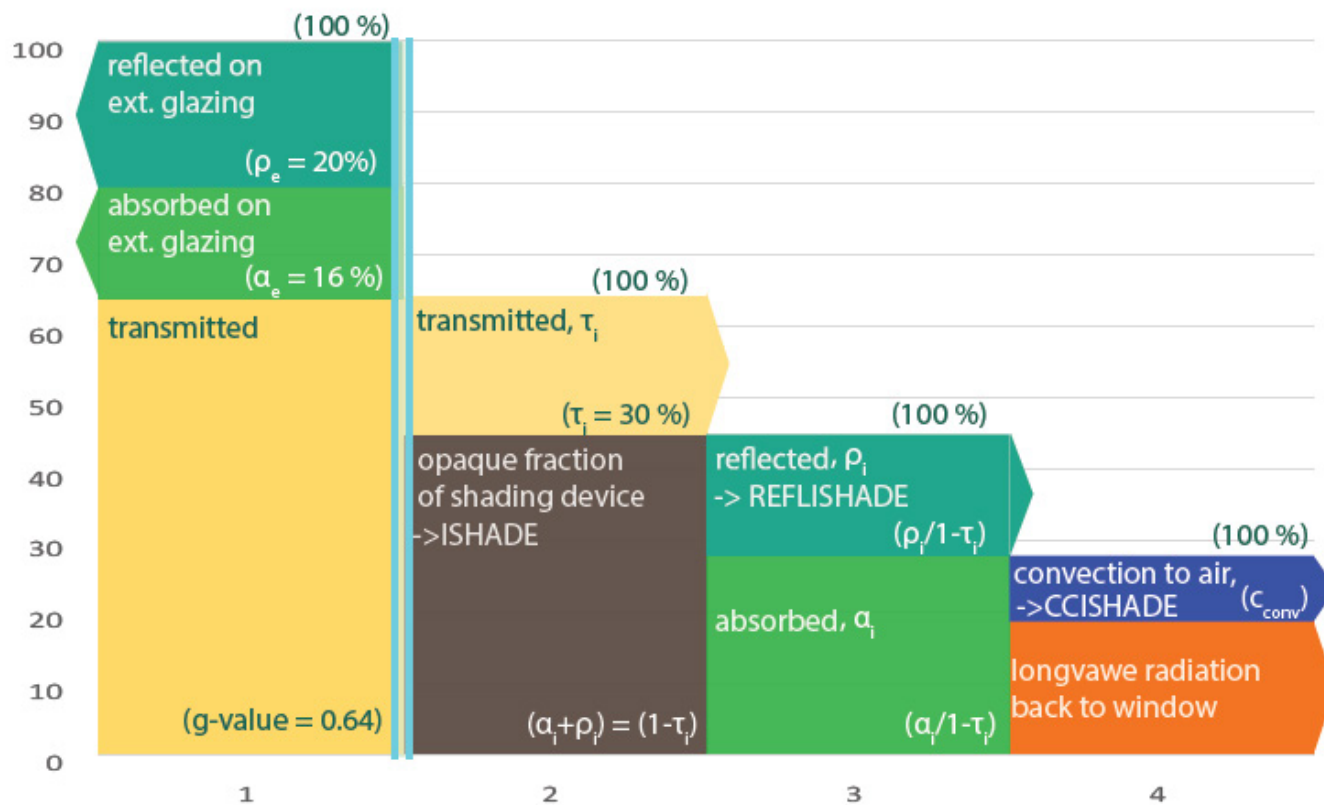
- a) Konvektiv overflaten varmeoverføringskoeffisient
 - ytre overflate $h_{c, e} = 17,5 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - indre overflate lende oppvarming eller ingen-kjøling komponent $h_{c, i} = 2,5 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - indre overflaten av kjølings- eller oppvarmingskomponenten:
 - Vertikal
 - horisontal (varmestrømmen oppover)
 - horisontal (varmestrømmen nedover)
- b) Langbølgenstrålingen varmeoverføringskoeffisient (til himmelen og omgivelser)
 - indre overflaten
 - ytre overflaten

6.4 Solar distribution

- Solar to air factor f_{sa}
- Solar loss factor f_{lf}
- Solar distribution factor f_{df}



Skeie, K.S., SUSTAINABLE FACADE RENOVATION Using Dynamic Performance Simulations, Master thesis 2013, NTNU, Trondheim



Skeie, K.S., SUSTAINABLE FACADE RENOVATION Using Dynamic Performance Simulations, Master thesis 2013, NTNU, Trondheim

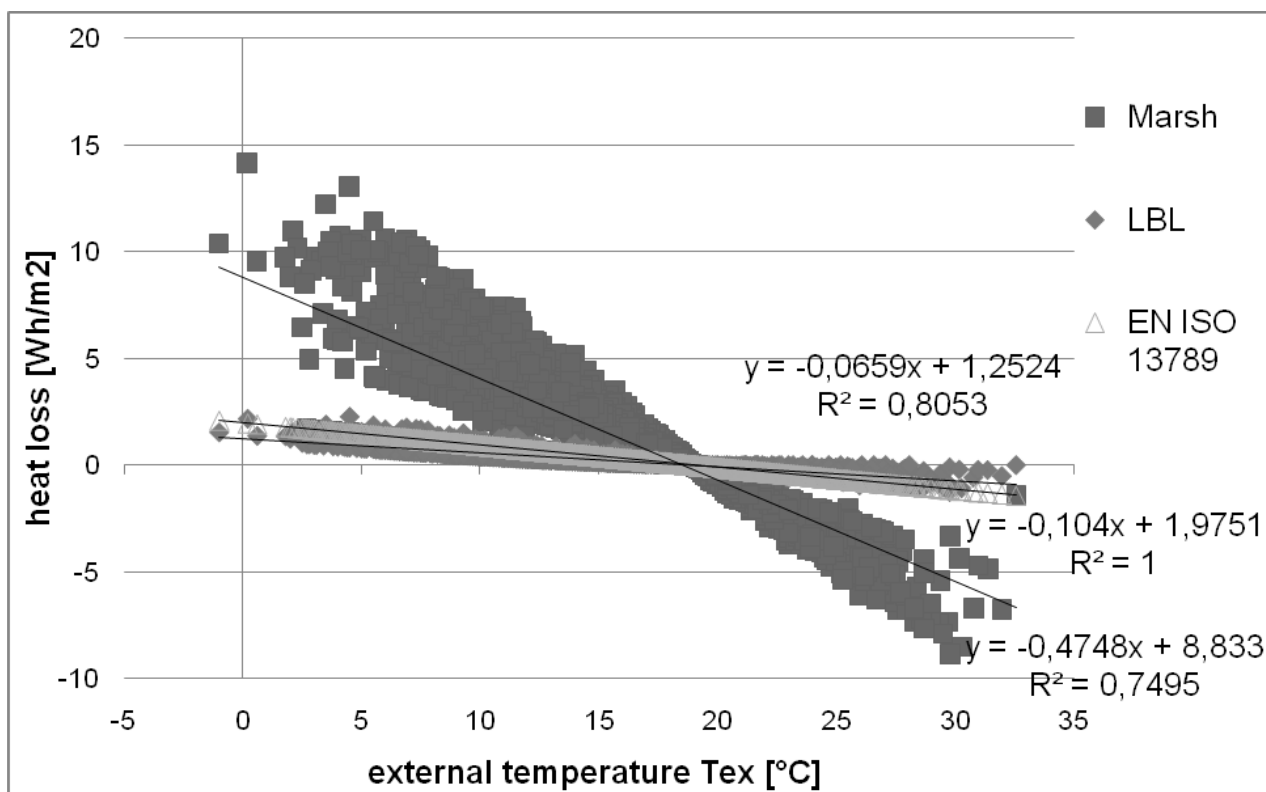
6.5 Air ventilation and air infiltration

- 6.5.1 General
- 6.5.2 Infiltration
 - I test casene er infiltrasjon sett til 0.
 - Avhengig av infiltrasjonsmodellen kan varmetap varierer mellom 9 og 52 kWh/(m² år) for en bygning med n₅₀ = 1,5 h⁻¹ og mellom 3 og 32 kWh/(m² år) for en bygning med n₅₀ = 0,6 h⁻¹.
 - Sammenligning:
 - Marsh (ecotect)
 - LBL
 - EN ISO 13789

Haase and Wigenstad, Infiltration models and heat loss implications in office buildings, Roomvent 2011, Trondheim

Infiltrasjonstap

Varmetap over ekstern temperatur for ulike modeller
(case 1 med $n_{50} = 1.5h^{-1}$)

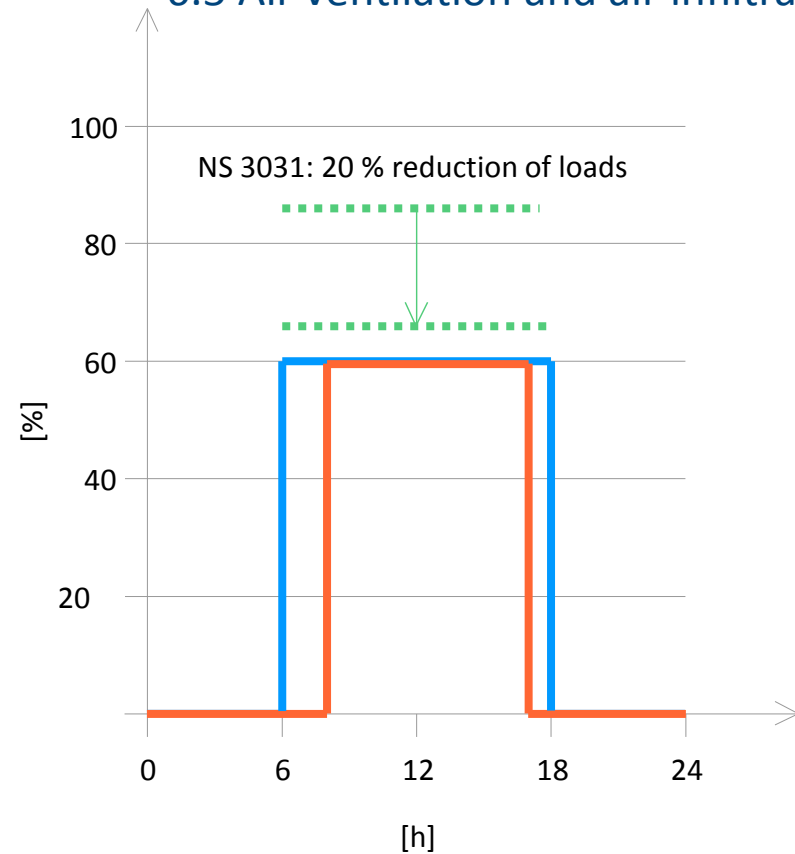


Haase and Wigenstad, Infiltration models and heat loss implications in office buildings, Roomvent 2011, Trondheim

