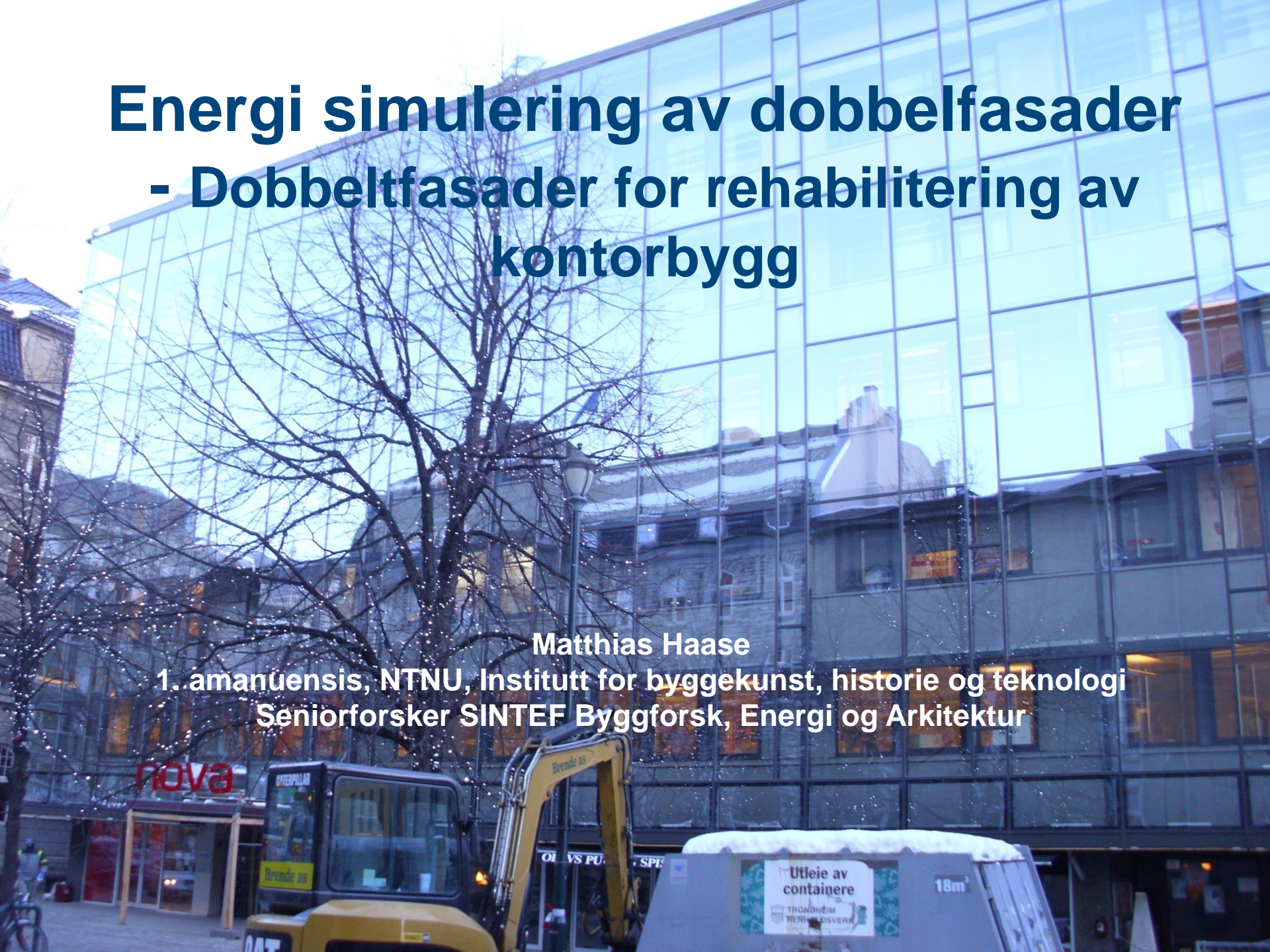


Energi simulering av dobbelfasader - Dobbelfasader for rehabilitering av kontorbygg

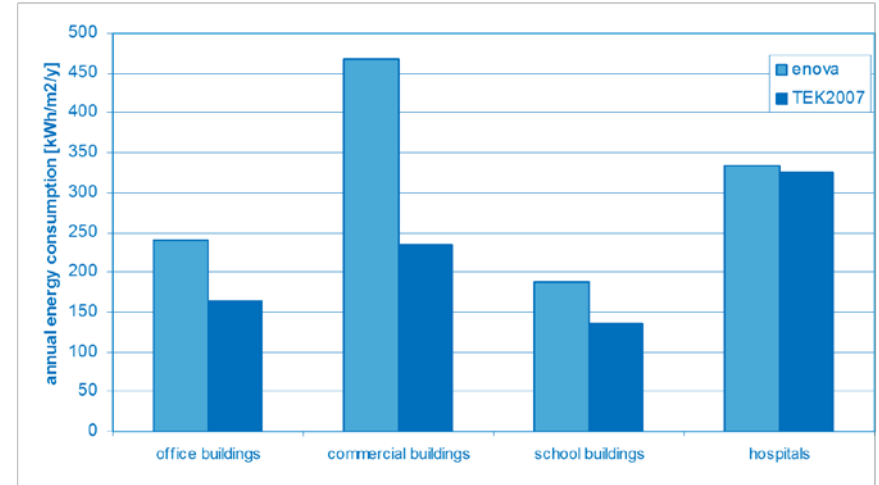
Matthias Haase

1. amanuensis, NTNU, Institutt for byggekunst, historie og teknologi
Seniorforsker SINTEF Byggforsk, Energi og Arkitektur



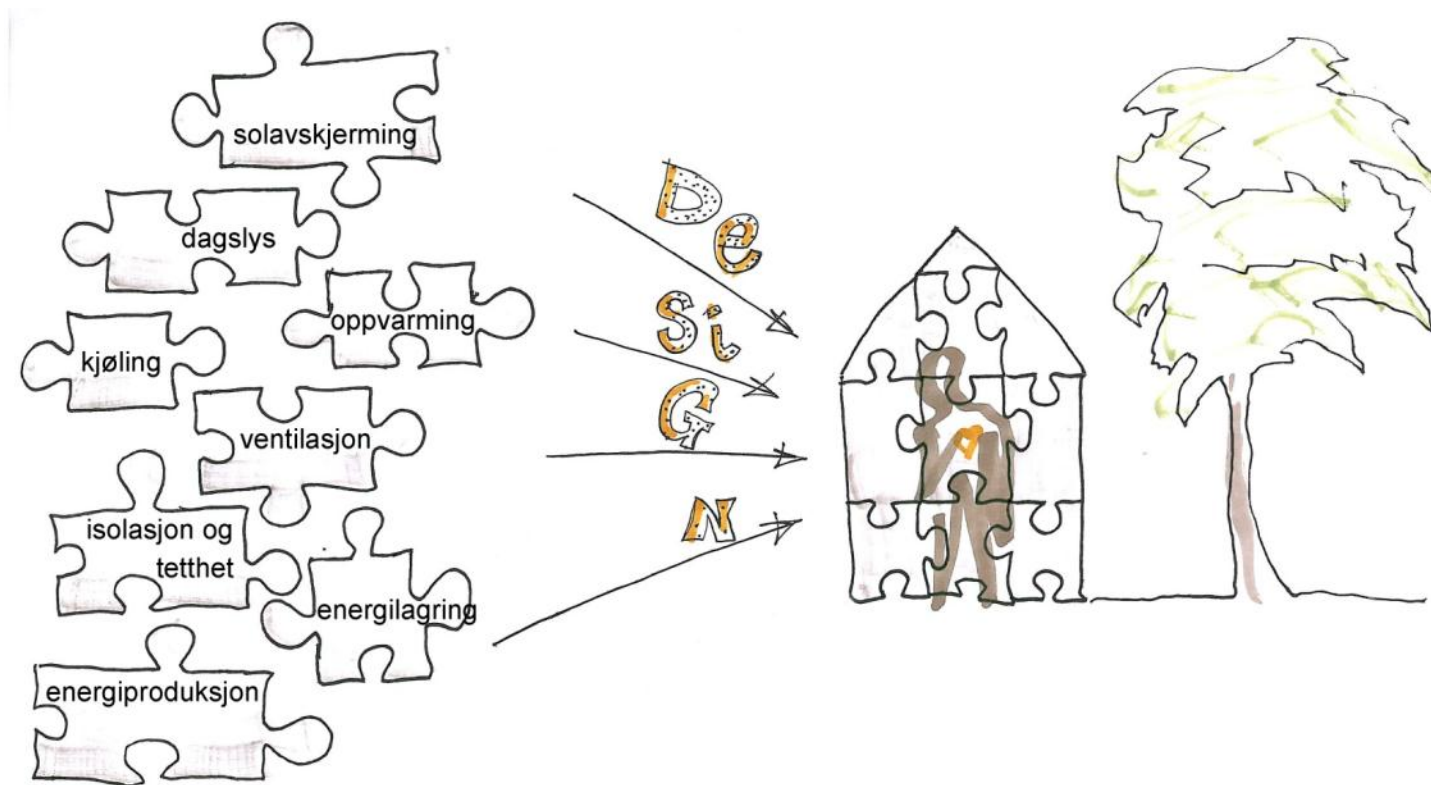
Innhold

- Introduksjon
- Dobbeltfasader systemer (DFS)
 - Klassifikasjon
 - Styrings strategi
- DFS for eksisterende bygg
 - Termisk modell
 - Luftstrømning modell
- Resultater
 - Forskjellige konstruksjoner
 - Kontroll strategier
- Konklusjoner



Introduksjon

- Smart fasade design



Introduksjon

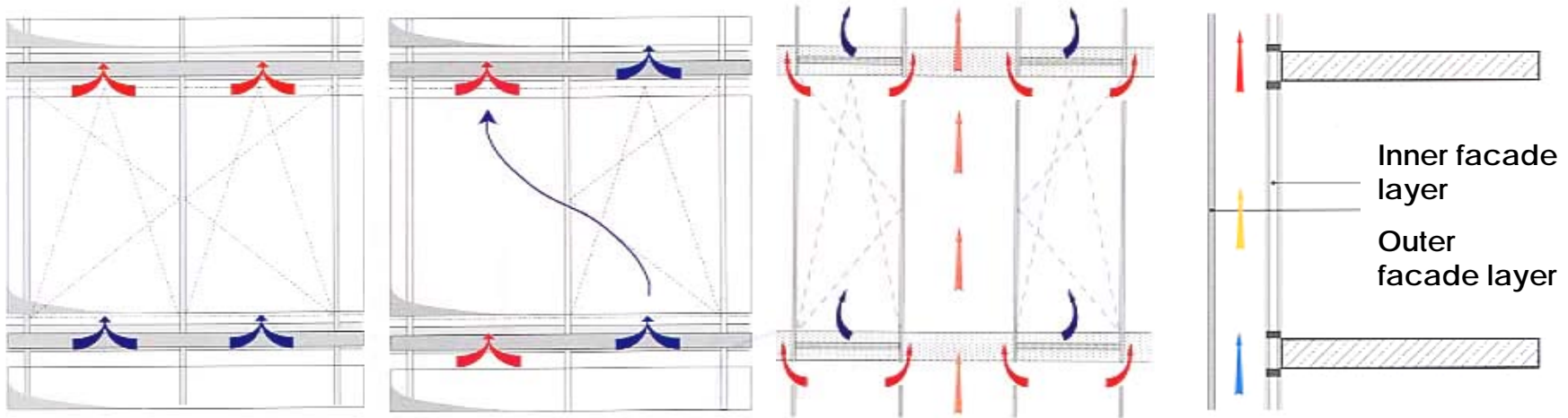
Double-skin façades

- Active Façade (usually when the air cavity ventilation is mechanical)
- Passive Façade (usually when the air cavity ventilation is natural)
- Double Façade
- Double Envelope (Façade)
- Dual-Layered Glass Façade
- Dynamic Façade
- Wall-Filter Façade
- Environmental Second Skin System
- Energy Saving Façade
- Ventilated Façade
- Double-Leaf Façade
- Energy Saving Façade
- Environmental Façade
- Multiple-Skin Façades
- Intelligent Glass Façade
- Second Skin Façade/System
- Airflow Window
- Supply Air Window
- Exhaust Window/Façade
- Double Skin Curtain Wall
- Twin Skin Facade