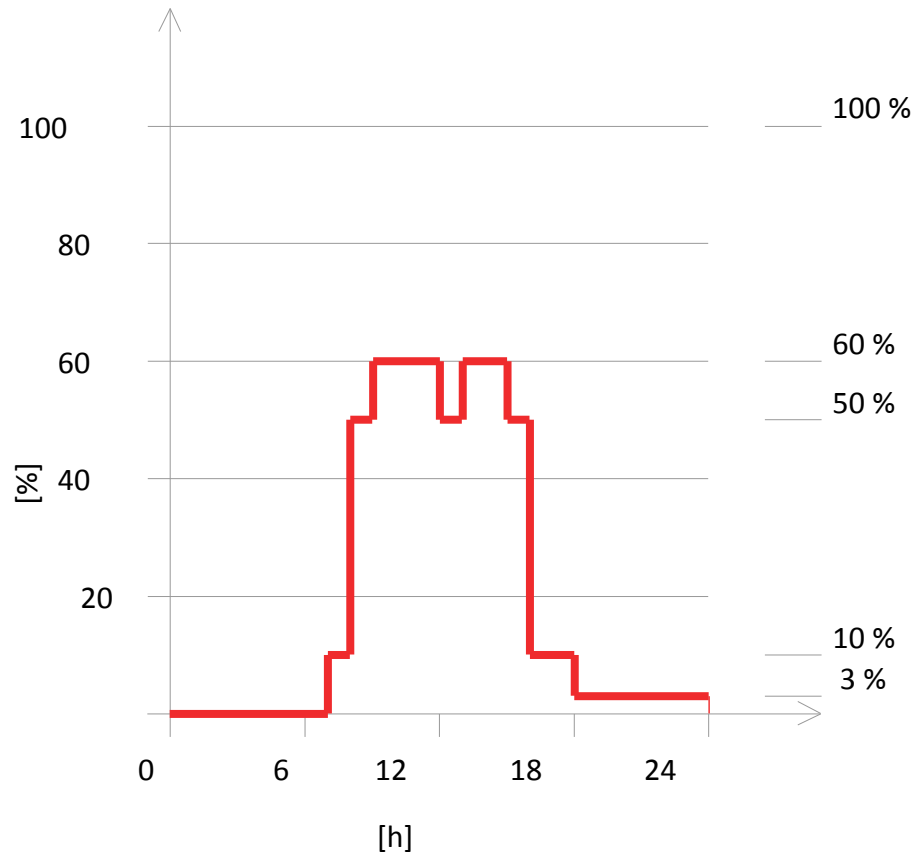
6.5 Air ventilation and air infiltration

- 6.5.1 General
- 6.5.2 Infiltration
- 6.5.3 Ventilation
 - Ventilasjonsluft er innført for friskluft til brukerne.
 - I ventilasjonsanlegget kan gis friskluft direkte utenfra (ekstern luftventilasjon) eller ved å håndtere sentralt.
 - For ekstern luftventilasjon er tilført lufttemperatur utelufttemperaturen.
 - For luft behandlet i et sentralt system tilført lufttemperaturen er fastsatt i henhold til egenskapene til systemet (NS EN 15241 og NS EN 15242).

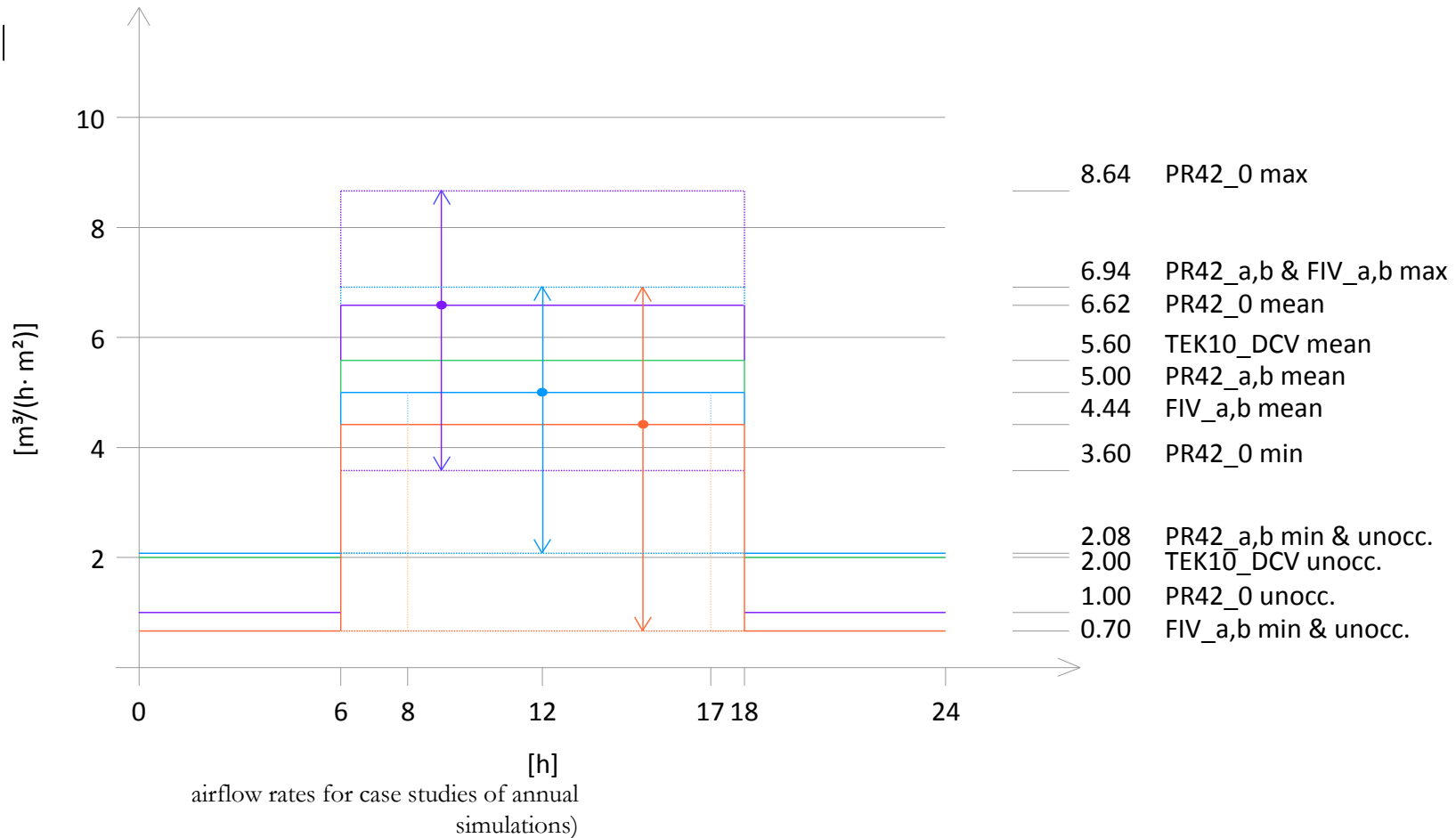
- 6.5 Air ventilation and air infiltration



Schedules for simulations according to
NS3031



6.5 Air ventilation and air infiltration



6.6 Internal load

- For beregning av interne laster inndata bør omfatte konvektive og strålingsdelen av varmefluks fra belysning, folk, utstyr.
- Den konvektive delen av energien som stråler ut fra de interne kilder påvirker umiddelbart luften.
- Den strålingsdelen påvirker operativ temperatur etter at det har blitt absorbert av vegger, gulv og møbler, og har varmt de til en temperatur som er høyere enn lufttemperaturen.
- Denne absorberte energien som lagres av massen bidrar til oppvarming eller kjøling etter en tidsforsinkelse.
- I valideringstests brukes
 - internlaster 20 W/m^2 konvektiv; per areal, fra kl 8:00 til 18:00 på ukedager

6.8 Heating and cooling system device

- 6.8.1 General
- 6.8.2 Convective device
- 6.8.3 Cooling or heating surface device
- I valideringstests brukt:
 - intermitterende oppvarming og kjøling med ubegrenset effekt
 - oppvarming og kjøling brukt fra kl 08:00 til kl 18:00 fra mandag til fredag

Simulering (NS-EN 15265)

- 7 Report of the calculation
- 8 Validation tests
 - 8.1 General
 - 8.2 Room and components description
 - 8.3 Test cases description
 - 8.3.1 Initial tests
 - 8.3.2 Validation tests
- 9 Validation criteria and reference results
- 10 Validation test report
 - 10.1 General
 - 10.2 Input data
 - 10.3 Output results Annex A (normative)

Building performance simulation programs

Problemfokus:	Energi og systemanalyse											Numerisk strømningsanalyse				Ventilasjonsanalyse		Solstråling og dagslys		
Verktøy:	ESP-r	TRNSYS	EnergyPlus	APACHE	Energy-10	IBLAST	DOE-2	BSIM 2002	SCIAC Pro	IDA		Microflo	Fluent Airpac	CFX	FLOVENT	COMIS	COMTAM	Radiance	ADELIN	Win. 5
Ventilasjon og luftkvalitet:																				
Beregning av naturlig ventilasjon	JA3	JA-L	JA3	JA	NEI	NEI	NEI	JA	JA	JA		JA-L	NEI	NEI	NEI	JA3	JA2	NEI	NEI	NEI
Generell forurensning/CO ₂ transport	NEI	JA-L	JA	JA-L	NEI	NEI	NEI	NEI	JA	JA		JA3	JA3	JA3	JA3	JA	JA	NEI	NEI	NEI
Fukttransport	JA	NEI	JA	NEI	NEI	JA	NEI	JA	JA	JA		NEI	NEI	NEI	NEI	JA	JA	NEI	NEI	NEI
Emission/adsorpsjon av luftrensing	NEI	NEI	NEI	JA-L	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI		JA	NEI	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	NEI
Variasjoner i forurensning i soner	JA2	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		JA3	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Numeriske strømningsberegninger	JA2	NEI	NEI	JA-L	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		JA2	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Energitransport og varme- og ventilasjonssystemer:																				
Varmebalanse	JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEI	JA	JA	JA		JA	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Konveksjon på indre og ytre flater	JA3	JA1	JA2	NEI	NEI	JA2	JA1	NEI	NEI	NEI		JA	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Elektrisk effekt	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Transformasjon av fornybar energi	JA3	JA3	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Nodenettverk for væske	JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	JA		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Nodenettverk for luft	JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI	JA3	JA	JA		NEI	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI
Konfigurerbare VV-systemer	JA1	JA3	JA2	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	JA	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Systemer for høytemo stålinsysvarme	JA2	JA3	JA3	JA	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Laytemp. systemer (gulvvarme etc.)	JA2	JA2	JA3	JA	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Sol og dagslys:																				
Anisotropisk modell for diff. stråling	JA	JA	JA	JA	JA	NEI	JA	JA	NEI	JA		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3	JA	NEI
Dagslyskontroll/solavskjerming	JA2	NEI	JA3	JA	JA3	NEI	JA	JA	JA1	JA3		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3	JA	NEI
Avansert dagslyssvinn	JA-L	NEI	JA2	JA	JA1	NEI	JA	JA1/JA-L	NEI	JA1		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3	JA	NEI
Avanserte glass/fasadesystemer	JA2	NEI	JA3	JA	JA1	NEI	JA	JA2	JA2	JA2		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3	JA	NEI
Avanserte vindusberegninger	JA2	JA2	JA3	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	JA1	JA1		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3
Diverse andre egenskaper:																				
Integriert, simultan løsning	JA3	JA3	JA3	JA	JA1	JA	NEI	JA	JA2	JA3		JA-L	JA	JA	JA	NEI	NEI	JA-L	NEI	NEI
Var. tidssteg for forski. deler av model	JA3	JA3	JA3	JA	NEI		NEI	NEI	JA2	JA3		JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	JA-L	NEI	NEI
Avanserte kontrollsystemer	JA3	JA3	JA3	JA	NEI	JA	NEI	NEI	JA1	JA3		JA-L	JA	JA	JA	NEI	NEI	JA-L	NEI	NEI
Simultan løsning for mange soner	JA3	JA3	JA3	JA	JA1	JA	JA	JA3	JA2	JA3		JA-L	NEI	NEI	NEI	JA	JA	NEI	NEI	NEI
Foedefinerte input-funksjoner	NEI	JA3	JA	NEI	NEI							NEI	JA	JA	JA	JA-L	NEI	NEI	NEI	NEI
Grafisk brukergrensesnitt/CAD	JA2	JA-L	NEI	JA	JA3	JA	JA	JA3	JA2	JA3		JA	JA3	JA3	JA3	JA-L	JA3	NEI	NEI	NEI
Integriert grafisk rapportering	JA2	JA-L	NEI	JA	JA3	JA	JA	JA3	JA2	JA3		JA	JA3	JA3	JA3	JA-L	JA2	NEI	JA	NEI
Tilpasset design av nye byg	JA2	JA-L	JA	JA	JA3	JA	JA	JA3	NEI	JA3		JA	JA3	NEI	JA3	NEI	NEI	NEI	JA	NEI
Termisk komfort	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA		NEI	JA3	NEI	JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Miljøregnskap	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	JA	JA	NEI	JA1	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Livssykluseregnskap	JA2	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA1		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Akustikk	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Import av modeller fra CAD-verktø	JA2	JA-L	JA	JA	NEI	NEI	NEI	JA3	JA1	JA3		JA	JA	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	JA1	NEI
Kobling til TRNSYS	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	JA1	NEI
Kobling til Radiance	JA3	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	JA1	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Kobling til ESP-r		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	JA3	NEI	NEI
Kobling til APACHE	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		JA3	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Kobling til Microflo	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Åpen kildekode (Gen. Pub. Licens)	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Gratis nedlasting og bruk	JA	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI	NEI	JA1	JA2	NEI	NEI	NEI
Kjører under windows	JA1	JA	JA3	JA	JA	JA	JA3	JA	JA	JA		JA	JA	JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI
Kjører under Linux/Unix	JA3	NEI	JA	NEI	NEI	NEI	JA	NEI	NEI	NEI		NEI	JA	JA	JA	JA1	NEI	NEI	NEI	NEI
Programmeringsspråk	F77/C	F77	F90	F77	C++, Visual C++	F77	F77	Visual C++	Visual C++			C++, Tel	F90			F77	C	F77	F77, C, Div	

Forklaring: JA=et generelt Ja, JA1= Ja, men med enkle modeller og egenskaper, JA2= Ja, med standard modeller og egenskaper, JA3= Ja, med avanserte modeller og egenskaper, JA-L= Ja, men bare gjennom integrert kobling til et annet verktøy.

Wachenfeldt, B. J., Bygningsenergidirektivet og bruk av beregningsverktøy, Nyhetsbrev DKL

Validering

Technique	Advantages	Disadvantages
<i>Empirical</i> Test of model and solution process	• Approximate truth standard within experimental accuracy • Any level of complexity	• Experimental uncertainties: – Instrument calibration, spatial/ temporal discretization – Imperfect knowledge/specification of the experimental object (building) being simulated • Detailed measurements of high quality are expensive and time consuming • Only a limited number of test conditions are practical
<i>Analytical</i> Test of solution process	• No input uncertainty • Exact mathematical truth standard for the given model • Inexpensive	• No test of model validity • Limited to highly constrained cases for which analytical solutions can be derived
<i>Comparative</i> Relative test of model and solution process	• No input uncertainty • Any level of complexity • Many diagnostic comparisons possible • Inexpensive and quick	• No truth standard

Neymark and Judkoff, Bestest, Technical Report NREL/TP-550-30152, 2002

Simien

- Simien er en dynamisk bygning simuleringsprogram som er videreutviklet fra SCIAQ
- Innlemmer den norske beregningsprosedyren NS3031

The screenshot displays the 'Valg av klimastad' (Climate Selection) window in the Simien software. It features a dropdown menu for selecting a climate location, currently set to 'Oslo'. To the right, a table lists various climate data points for Oslo. At the bottom, there is a text area for comments and a help button.

<< Forrige side

Valg av klimastad

Neste side >>

Velg klimastad

Oslo

Data for valgt klimastad:

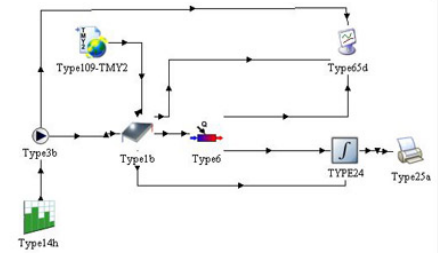
Breddegrad [°]:	60° 0'
Lengdegrad [°]:	14° 11'
Midlere temp. dim. sommer [°C]:	21.5
Midlere temp. dim. vinter [°C]:	-20.0
Årsmiddeltemperatur [°C]:	6.3
Midlere horisontal solflux [W/m²]:	110.0
Årsmiddel relativ luftfuktighet [%]:	72.8
Årsmiddel vindhastighet [m/s]:	2.2

Kommentar til valg av klimastad

Ved evaluering mot byggeforskrifter vil programmet alltid bruke klimadata for Oslo.
Ved andre simuleringer brukes klimastedet valgt her.

Hjelp

Trnsys

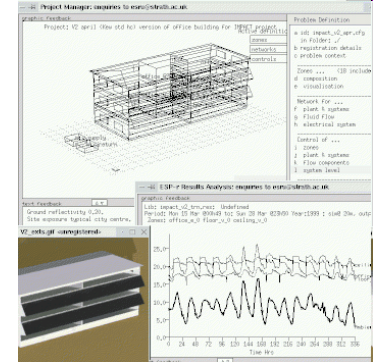


- tilbyr muligheten for å beskrive en sone og utføre varmeberegninger balanse.
- Ved en ytre overflate, er den langbølget stråling og konvektiv varmeveksling fraskilt og den absorberte solstråling er gjort rede for.
- En detaljert beskrivelse av motstanden beregningsmetode er tilgjengelig fra (Voit et al., 1994).
- Langbølget strålingsutveksling på den ytre overflate er ansett eksplisitt ved hjelp av et fiktivt sky temperatur, T_{Sky}, som er en inngang til TYPE 56 modell og en vis faktor til himmelen, fsky, for hver ytre overflate.

Voit, P., Lechner, T. & Schuler, M. (1994) Common EC validation procedure for dynamic building simulation programs – application with TRNSYS. *Conference of international simulation societies*. Zurich.

Esp-r

- Esp-r er basert på et finite volum, bevaring tilnærming der et problem (spesifisert i form av geometri, bygging, drift, lekkasje fordeling) er forvandlet til et sett av bevaringsligninger (for energi, masse, momentum, etc .) som er så integrert under påfølgende tids skritt som svar på klima, beboer og kontrollsystem påvirkninger (ESRU, 2007).
- ESP-r har vært under utvikling i mer enn 30 år, og har gjennomgått en rekke tester.
- En oppsummering av alle valideringstester kan bli funnet i Strachan (2000).

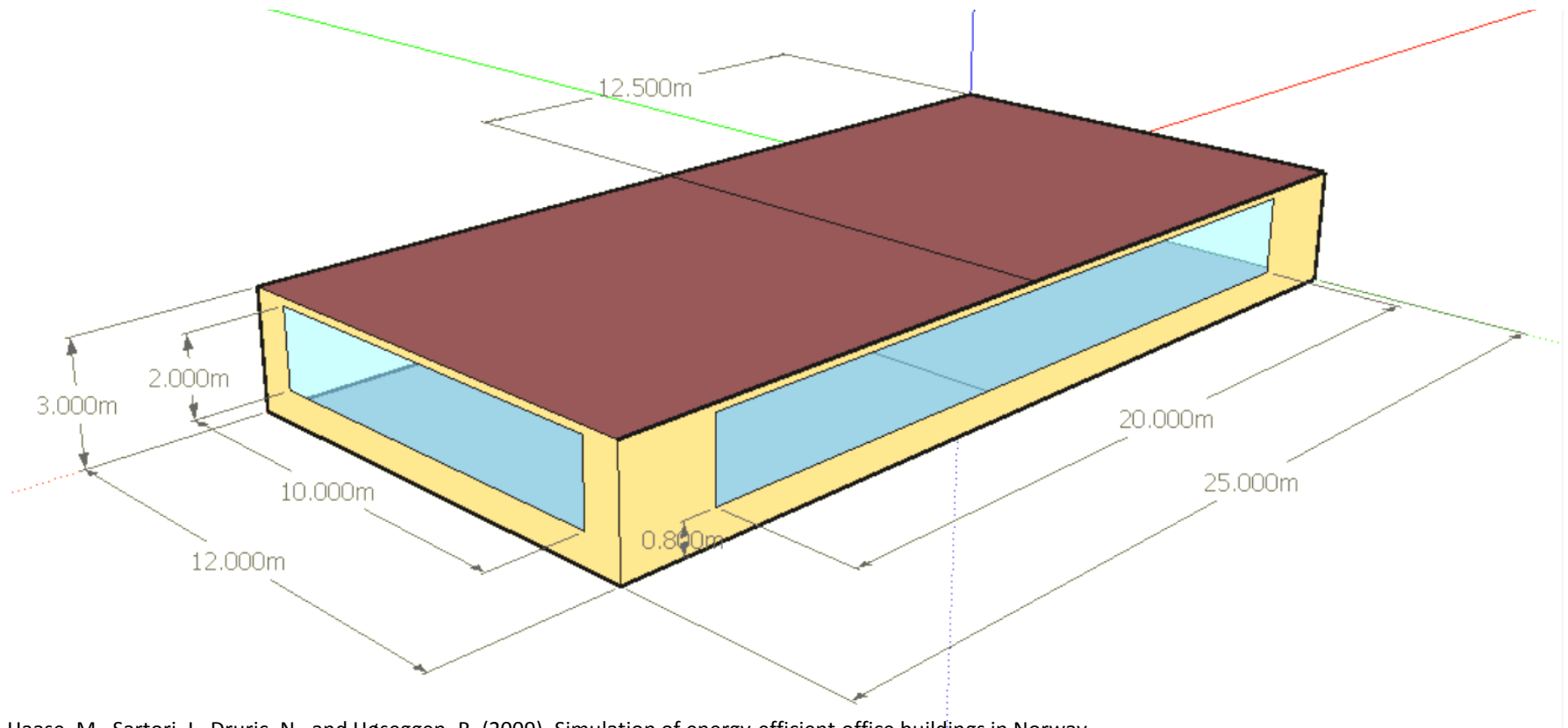


Strachan P. (2000), ESP-r: Summary of Validation Studies, ESRU Technical Report, Glasgow, UK
<http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/validation.pdf>

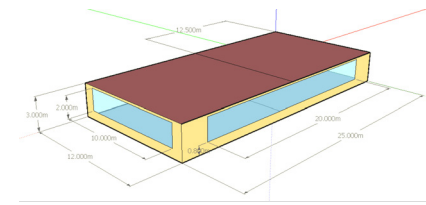
EnergyPlus

- EnergyPlus er en integrert simulering. Dette betyr at alle de tre hoveddeler, bygg, system, og anlegget må løses samtidig.
- Løsningen begynner med en sone varmembalanse som oppdaterer soneforhold og bestemmer oppvarming / kjøling laster i alle tidssteger.
- Denne informasjonen blir overført til luftbehandlingssimulering for å bestemme systemresponsen; men denne responsen ikke påvirker soneforhold .
- Det gjør det mulig å spesifisere interne varmetilskudd omfattet av konvekative, strålende og latente varmelaster.