Dobbeltfasader

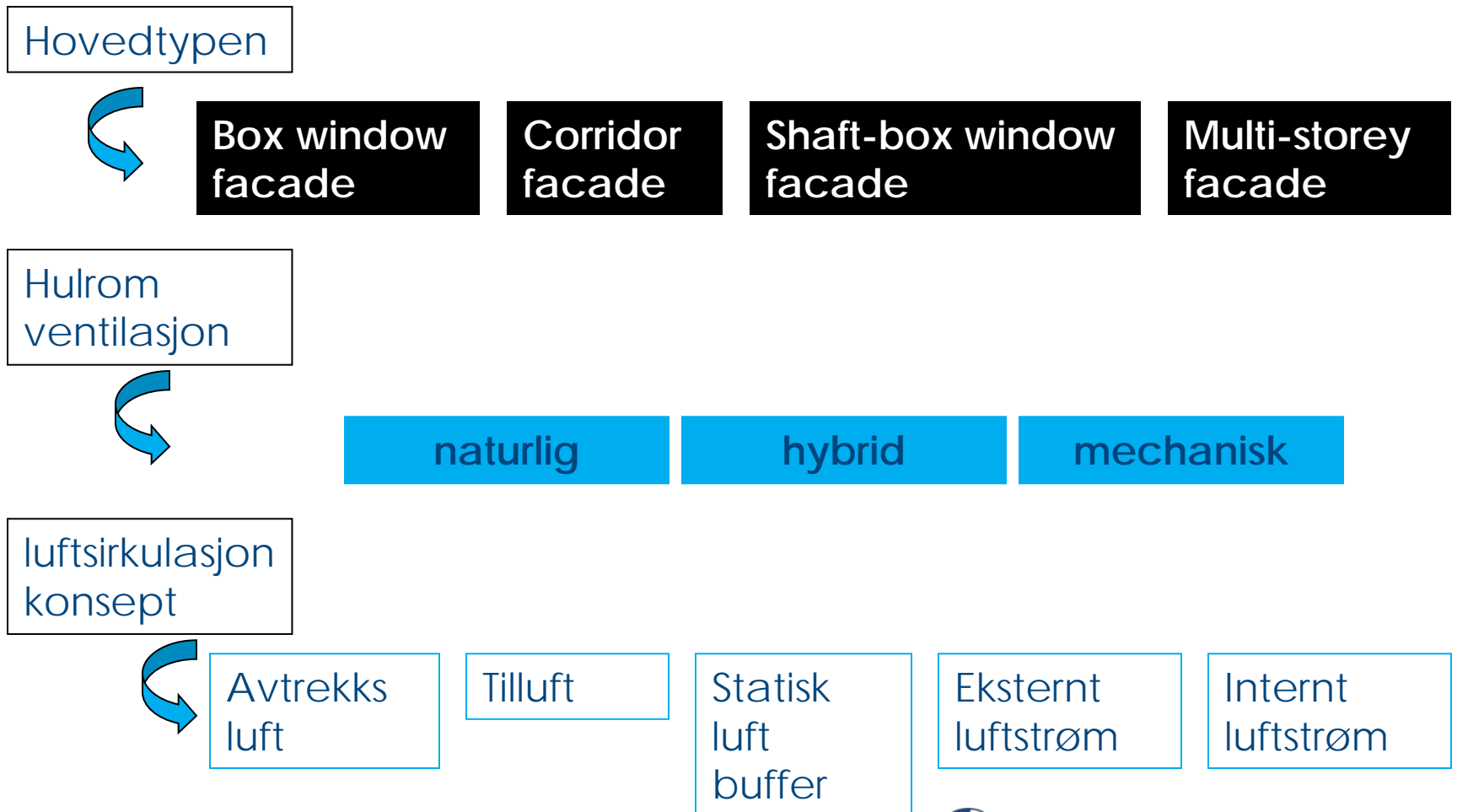
- Klassifikasjon av dobbelt fasader systemer (DFS)

Hovedtypen



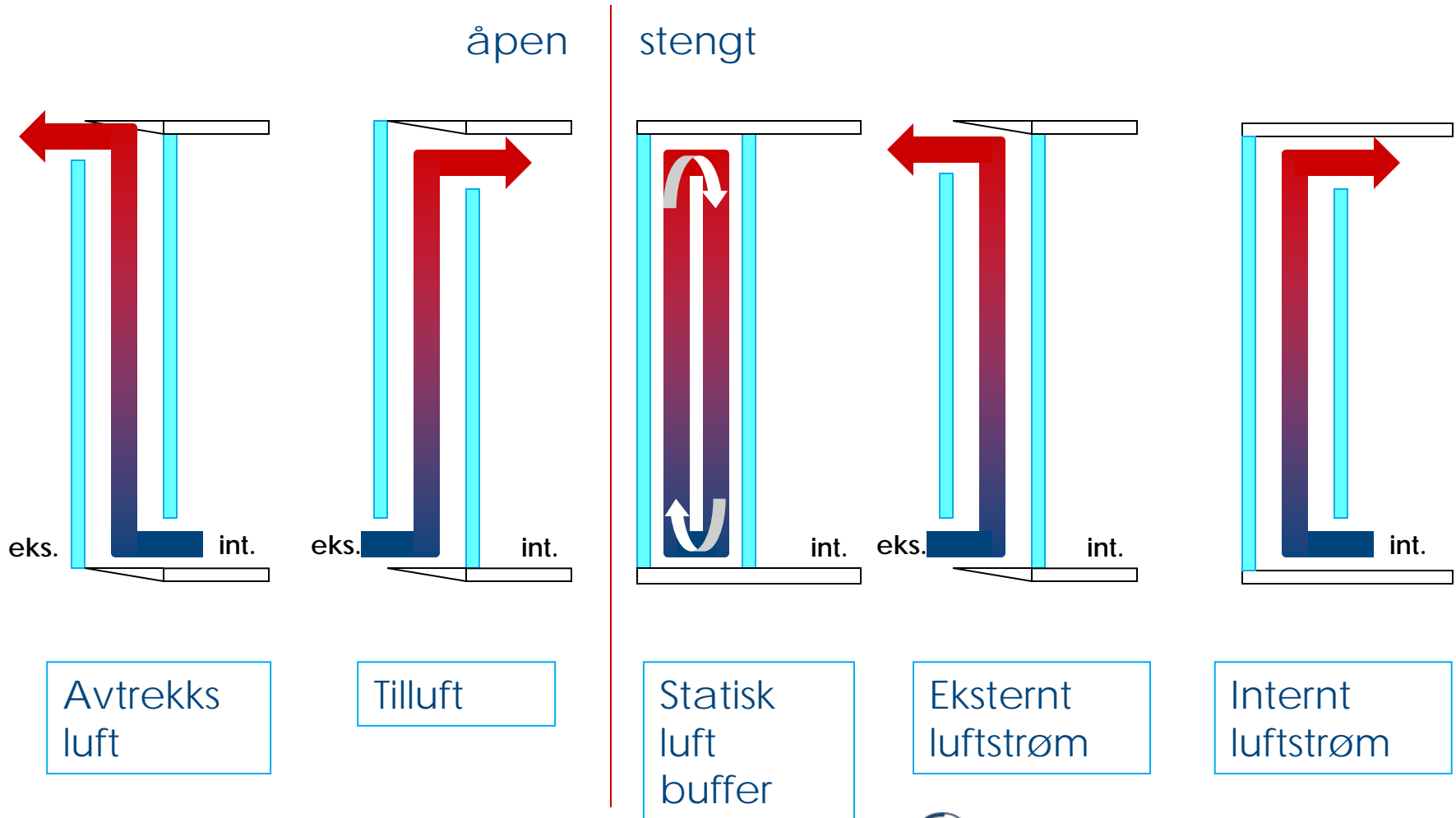
Dobbeltfasader

- **Klassifikasjon av dobbelt fasader systemer (DFS)**



Dobbeltfasader

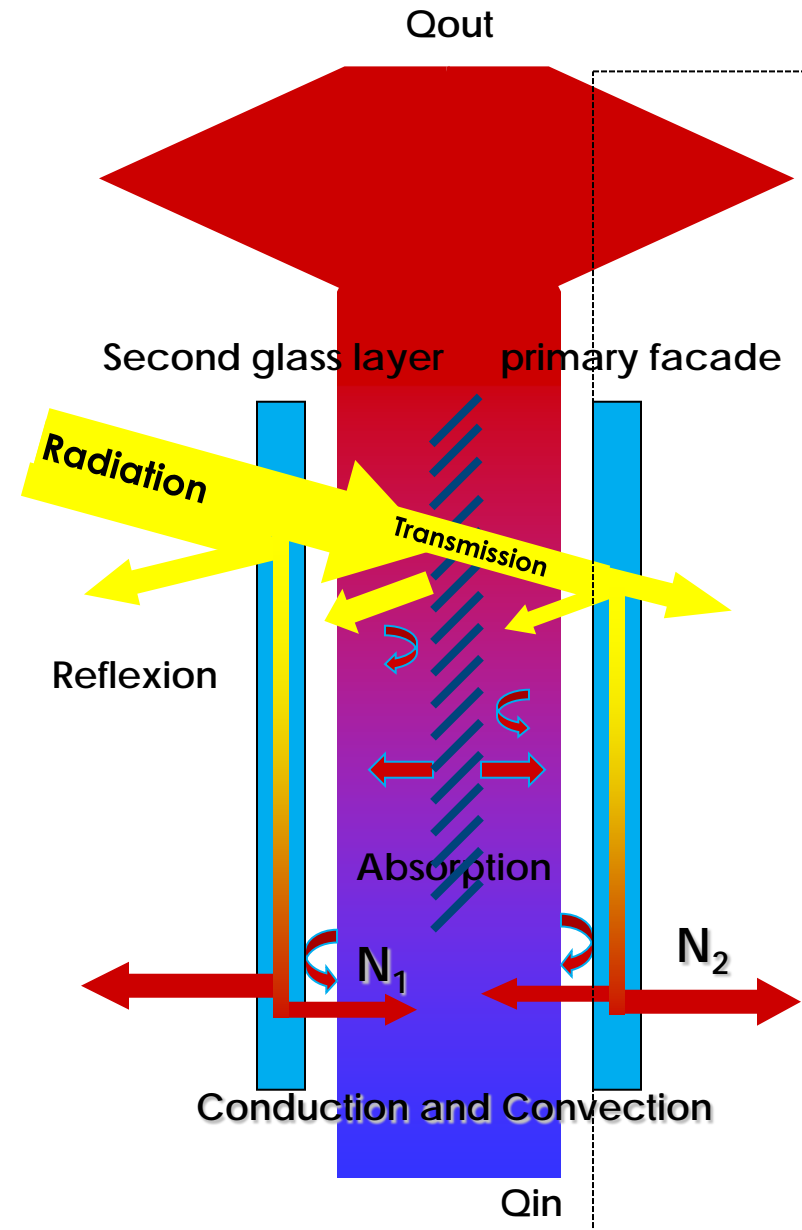
- Prinsipier av luftstrøm i hulrom



Dobbeltfasader

- **Styring strategier**
 - Kontroll av solstråling
 - Styring av avtrukksluft
 - Styring ventilasjonsanlegg
 - Traditionelle performance kriteria U-verdi, g-faktor, meningsløs