Modellen



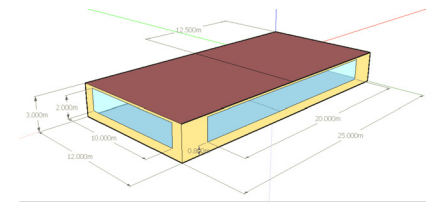
Haase, M., Sartori, I., Druric, N., and Høseggen, R. (2009), Simulation of energy-efficient office buildings in Norway, Proceedings of Building Simulation conference (BS2009), Strathclyde, U.K.



Modellen

- Veggene har isolasjon i den ytre (200 mm mineralull) deretter betong (200 mm) og deretter gipsplater som vender mot det indre av rommet (19 mm).
- Alle tak består av 200mm eksponert betong for halvparten av arealet, mens den andre halvparten har dekket av 50mm mineralull å representere lydabsorbenter taket.
- Vindu tre ruter, 3mm klart glass (en med lav-e belegg) + 13 mm argon [ingen ramme]
 - U-verdi: $1,2 \text{ W / m}^2\text{K}$; innglassing Faktor: 1; g-verdi: 0,58; synlig transmisjon: 0.7
 - Solskjerming system: persienn, utvendig, lys farge, automatisk (lukkes når stråling på vinduet $> 200\text{W /m}^2$)

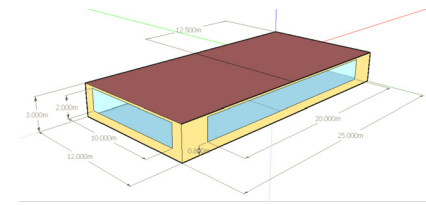
Haase, M., Sartori, I., Druric, N., and Høseggen, R. (2009), Simulation of energy-efficient office buildings in Norway, Proceedings of Building Simulation conference (BS2009), Strathclyde, U.K.



Interntlaster

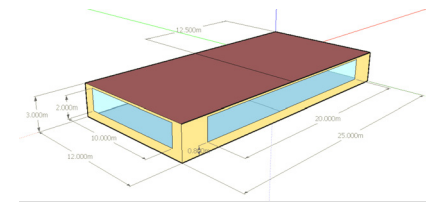
- personer belastning = 0.1 person/m² (sittende = 108 W/pers (1.0 Met), vanlig kontor klær (1 CLO))
- belysning = 8 W/m²; utstyr = 11 W/m²
- Infiltrasjon = 0.1 ach ($\Rightarrow n_{50} = 1,5h^{-1}$)
- oppvarmingssettpunkt operativ temperatur 21 ° C i løpet av driftstiden (19 ° C utenfor driftstiden)
- kjølingssettpunkt operativ temperatur 24 ° C (off utenfor driftstimer)

Haase, M., Sartori, I., Druric, N., and Høseggen, R. (2009), Simulation of energy-efficient office buildings in Norway, Proceedings of Building Simulation conference (BS2009), Strathclyde, U.K.

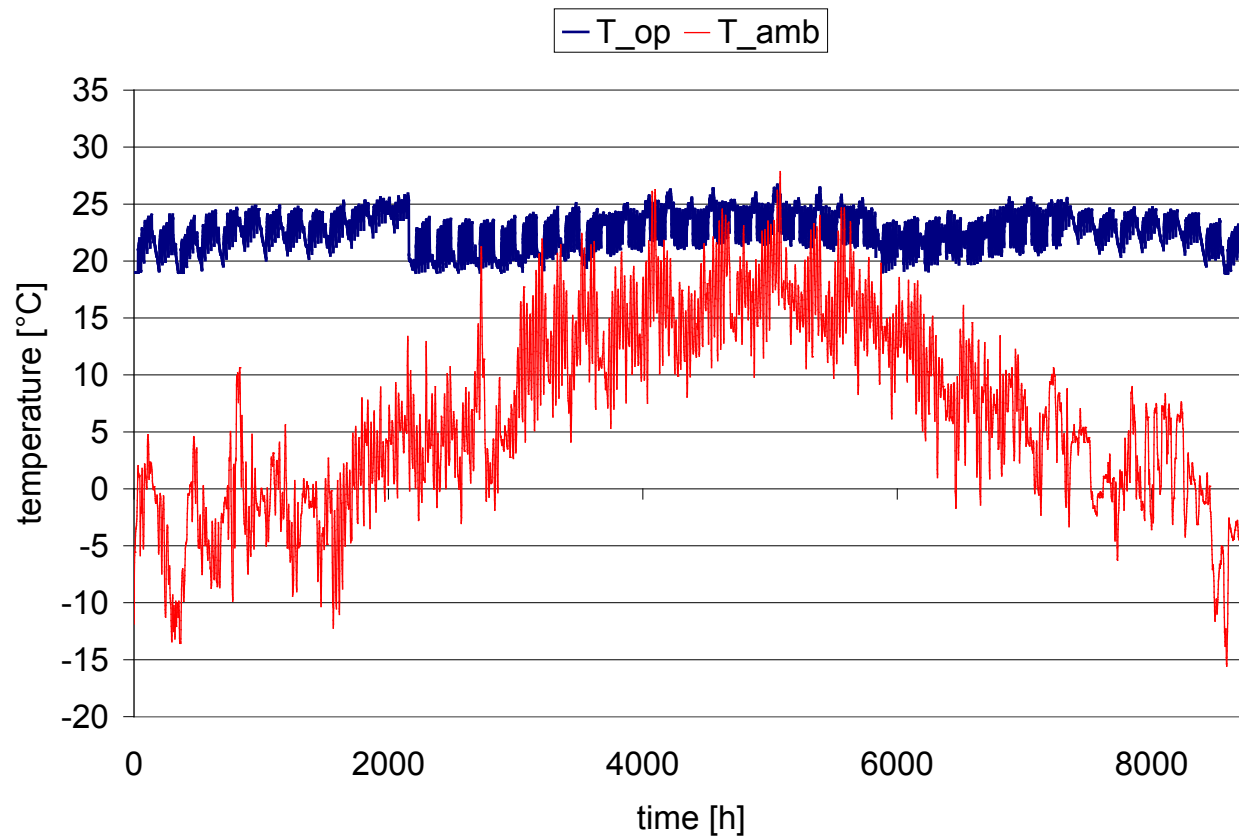


HVAC (ventilasjon) system

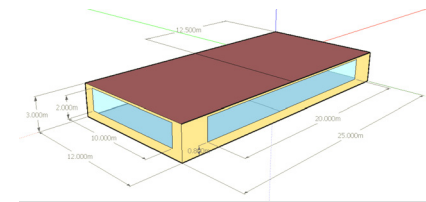
- Minimum 7,0 m³ / hm²; maksimum 12,0 m³ / hm²
- Throttling Range = 0 ° C (E + begrensnig)
- Driftstiden: kl 06:00 til kl 20:00
- HVAC system type = VAV Ventilasjon
- Tilluftstemperatur = 19 ° C Nov-Mar; 18 ° C Apr-mai + Sep-Oct; 17 ° C jun-aug
- Oppvarmings- og kjølebatteriene alltid i stand til å tilfredsstille lasten (= ubegrenst effekt, men av om natten og i helgene)
- Natt ventilasjon hvis Innendørs temp > 21 ° C og utendørs delta-T = 2 ° C, maks 12,0 m³ / m²h
- SFP = 2 kW / (m³ / s) på dagtid, en nighttime; SFP er beregne for nominell Q (70%) = 8.4 m³ / m²h; SPP = 0,6 kW / (l / s)
- Oppvarming og kjøling
 - Driftstimer 0700 hr til 1900 hr (oppvarming OFF fra mai til september)



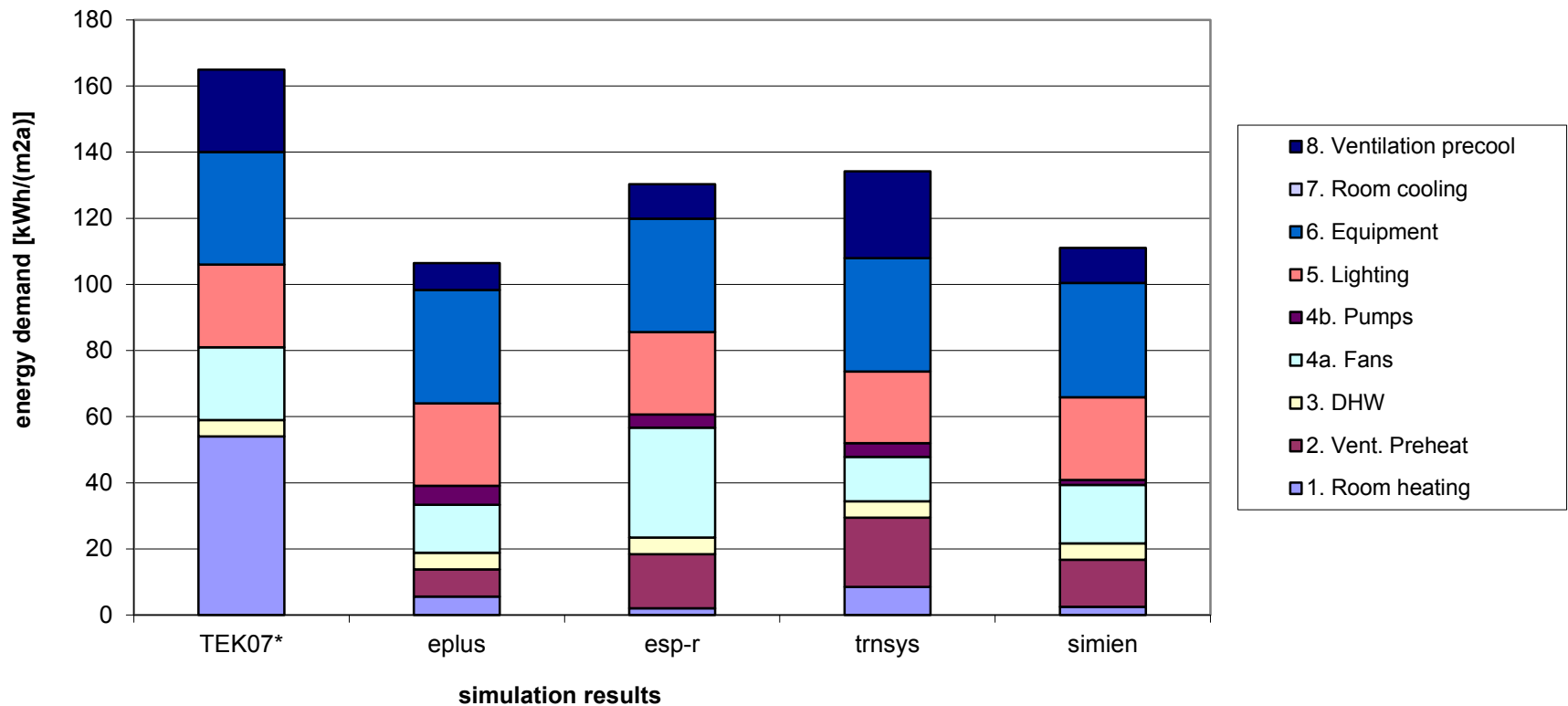
Temperatur



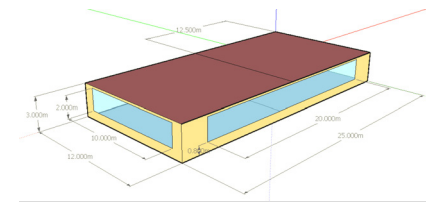
Haase, M., Sartori, I., Druric, N., and Høseggen, R. (2009), Simulation of energy-efficient office buildings in Norway, Proceedings of Building Simulation conference (BS2009), Strathclyde, U.K.



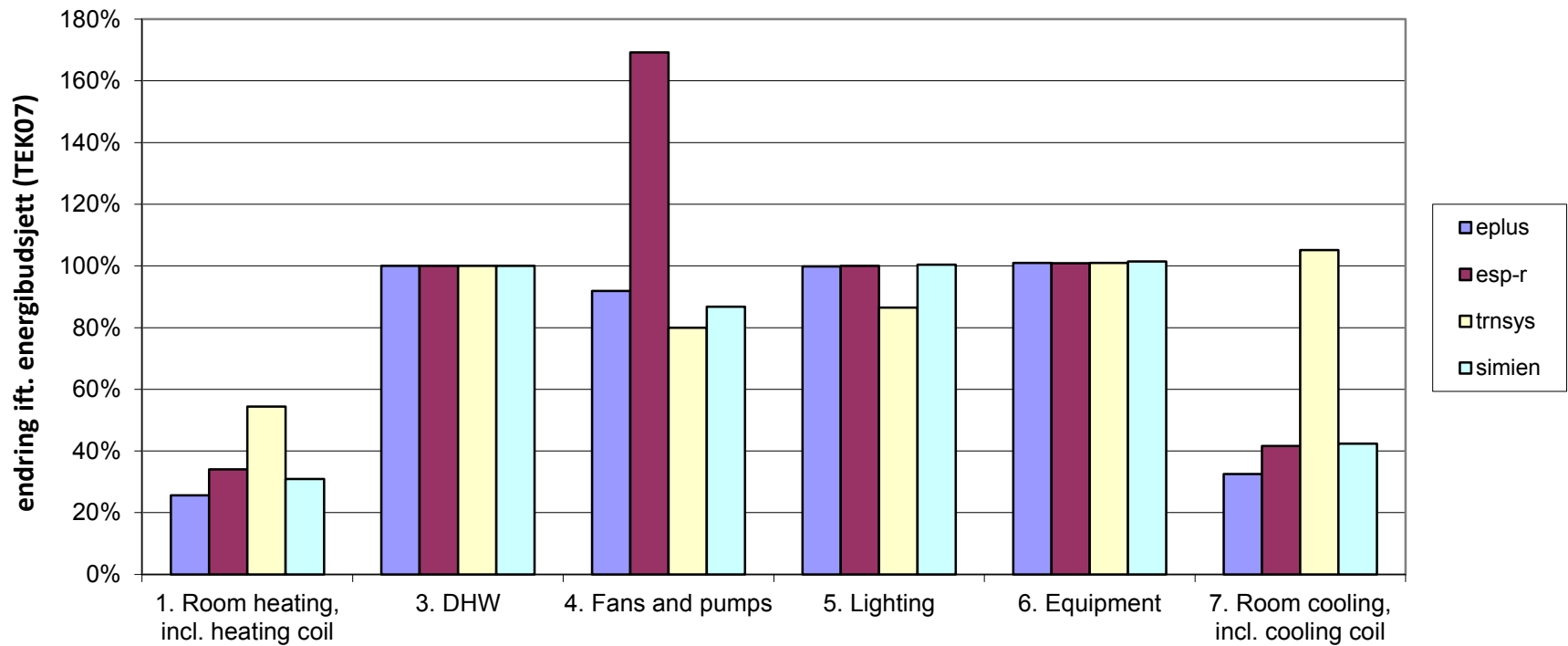
Resultater

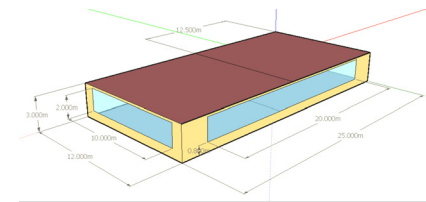


Haase, M., Sartori, I., Druric, N., and Høseggen, R. (2009), Simulation of energy-efficient office buildings in Norway, Proceedings of Building Simulation conference (BS2009), Strathclyde, U.K.