Komplekse fysiske prosesser i DSF













nova

Brende as

OLVVS PUL SPK

Utleie av containere
TRONDHEIM
RENTESVERK

18m³



OLAVS PUB OG SPISERI

OLAVS PUB OG
SPISERI

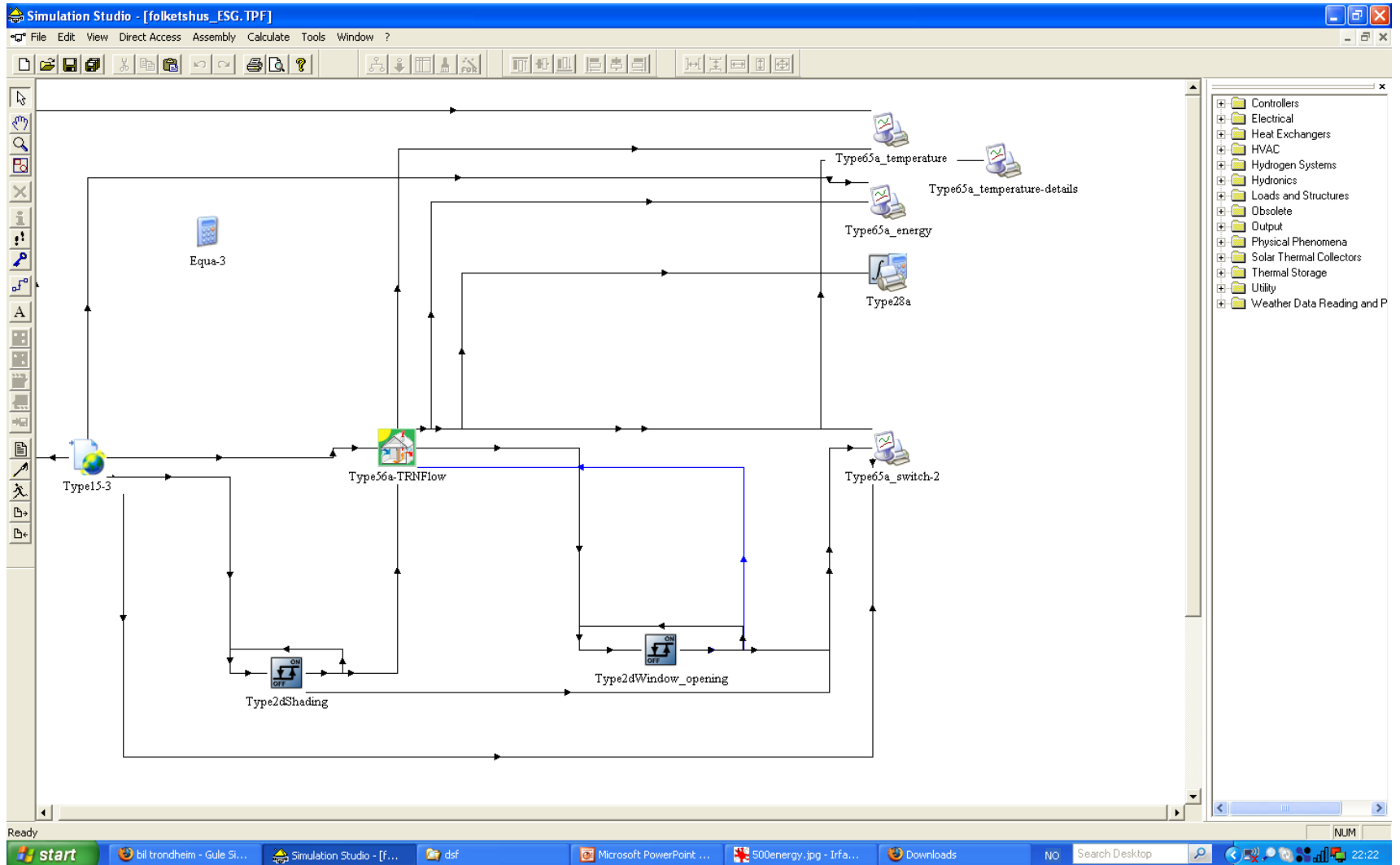


NOVA
NOVA
NOVA

NOVA

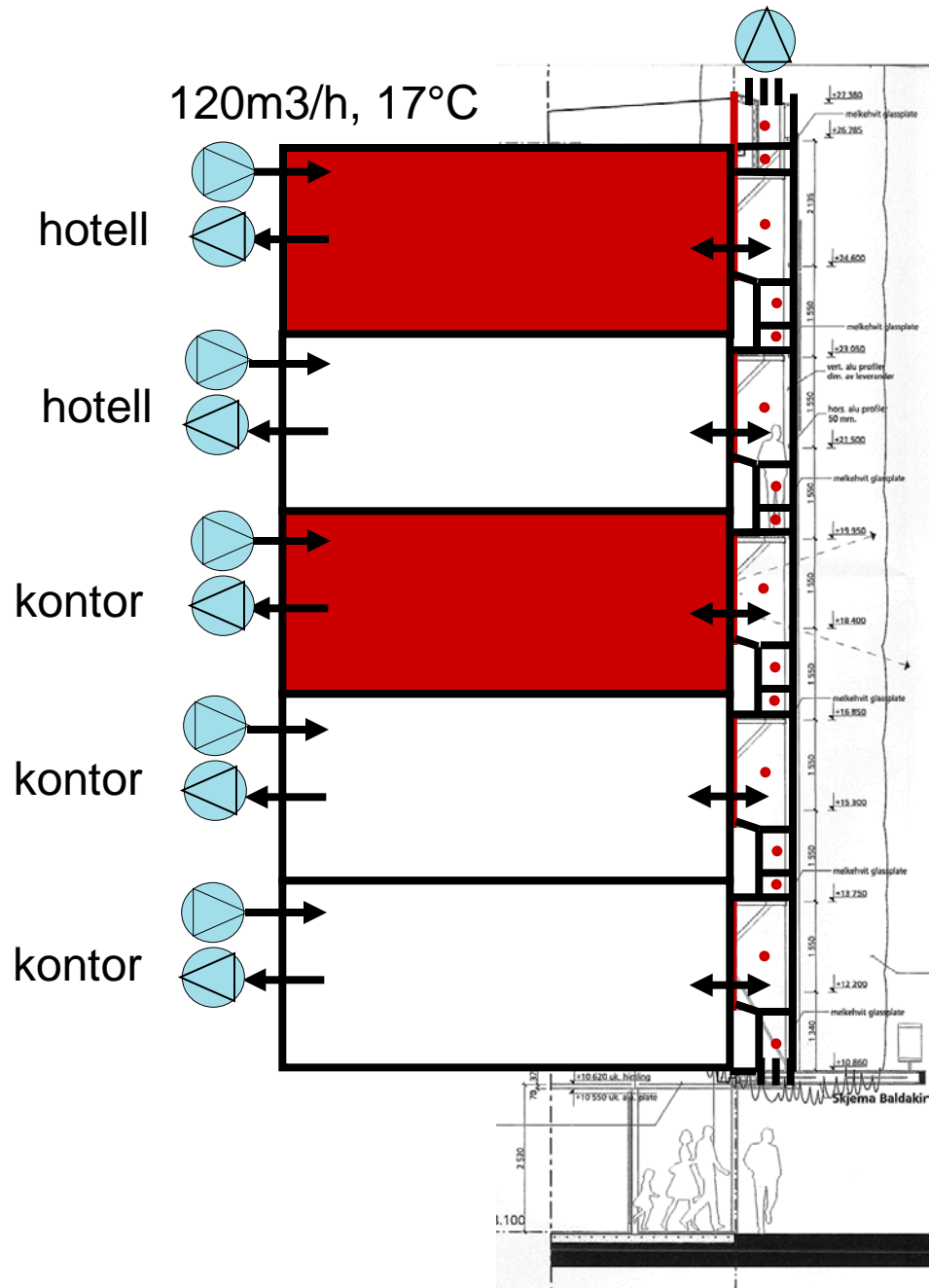
NOVA

TRNSYS



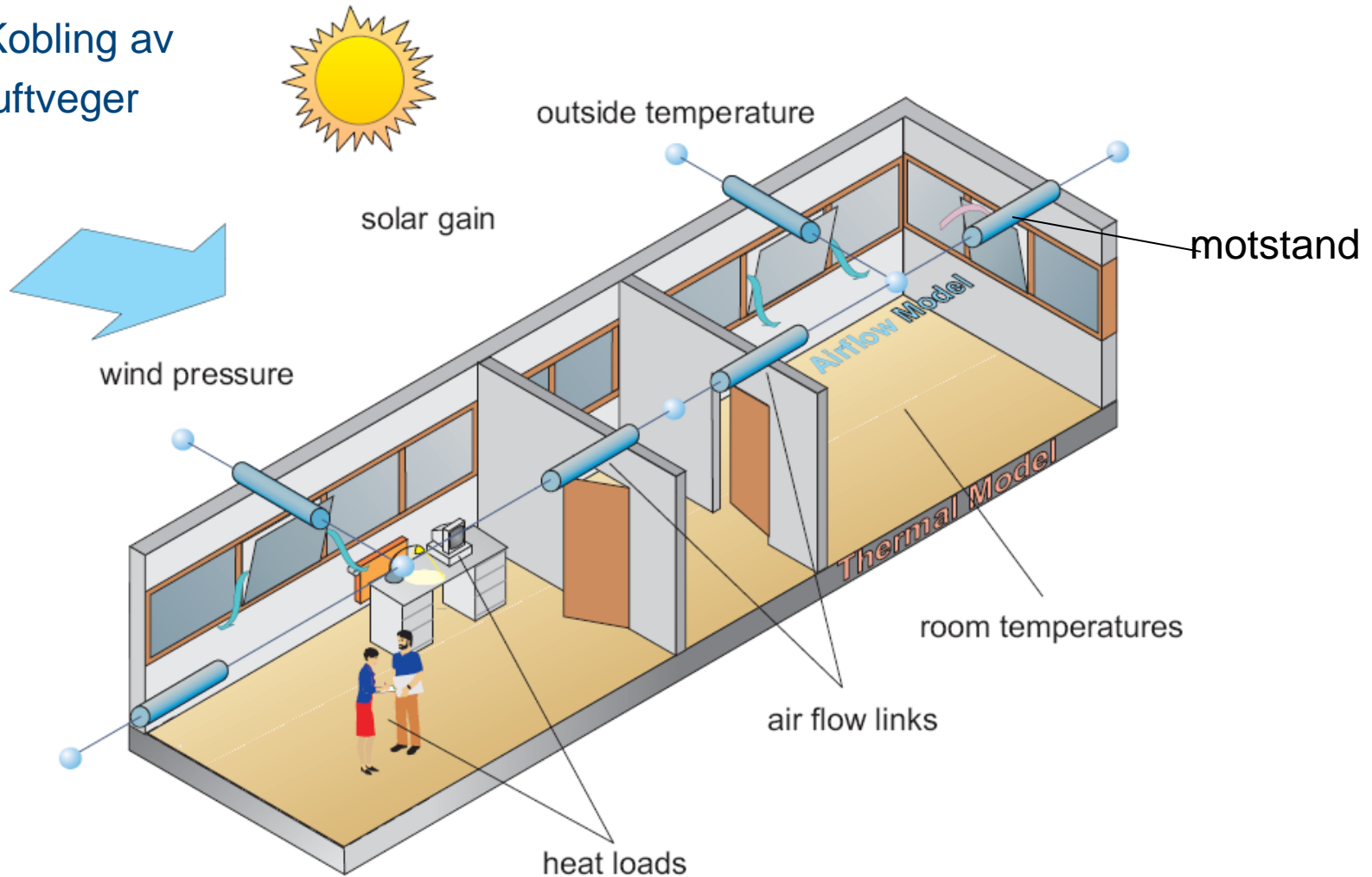
TRNSYS

- soner



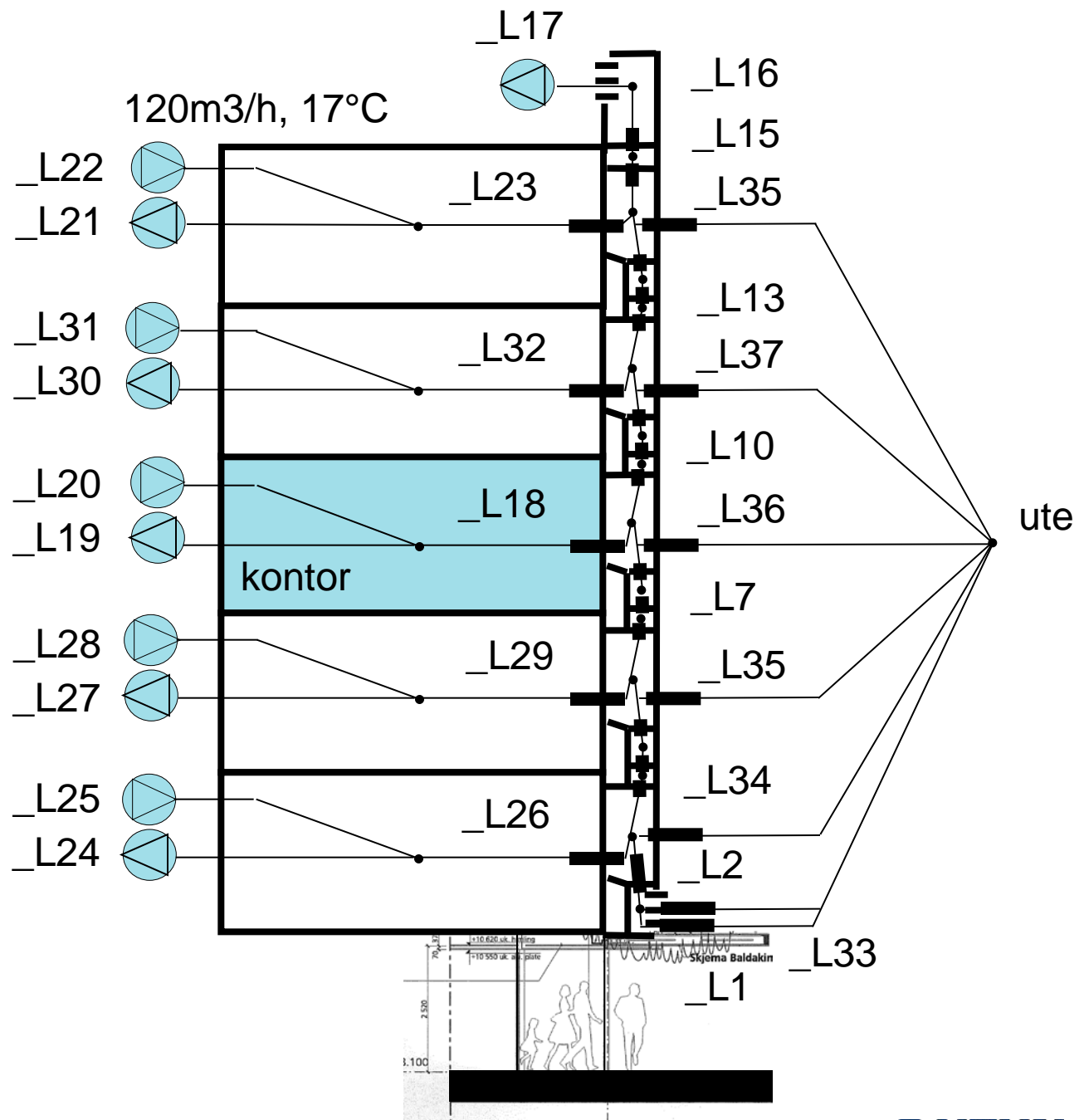
TRNFLOW

- Kobling av luftveger



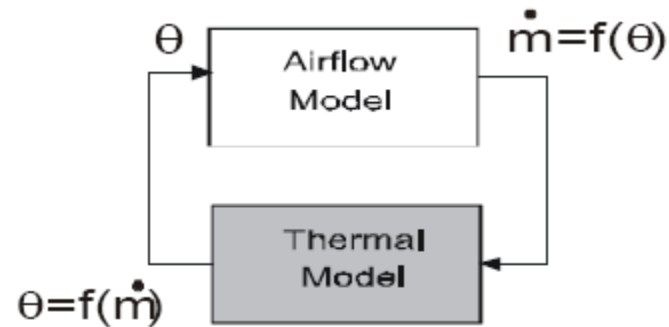
TRNFLOW

- Kobling av luftveger

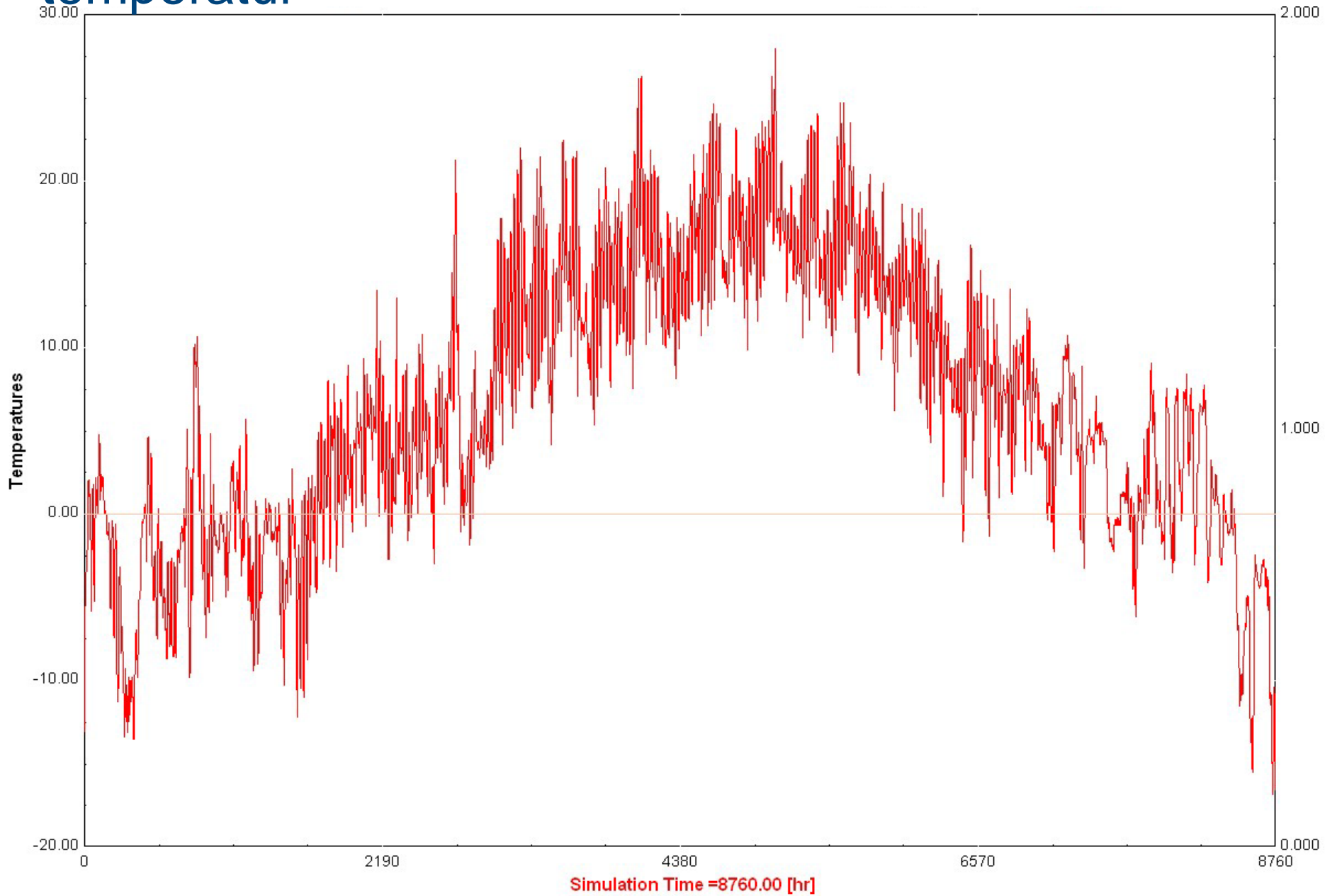


TRNSYS

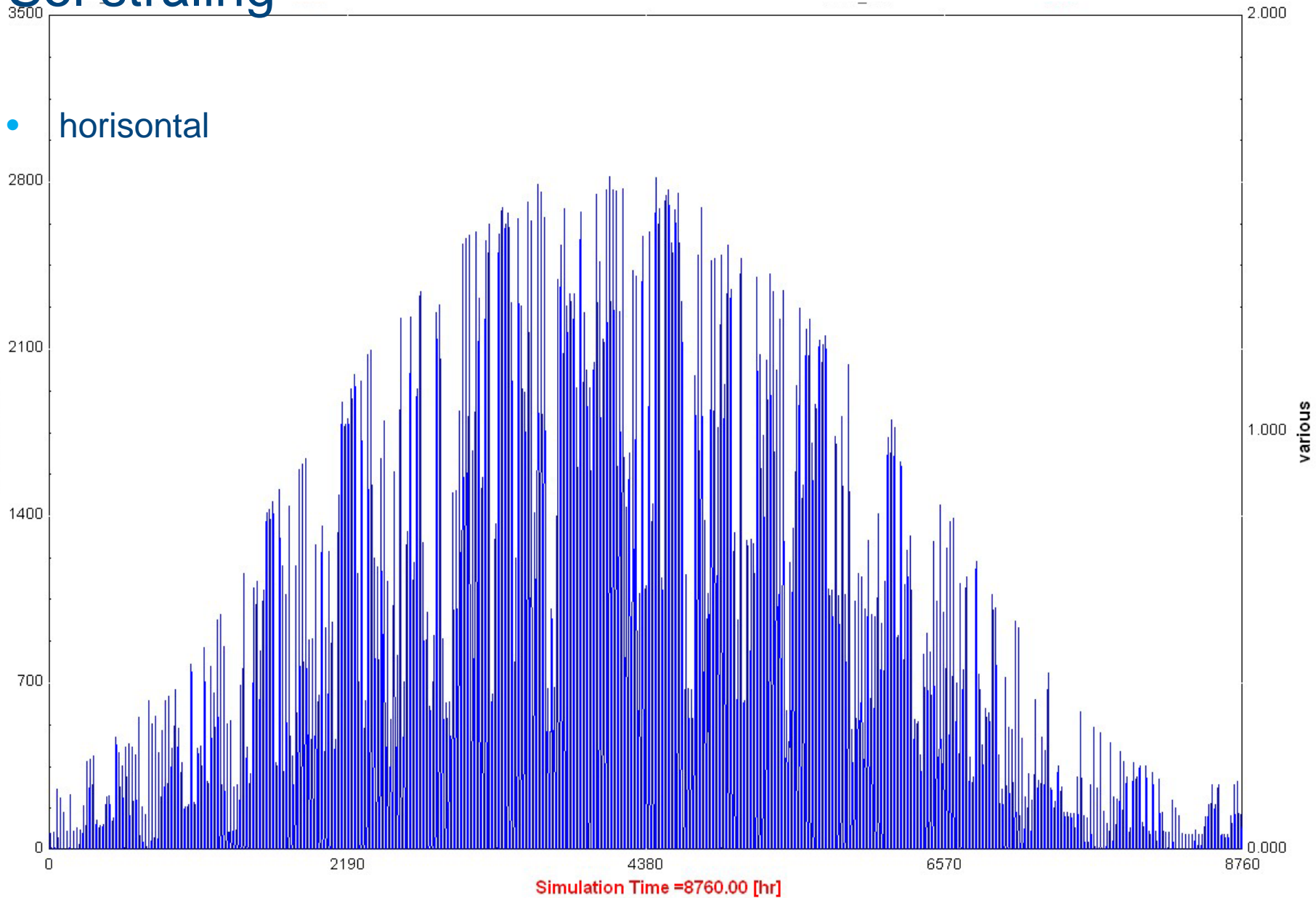
- Type 56, soner
- Temperaturbergrning i hvert tidskritt
- Luftstrømning i hvert tidskritt
- Interaktivt løsning