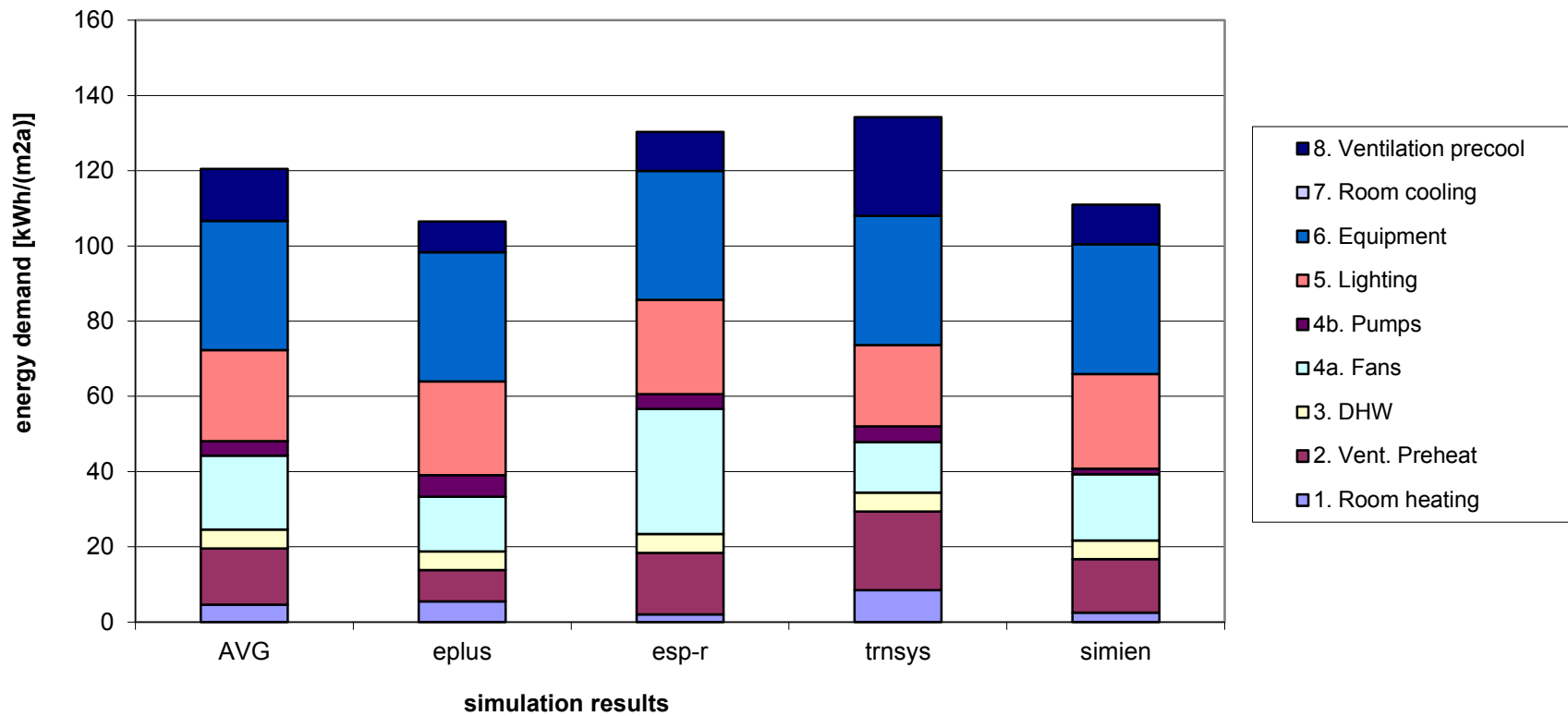


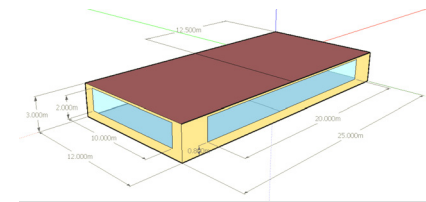
Resultater



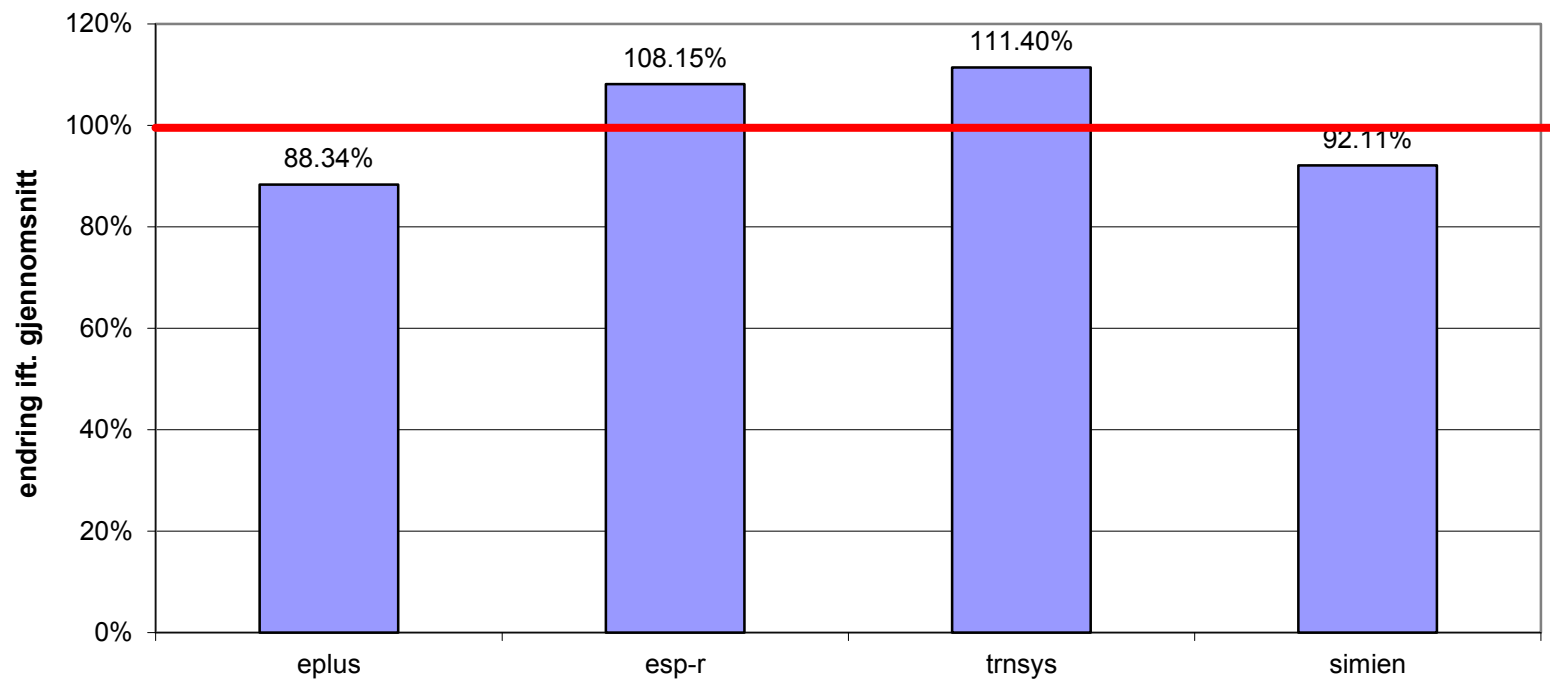


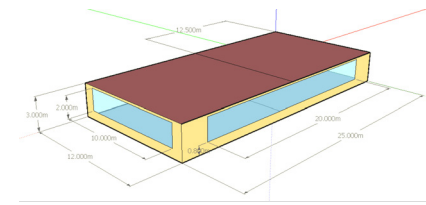
Resultater



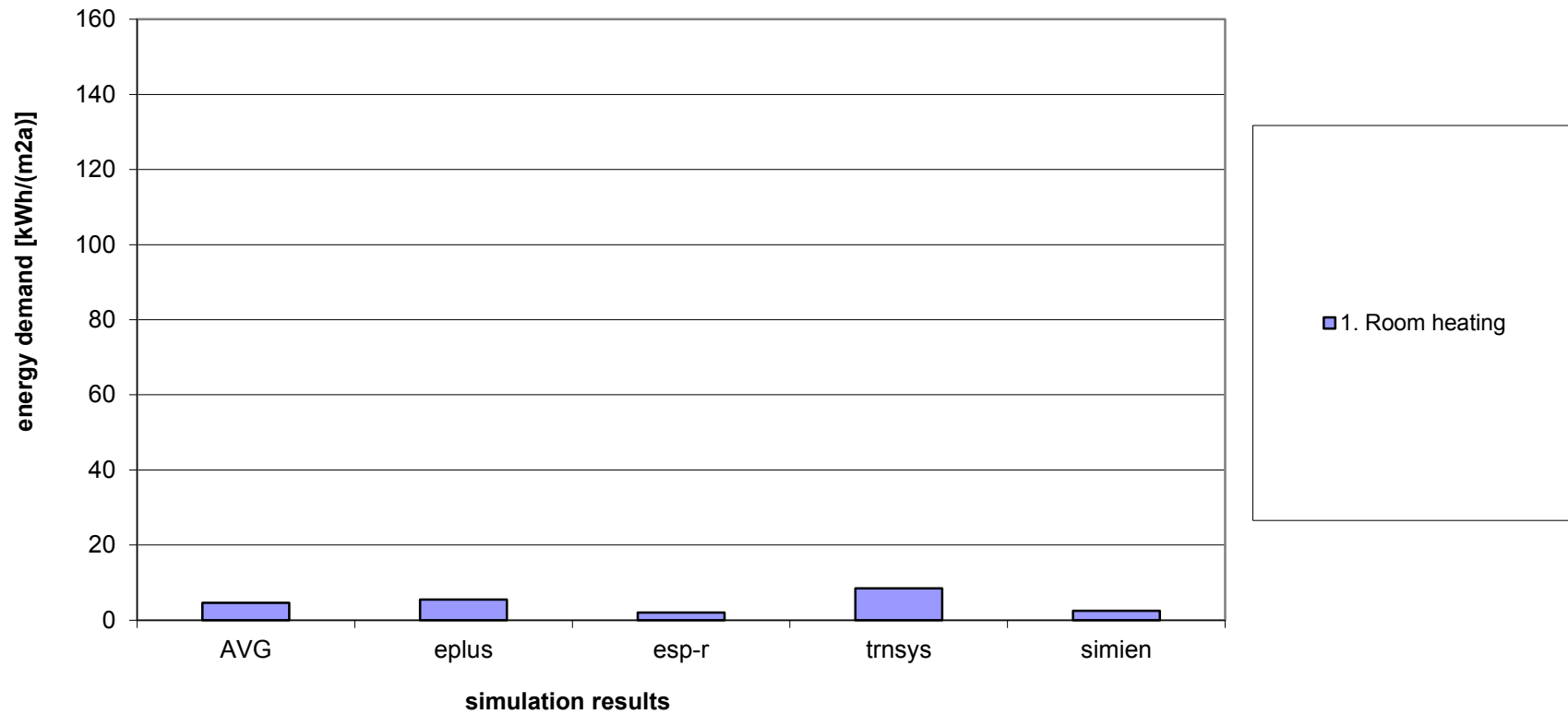


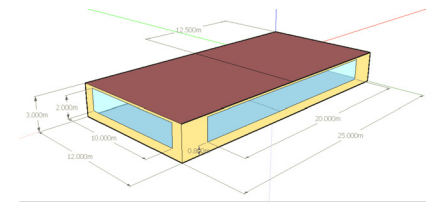
Resultater



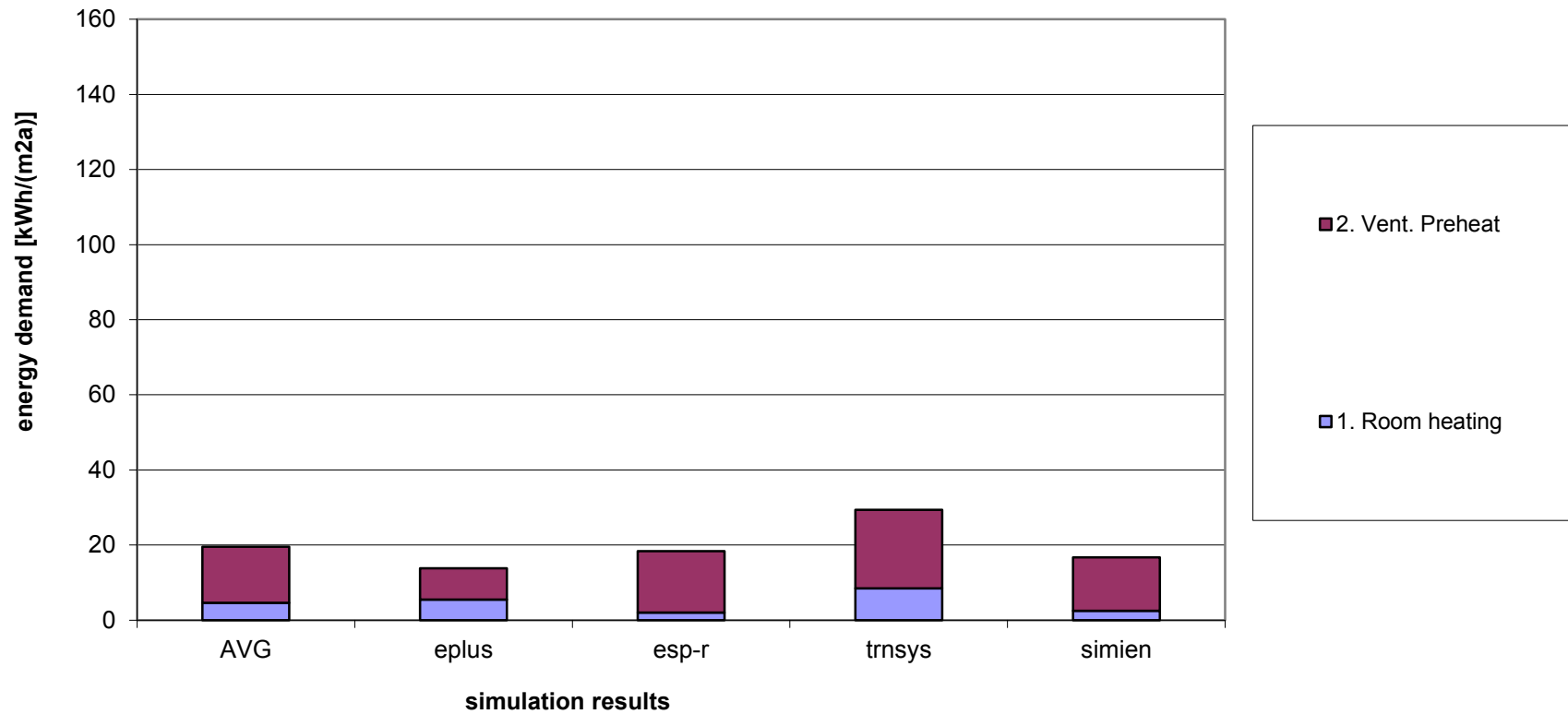


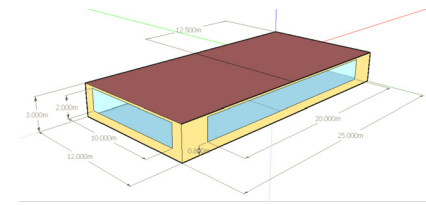
Resultater



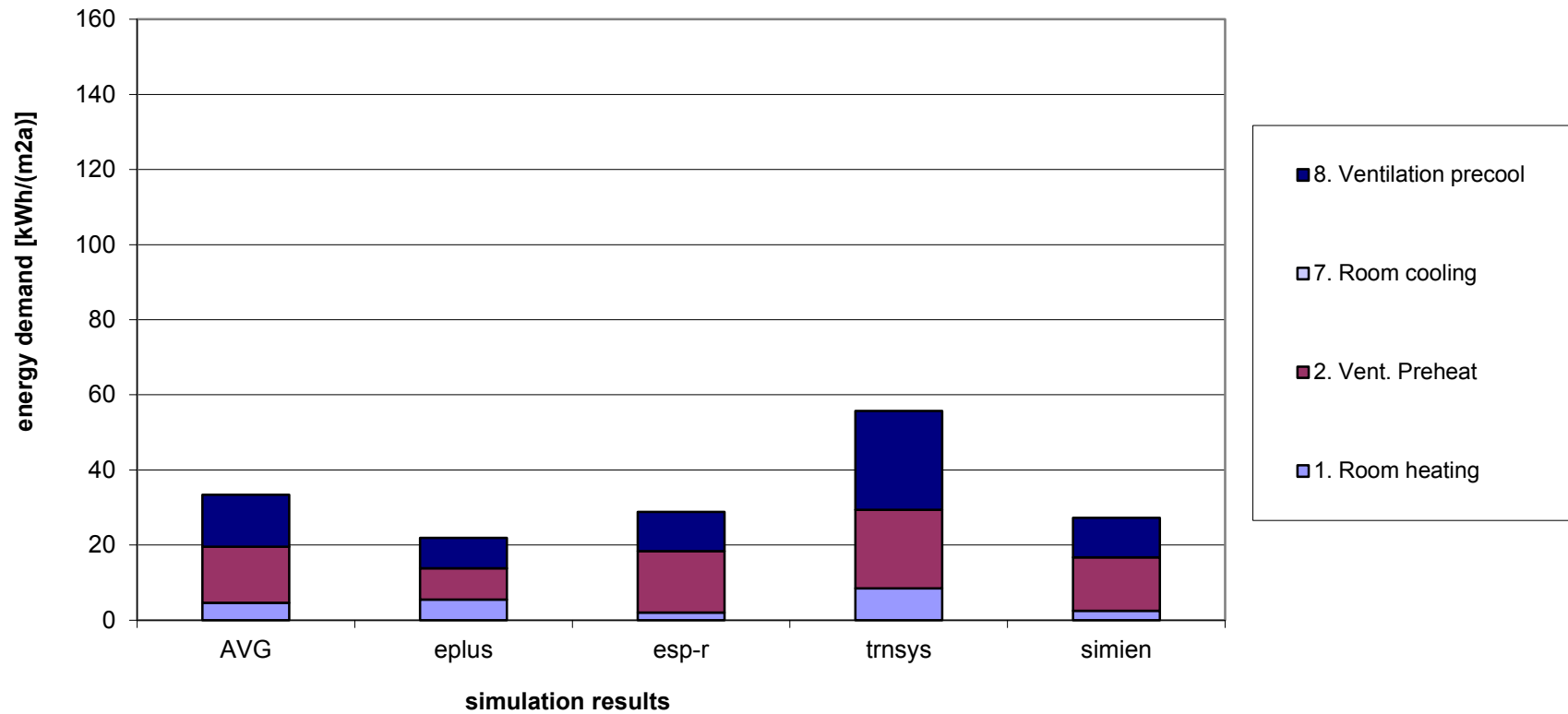


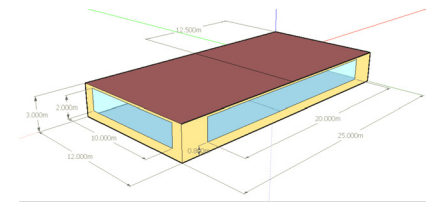
Resultater



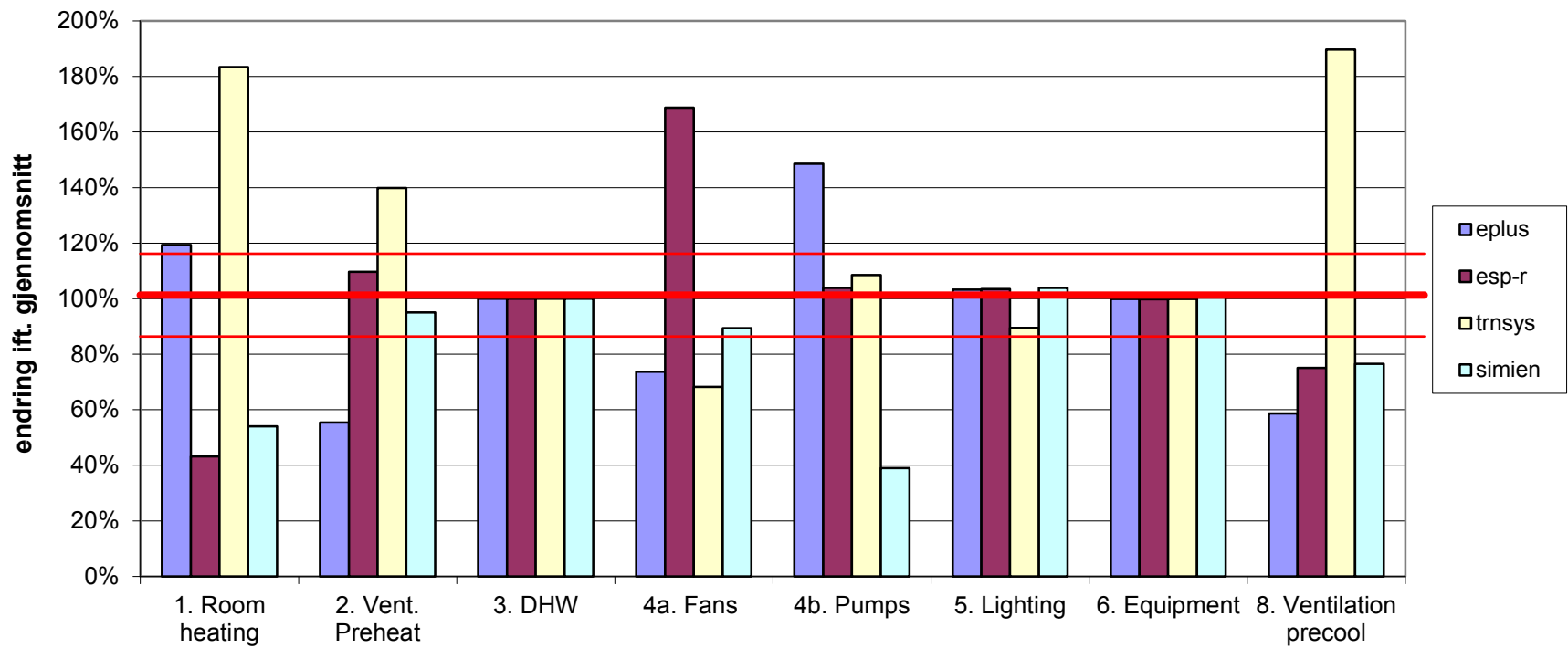


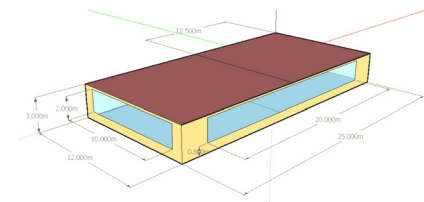
Resultater



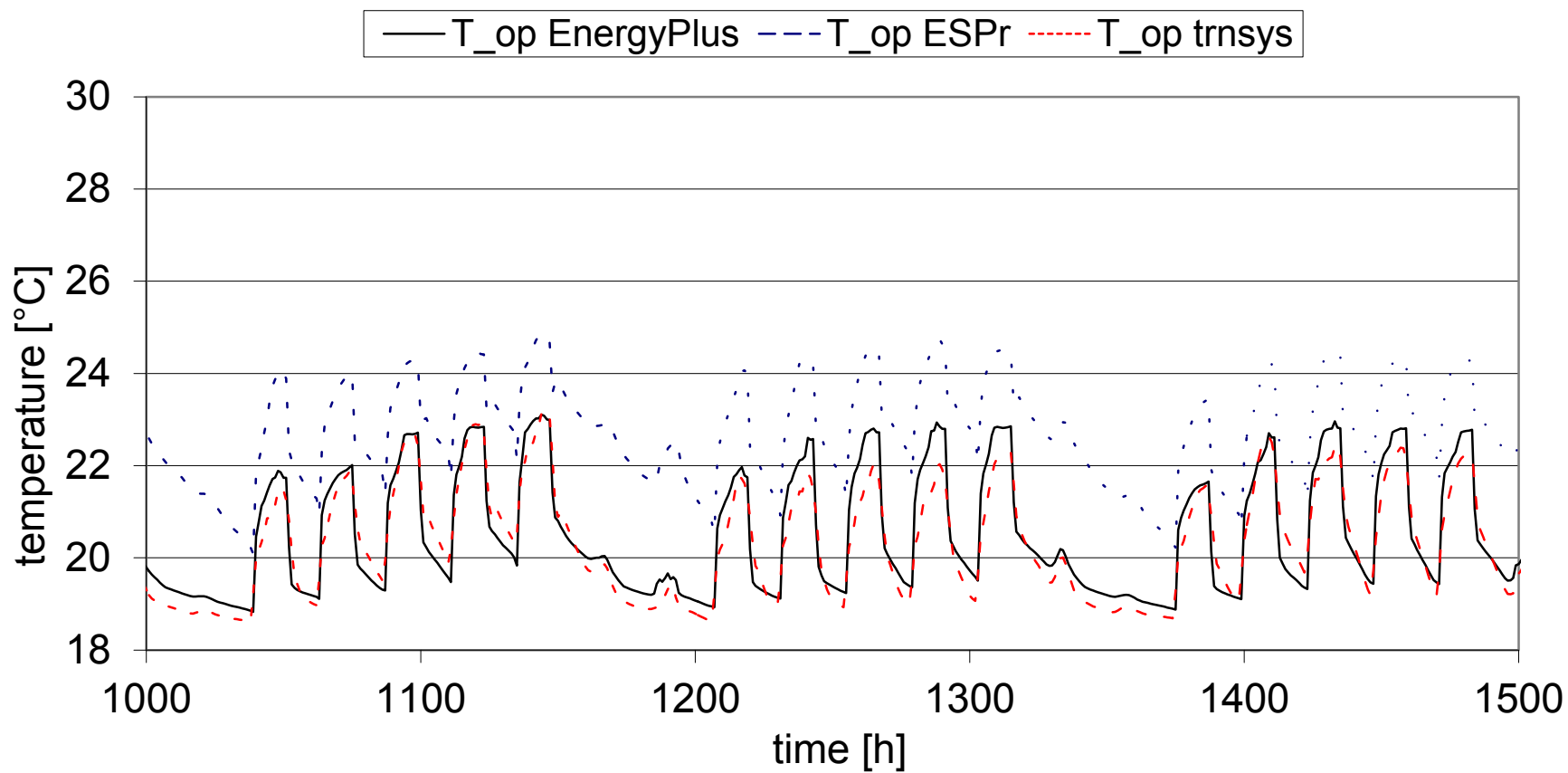


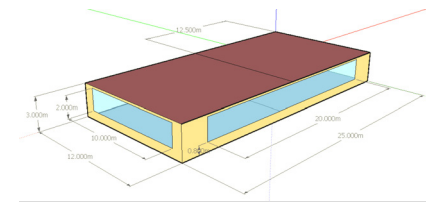
Resultater



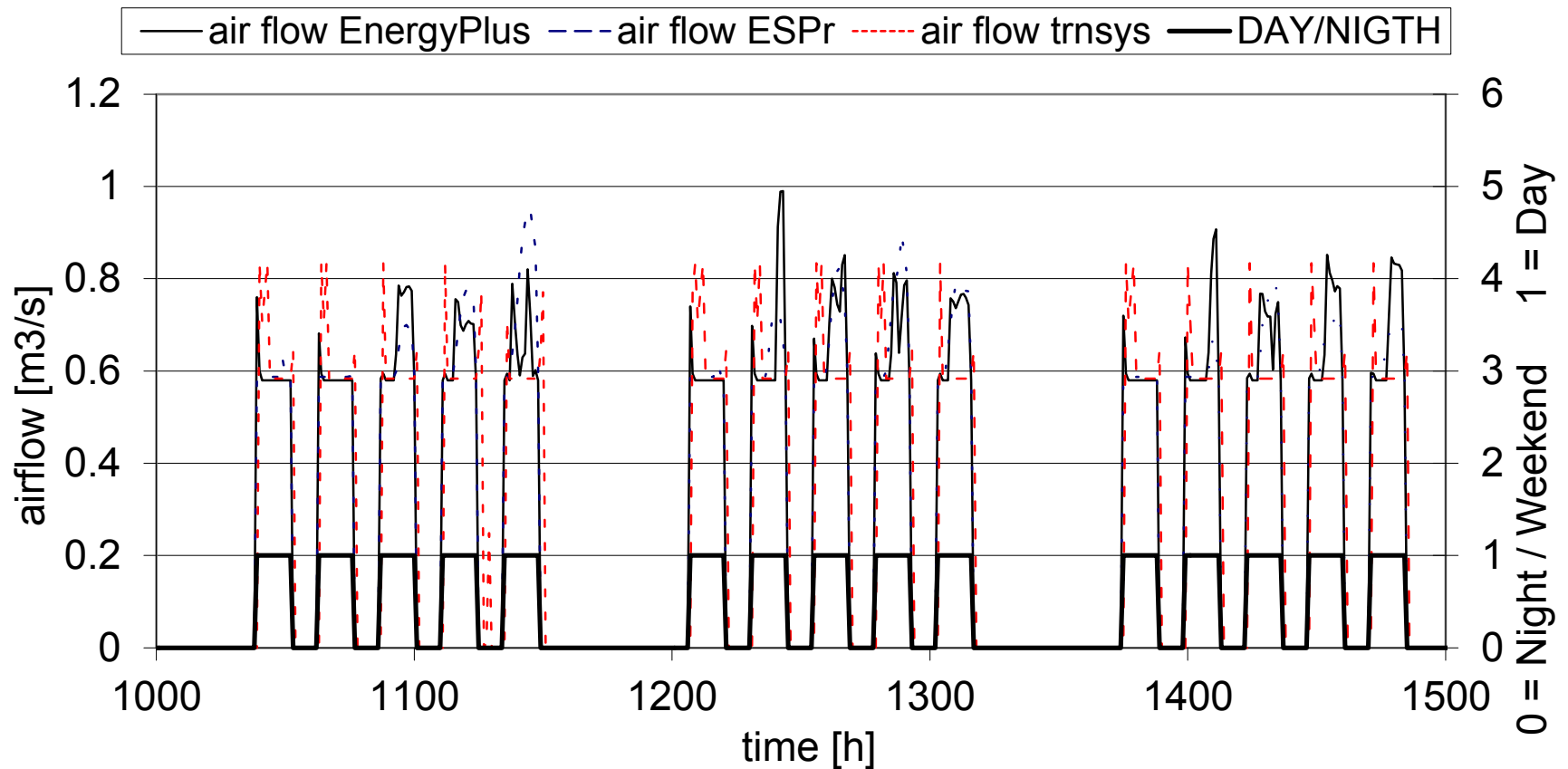


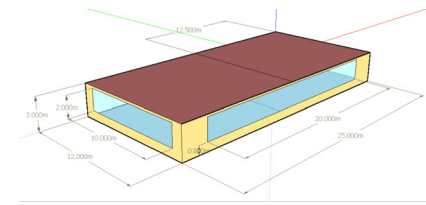
Resultater



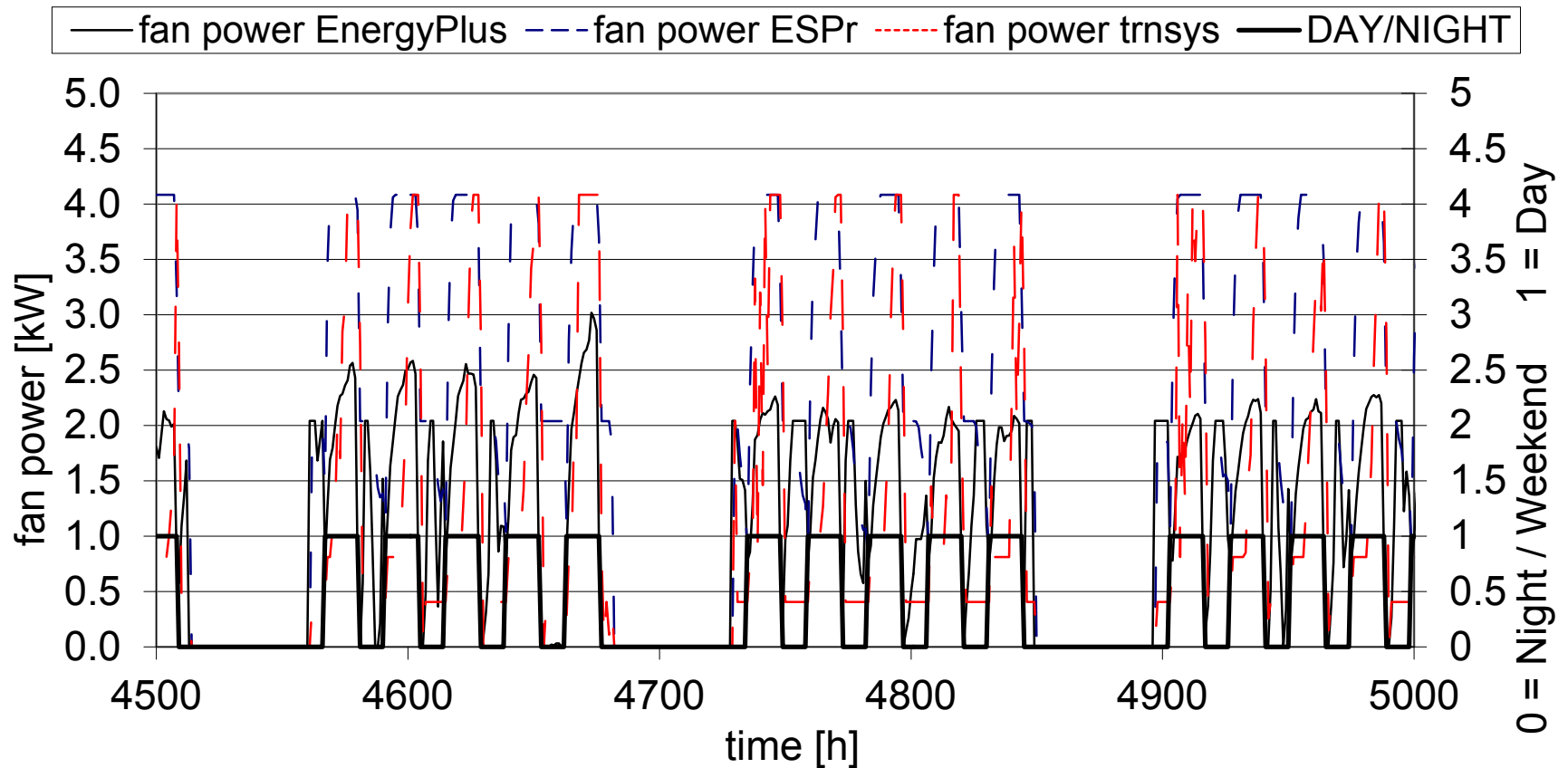


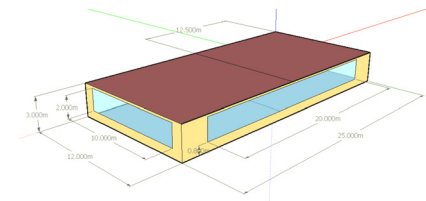
Resultater





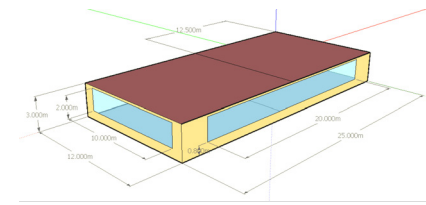
Resultater





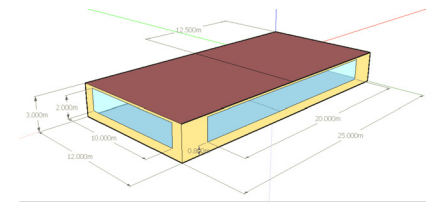
Overoppheting (timer p. år)

	eplus	esp-r	trnsys	simien
>26	0	38	0	2
>25	3	401	47	39
>24	543	1809	769	464
>23	1895	3283	1884	1685
>22	2664	4181	2395	2014



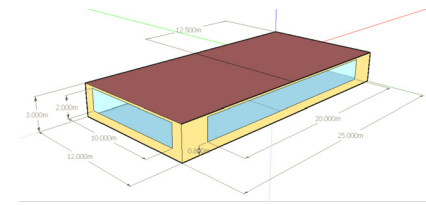
Konklusjoner

- Internlaster fra folk, siden E + bruker den totale verdien, sensible + latent som et innspill og deretter beregner automatisk sensible delen. Her ble det klart at sensible varmelaster var mye lavere enn inngangsverdien.