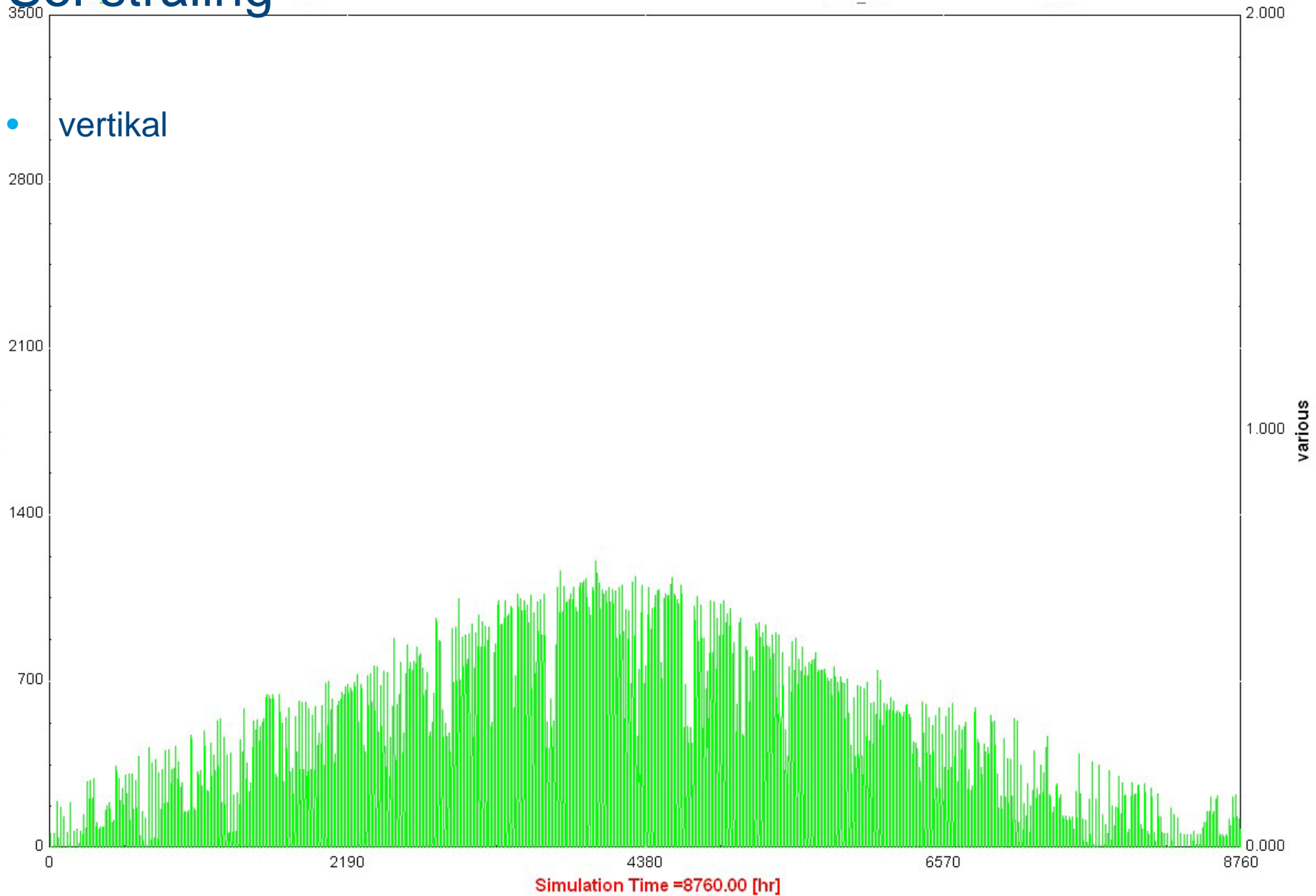
temperatur



Sol stråling



Sol stråling

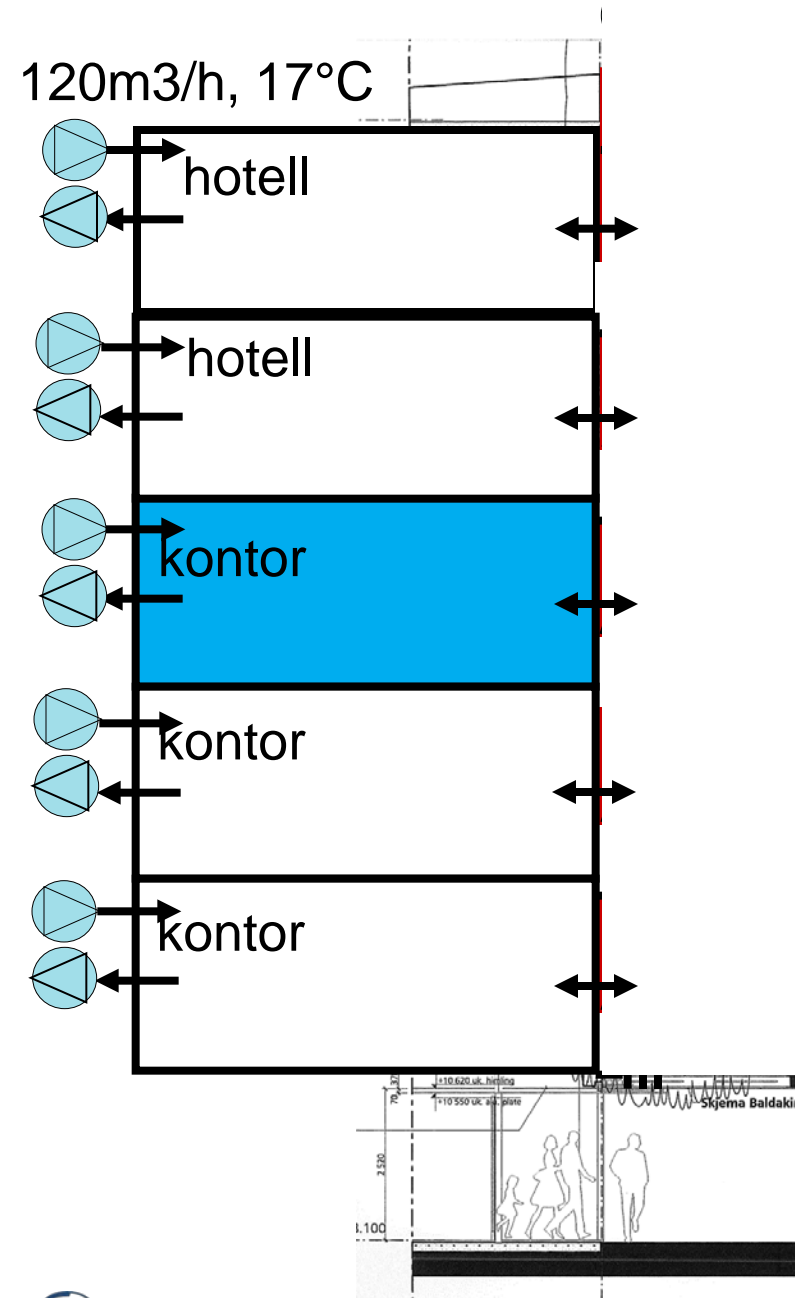


Metode

- Fokus ble satt på en sammenligning av energi og termisk komfort nivåer av ulike tilfeller.
- Viktigste parametrene for å studere :
 - forskjellige bygningsstandarder (lufttetthet, kuldebroer, og fasaden design) og deres energibehov implikasjoner
 - simulering robusthet i avhengighet av ulike forutsetninger (kuldebroer i og lufttetthet av eksisterende bygg)
 - Luftmengdestyring strategier og deres energibehov implikasjoner komfort kriterier og energispørsmål (termisk vs visuell komfort vs oppvarming kjølebehov)
 - En modell av den eksisterende bygning med en ekstra glass laget på utsiden har blitt utviklet.
- Dynamisk termisk simulering har vært kombinert med luftstrømningsnettverk for å simulere luftstrømmen gjennom ventilert dobbel fasade.

Termisk modell

- Tre forskjellige modeller ble utviklet ved hjelp av TRNSYS og TRNFLOW:
 - base case modell
 - ventilert dobbel fasade med isolerglass (DSF (1))
 - ventilert dobbel fasade med én laminert glass (DSF (2))
- Beregninger for kontor rom i 4. etasje



Termisk modell

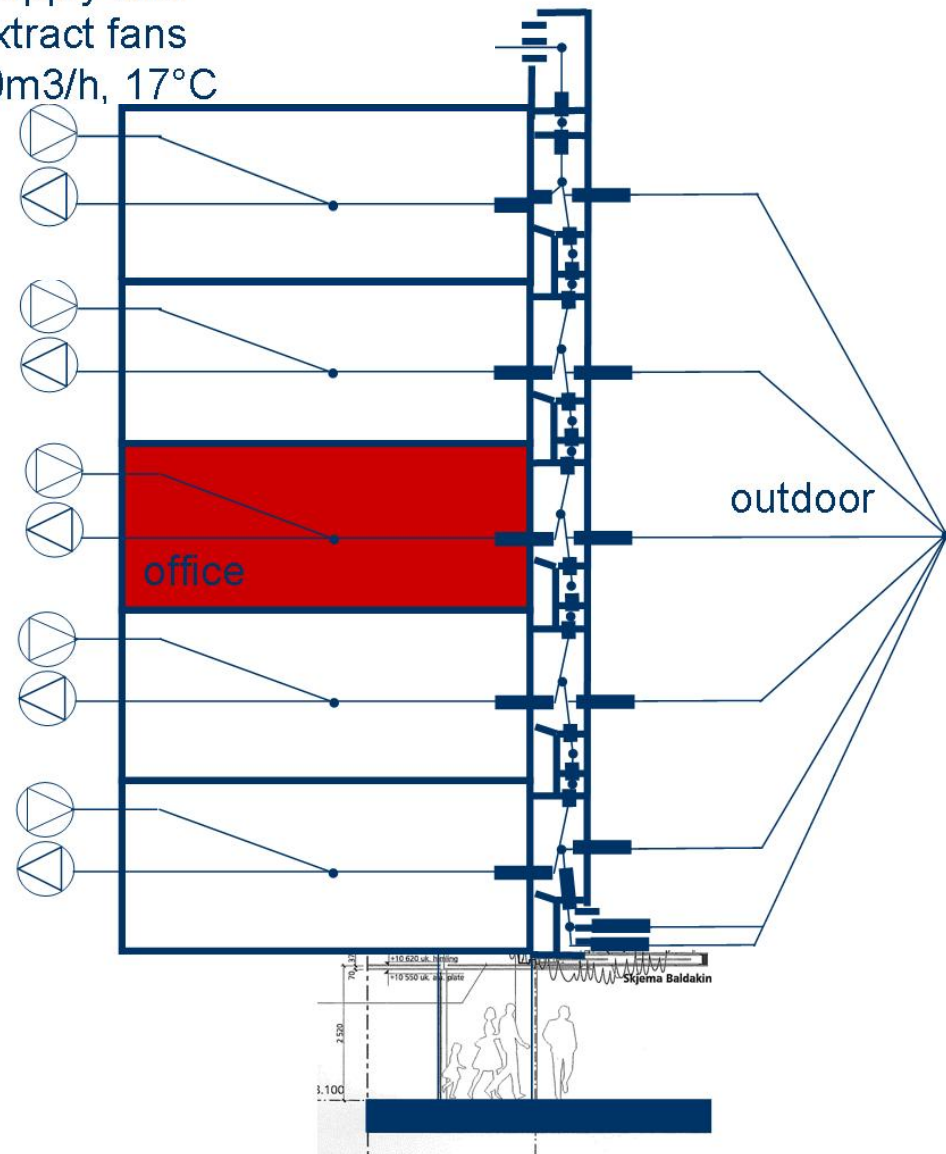
- Simuleringsmodell beskrivelse

Klima data	Trondheim (meteonorm fil)
4. et.	kontor rom: 5.3 m x 6 m (internlaster: utstyr 11W/m ² , 2 personer (2 x 75 W), belysning 8W/m ² , drift 12 timer/5 dager/52 uker)
Ventilasjons system	2 vifter per rom (120 m ³ /s, balansert ventilasjon), 17 °C tilført lufttemperatur
Yttervegg	U-verdi = 0.6 W/(m ² K)
solavskjerming	Automatisk kontrollert persienner i hull (ingen solavskjerming i base case)

Luftstrømning modell

- Luftstrømningsmodellering ble koplet til termisk modellen
- DSF består av 16 forskjellige soner

Supply and
extract fans
120m³/h, 17°C



Luftstrømning modell

- Tabell 2. Luftstrømning modell beskrivelse

spesifikasjoner		Base case	Dobbel fasade system	
		Existerende fasade	dfs (1)	dfs (2)
Vindu egenskaper	Glass lagene	Insulating glass (4/16/4), air filled	Additional insulating glass (4/16/4), lowE, Krypton filling	Additional single glass 10 mm
	U-verdi	2.6 W/(m ² K)	1.1 W/(m ² K)	5.46 W/(m ² K)
	g-verdi	0.76	0.60	0.77
Luftlekkage, $m=C_m \times (\Delta p)^n$	Lekkage mellom	rom og ute	rom og dfs (1)	Samme som dfs (1)
	C _m	0.0128 kg/s @ 1Pa (basert på 0.6h ⁻¹)	Samme som base case	Samme som dfs (1)
	n	0.65	Samme som base case	Samme som dfs (1)
Luftlekkage, $m=C_m \times (\Delta p)^n$	Lekkage mellom	-	dfs (1) og ute	Samme som dfs (1)
	C _m	-	0.0021 kg/s at 1Pa (basert på 0.1h ⁻¹)	Samme som dfs (1)
	n	-	0.65	Samme som dfs (1)

Resultater

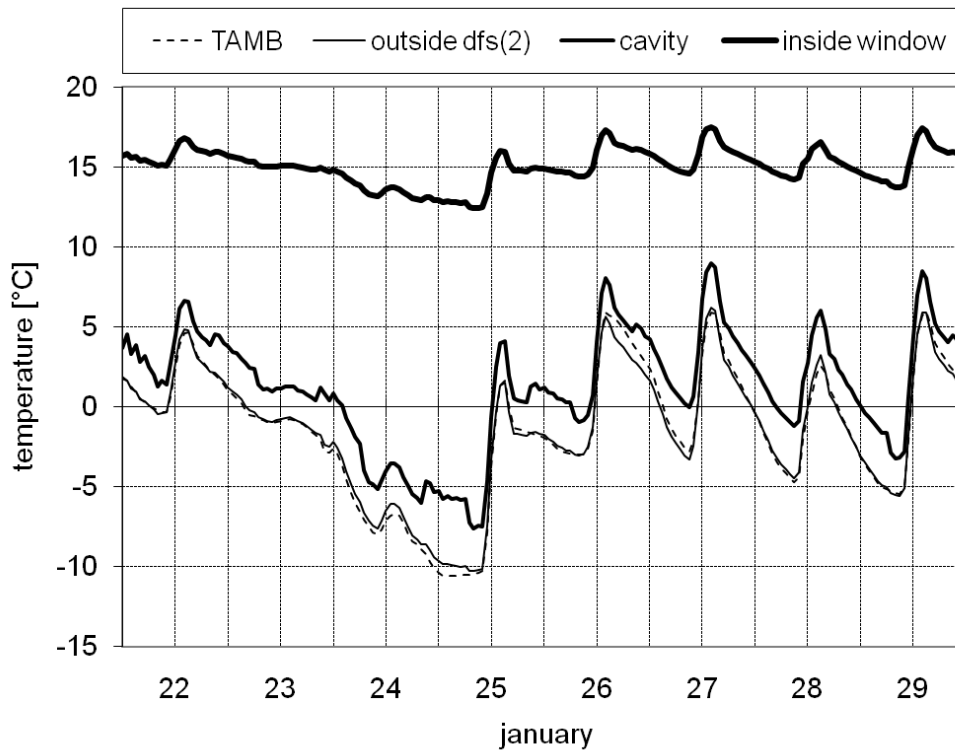
- For å kunne vurdere om vinteren og sommeren ytelse følgende parametre ble undersøkt:
 - Temperatur (inne vindusflate)
 - Temperaturforskjeller
 - Luftlekkasje (ACH) i kontoret rommet
 - Infiltrasjon (kWh) for rom
 - Effekt og varmebehov
 - termisk komfort
(med verdiene som beskrevet i Tabell 3, i henhold til ISO 7730)

$$Q_{inf} = c_p \times n_{inf} \times V \times (T_r - T_{amb})$$

Parametere	verdier
Clothing [Clo]	1
Metabolic rate [MET]	1
Activity [W/m ²]	0
Air speed [m/s]	0.1

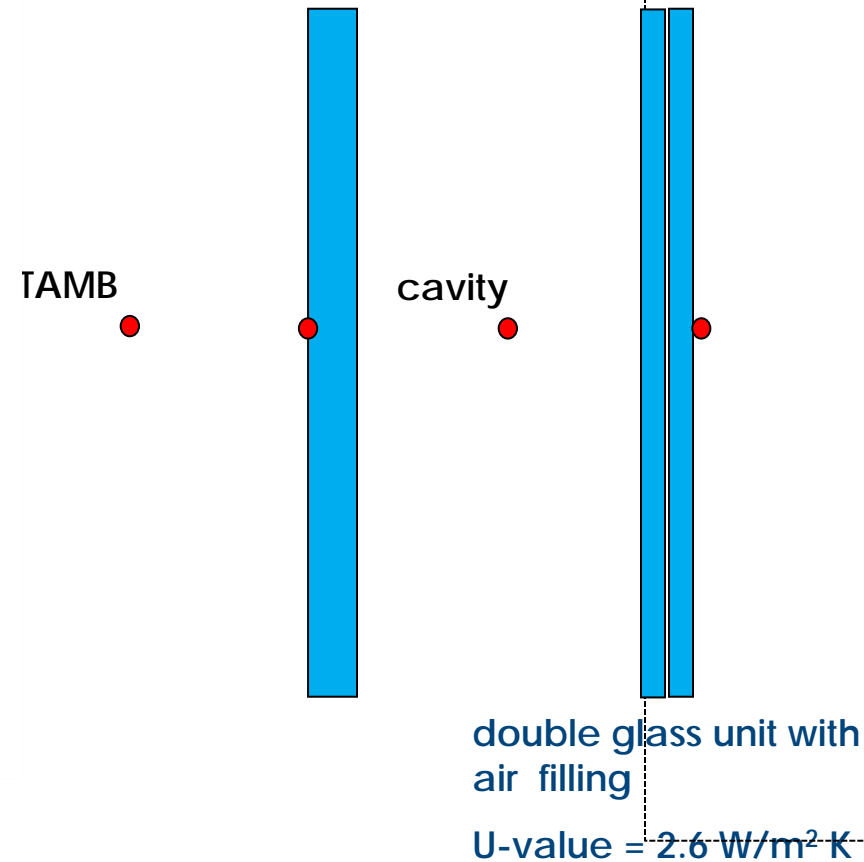
Resultater

- Temperaturer (typisk vinter uke)



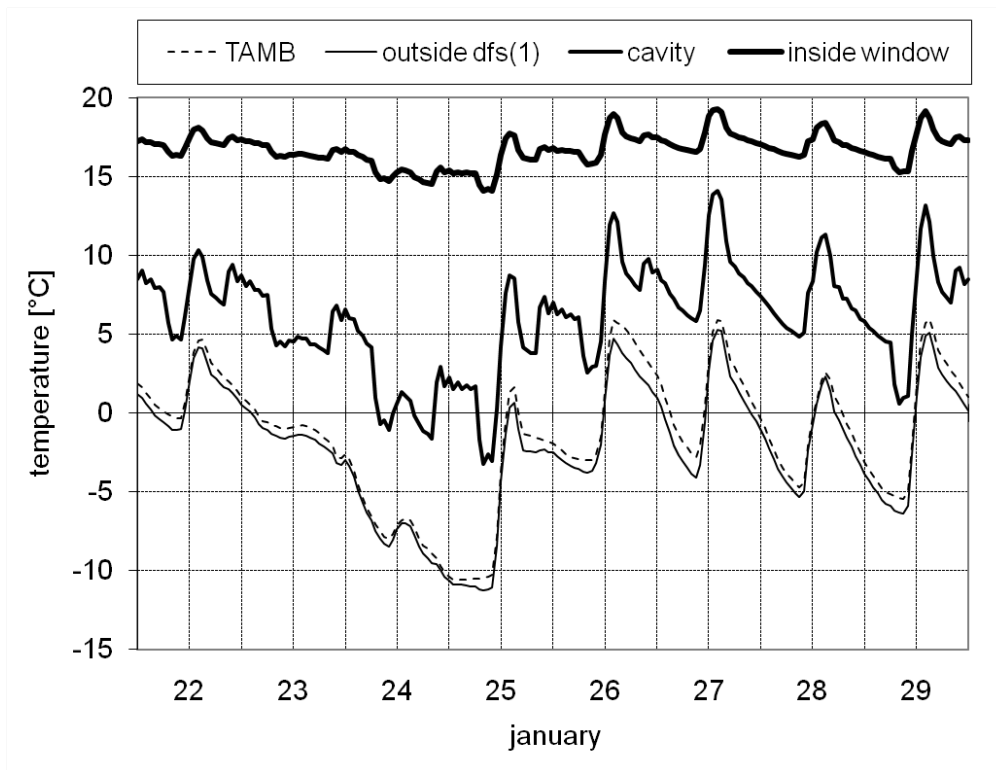
Temperatures in DSF

dfs (2) single glass
U-value = 5.46 W/m² K



Resultater

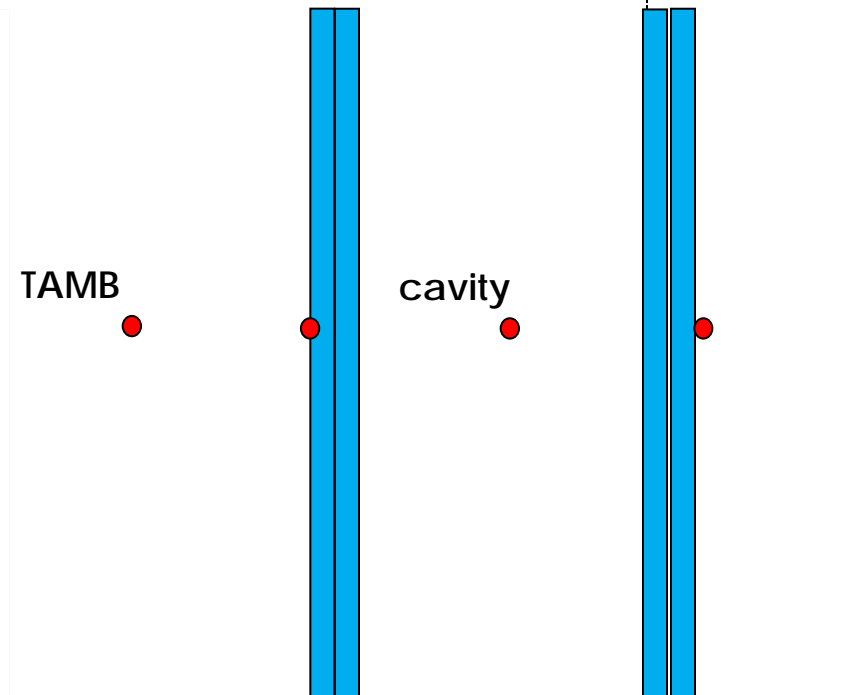
- Temperaturer (typisk vinter uke)