- Energiforbruk fra pumpen for kjøling ble beregnet på samme måte i alle programmer, men det ble beregnet ved hjelp av altfor mange driftstimer. Ved å kjøre ventilasjons 14h per dag, 5 dager pr uke i 22 uker, og er det totale antall timer 1540 (i stedet for 2920 som ble brukt i beregningene).
- Det kan sees at E + forvarmingsbehovet er det laveste, selv om luftstrømmen om vinteren er lik de andre eller eventuelt litt høyere. Varmegjenvinning med konstant virkningsgrad på 70% må kontrolleres.



Konklusjoner

- Byggekonstruksjoner: T_{op} er mer stabil på E+.
- På den annen side synker om natten $E + T_{op}$ raskere. Dette kan være på grunn av en feil i uteluften mikser som tvunget til å bruke et annet objekt for nattventilasjon (i stedet for å bytte på den virkelige ventilasjonssystem).
- Dette er en forenklet gjenstand som brukes i E + ,her er temp økning i viften bare proporsjonal. Det er viktig å sammenligne viften delta T om natten for alle simuleringsprogrammer.
- Når man analyserer kjølebatteriet lasten ble bare de sensible laster vurdert. Dette ville i det minste gjøre det lettere å sammenligne resultatene.



Konklusjoner

- Ytterligere detaljerte simulering er og analyser er nødvendig for å få mer tillit i simuleringsresultatene.
- Dette ytterligere analyse kan bidra til å forklare forskjeller i resultatene.
- En validering med målte data fra ulike case-studier er på vei. Før dette ikke er gjort, er det svært vanskelig å utvikle design strategier som inneholder disse problemene.
- Det store antallet usikre inndataparameteren forblir imidlertid en utfordring:

Konklusjoner

Utfordringer:

- åpen rom er ansett som en lukket plass avgrenset av innkapslet elementer;