Temperatures in DSF

dfs (1) double glass unit with gas filling

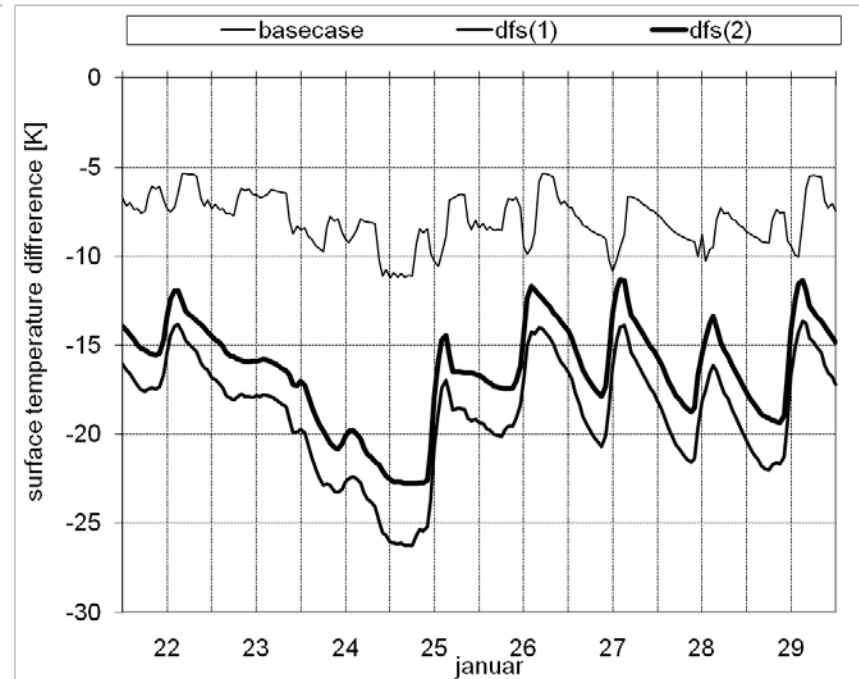
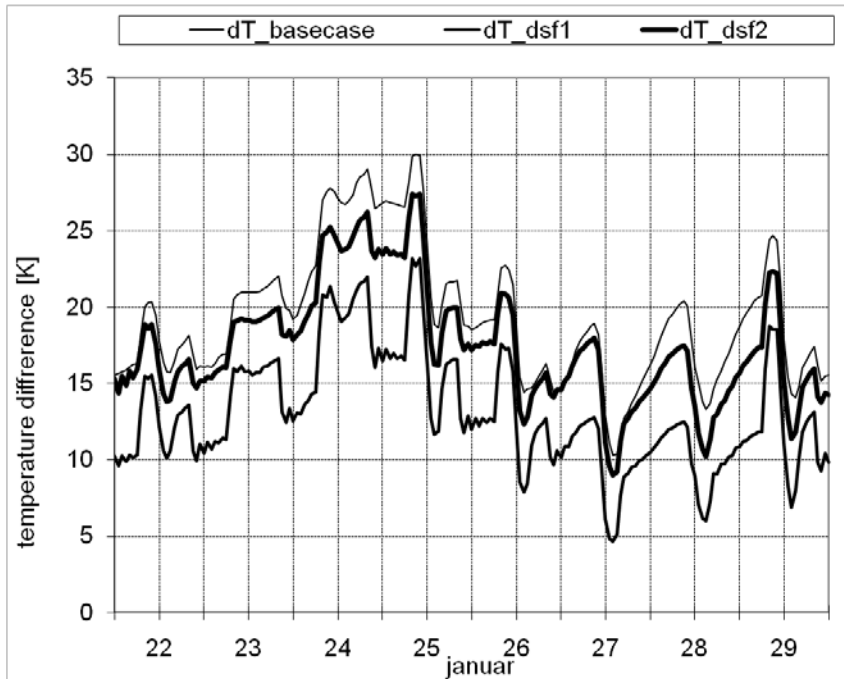
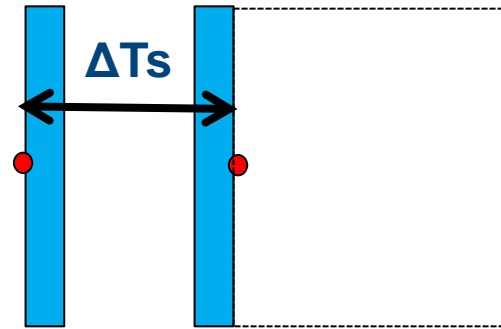
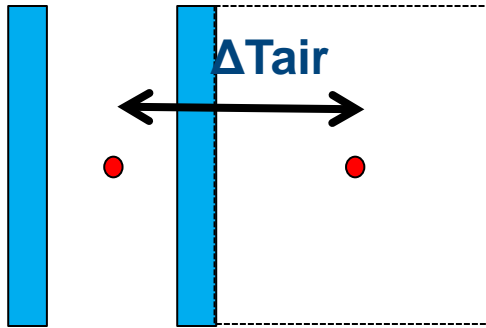
U-value = 1.1 W/m² K



double glass unit with air filling

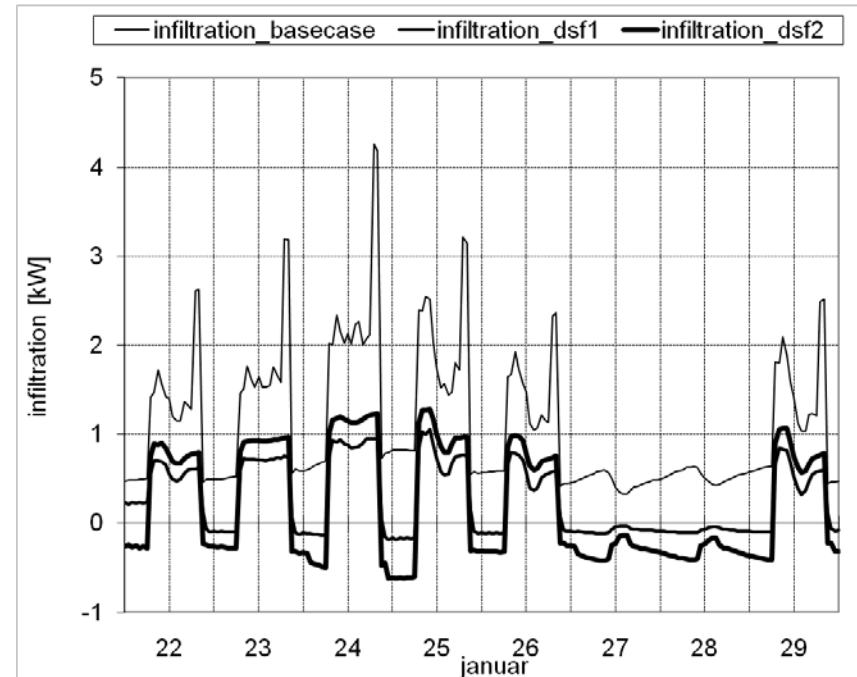
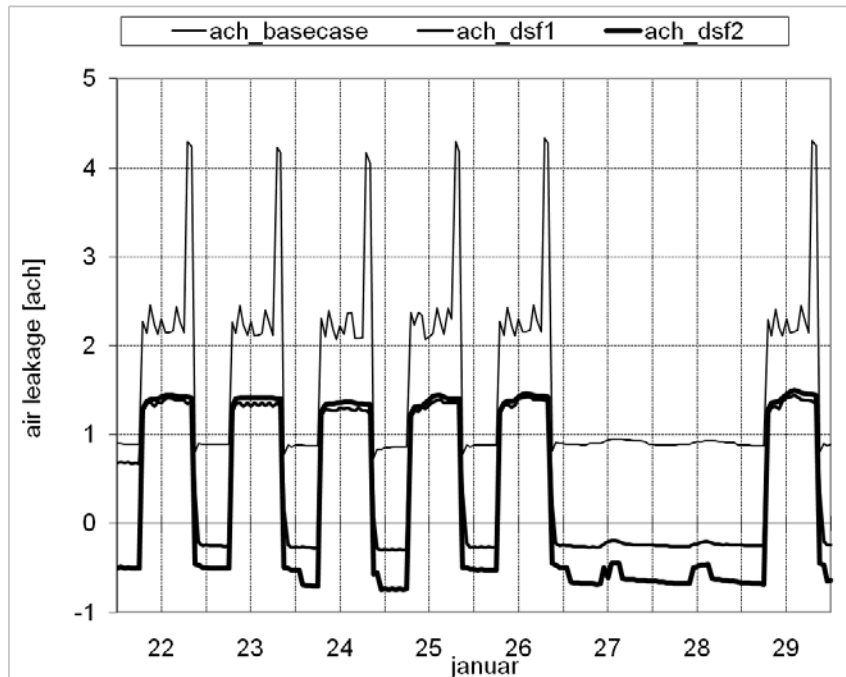
U-value = 2.6 W/m² K