- lufttemperaturen i hele rommet ikke er den samme (stratifikasjon);
- termiske egenskapene til noen materialer ikke er konstant og isotrop;
- konvektive varmeoverføringskoeffisientene kan bli ganske dynamisk;
- varmeledning gjennom hvert rom element er tre-dimensjonal og deres overflater ofte ikke er isotherm;
- kuldebroer ikke er riktig representert (lineære, uten termisk treghet);
- fordelingen av solstrålingen på de indre overflatene av komponentene i sonen er dynamisk;
- fordelingen av strålings del av varmefluks på grunn av interne kilder er ulik på de indre flater av de omsluttende deler av rommet;

Konklusjoner

Utfordringer:

- den langbølget strålings- og konvektive varmeoverføringer på den indre overflate av hver komponent blir behandlet separat;
- vinkelavhengighet av solar transmisjonsegenskaper av glass ikke er tatt med;
- det ikke er tatt hensyn til bevegelige og ekstern solavskjerming;
- varmeoverføringen gjennom første etasje (inkludert gulv-vegg-forbindelser) blir forenklet (i vert fall ikke behandlet i henhold til den dynamiske beregningsprosedyren gitt i NS-EN ISO 13370).
- andre ting

Diskusjon

- Simeringsverktøy har mange fordeler.
- Valideringsprosedyren er viktig og må være det første steget.
- Validerings- og godkjenningsprosesser er viktig og nødvendig. Mer arbeid trenges.
- Inndata må beskrives nøyaktig.
- Funksjoner av simuleringsverktøy som går ut over det som forutsettes i NS EN 15265 må vurderes separat.
- Hvem vurderer slike verktøy?
- Hvem godkjenner simuleringsverktøy?

Join the global community