Temperaturforskjell



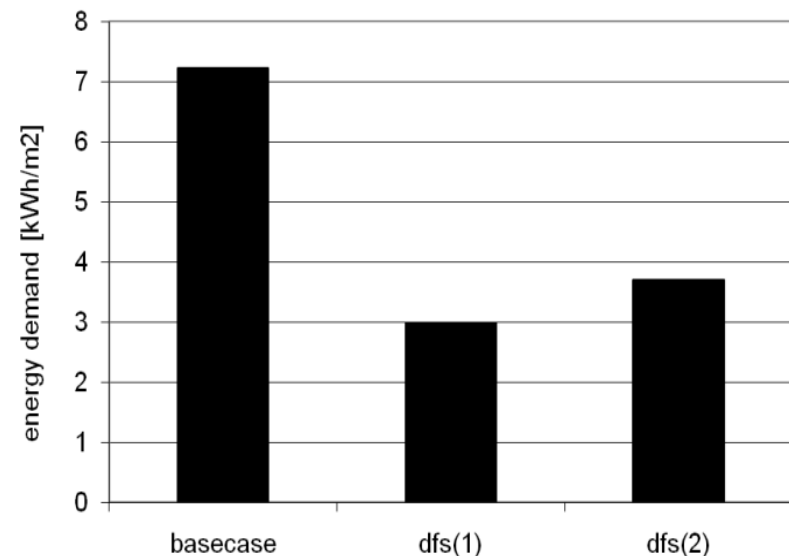
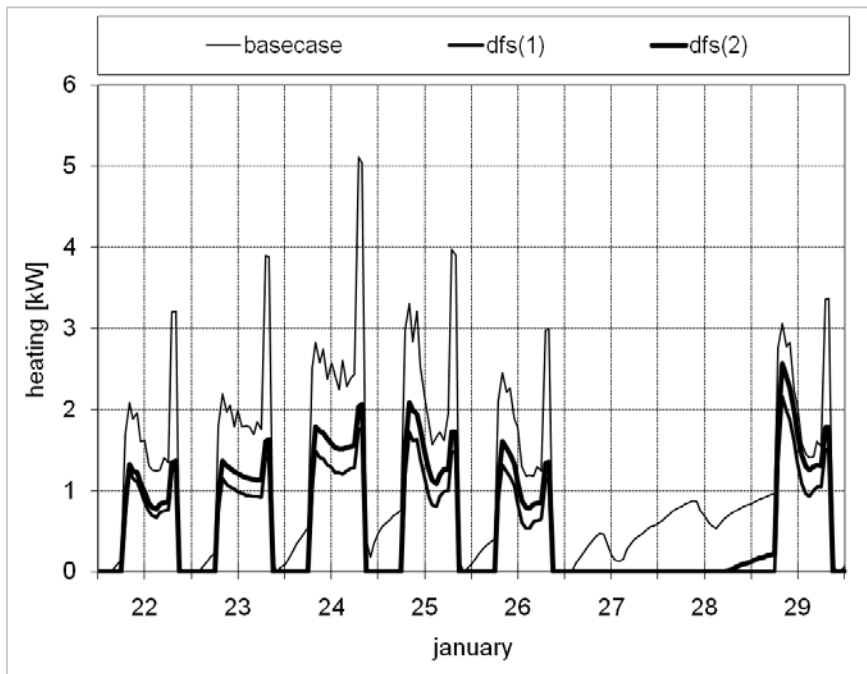
Resultater – luftlekkasje og infiltrasjon

- Figurene presenterer **luftlekkasje ninf (til venstre)** og resulterende **varmetap Q_{inf} pga infiltrasjon (til høyre)** for DSF (1) og DSF (2).
 - mindre luftlekkasje for både DSF sammenlignet med basecase
 - mindre infiltrasjon tilsvarende med mindre infiltrasjon for DSF (1) pga lavere temperaturdifferanse



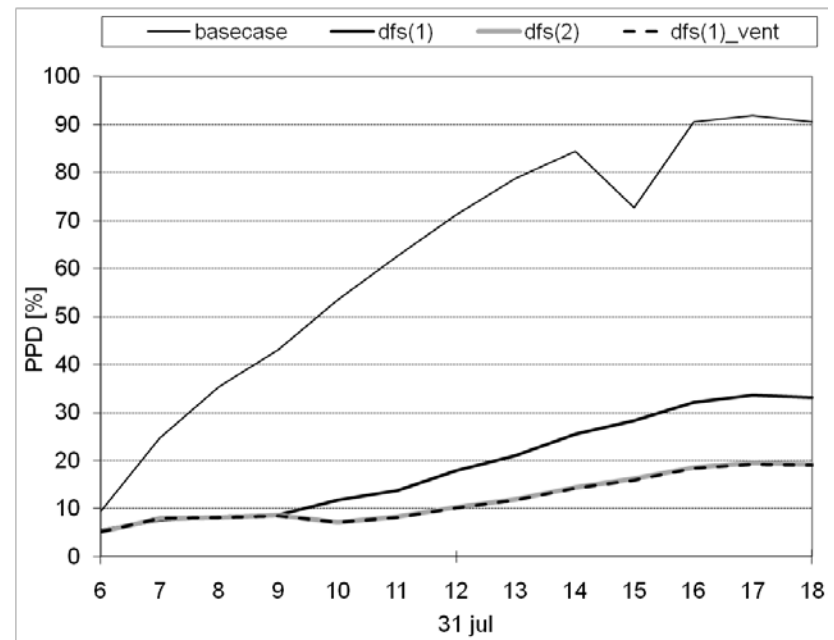
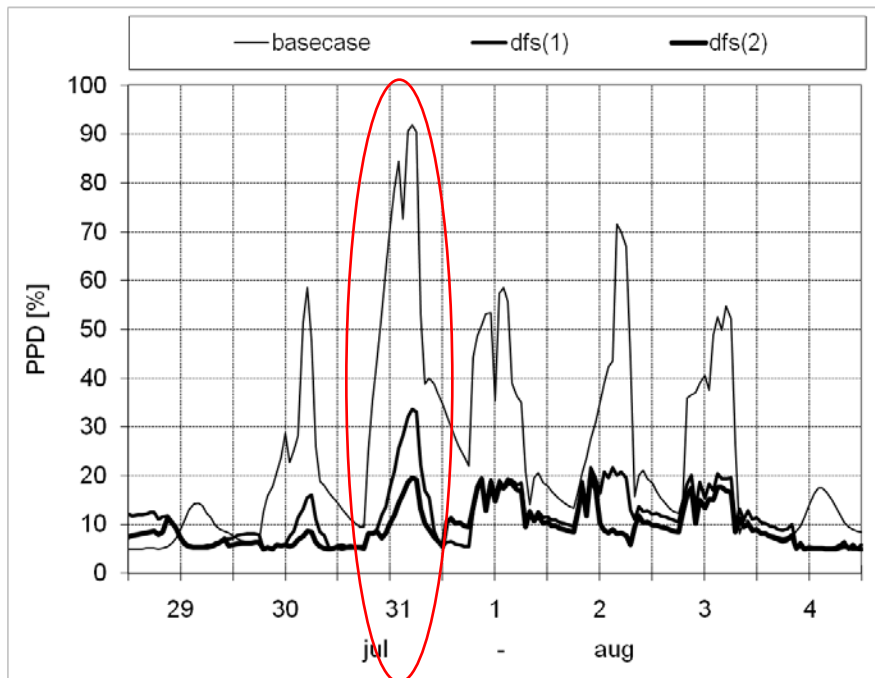
Resultater – Energi (effekt)

- Figurene viser **oppvarmingseffekt** som trengs for kontoret rom for en typisk vinter uke og **oppvarming energibehov** for hele året.
 - Oppvarmingseffekt på kontoret (venstre) er redusert for begge dfs typene (1 og 2) med litt mer reduksjon for dfs (1).
Energibehovet for oppvarming på kontoret rommet er redusert med 59% (DFS (1)) og 49% (DFS (2)) hhv.



Resultater – Termisk komfort

- Figurene presenterer termisk komfort i prosentpoeng folk misfornøyd (PPD) for en typisk sommer uke og sommerdag (31. juli).
 - PPD for dsf (1) og dsf (2) mye lavere enn basecase
 - dfs (2) bedre enn dfs (1)



Konklusjoner

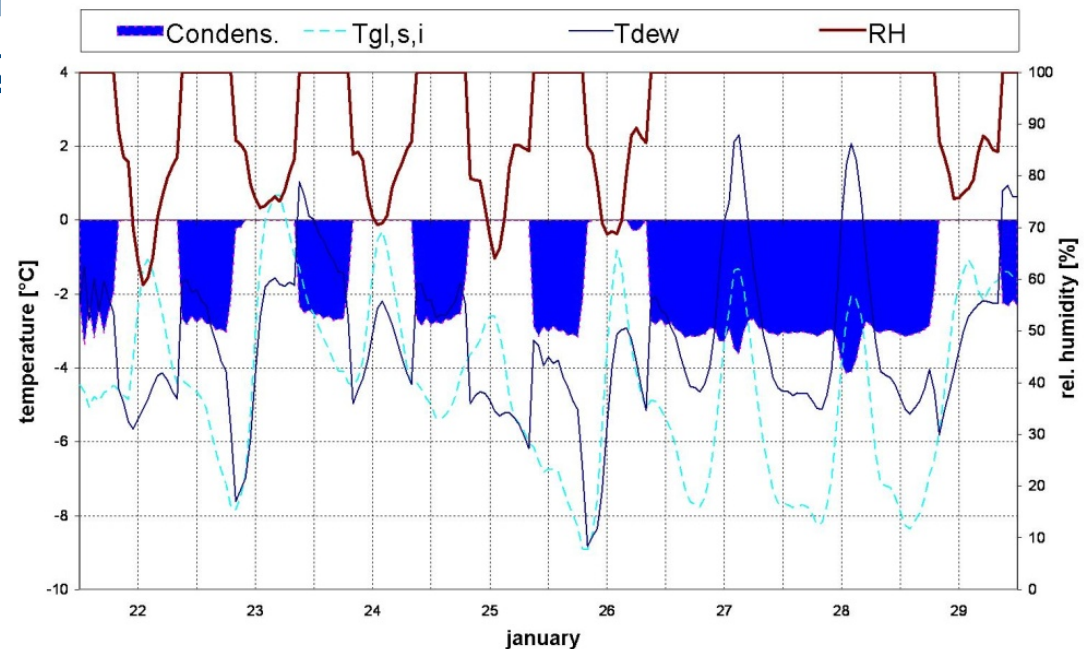
- Resultatene viser at energieffektiv rehabilitering av en eksisterende fasade med doble fasaden systemet er mulig.
- Temperaturer på innsiden av vinduene samt termisk komfort er forbedret med begge typer dfs (1 og 2).
- Energibesparelser synes å variere mellom 49% og 59% for de ulike rommene.

Konklusjoner

- Denne reduksjonen er mulig på grunn av en reduksjon i varmetap grunn som er basert på to effekter.
- Først, reduserer infiltrasjon grunnet høyere temperaturer i hulrommet.
- Byggingen av en DSF i kombinasjon med høye luftlekkasjer i den gamle fasaden fører luftmengder mellom rom og DSF hulrom. Mengden av luftstrøm avtar og temperaturen av luften infiltrasjonen øker pga av DFS som fører til en nedgang i energibehovet for oppvarming.
- Dernext, ledende varmetap redusere skyldes høyere overflatetemperatur vinduet.
- Dermed virker løsningen (1) med isolerglass å gi bedre resultater med hensyn til glass temperaturer, termiske komfort og energisparing enn oppløsning (2).

Konklusjoner

- Muligheten for å øke luftstrømmen (flere åpninger) i DFS i varme perioder gir fordeler i termisk komfort og bør derfor vurderes nærmere.
- Mer arbeid er nødvendig for å optimalisere bygging av et ventilert dfs i forhold til operative energisparing
- En mulighet for kondens?



Veileder

Condensation Issues in Ventilated Façades

Matthias Haase and Tore Wigenstad

Abstract The design of ventilated glass-glass façades in large buildings seems a promising technology to enhance energy efficient building design. In order to describe the optical and thermal heat transfer mechanism in glass-glass configurations with vertical airflow regimes radiation, conduction and convection models have been developed and validated by Arasteh et al. (ASHRAE Trans 95.2, 1989), Manz (Energy Buildings 35(3):305-311, 2003). In application to existing buildings, condensation on various surfaces in the construction is always a risk. A prediction model that takes weather conditions for a specific site into consideration is needed. In this work measured data of condensation on external window panes was used and a mathematical model for predicting condensation depending on air temperature, humidity and airflow regimes was developed by Thyholt (SINTEF Byggeforsk, 2006). The validation shows very good agreement and gives confidence in using the model for further analysis of condensation times over the year in this type of façade. The model was implemented in a programme for heat transfer calculations and used to evaluate condensation and energy issues for various façade material configurations.

Keywords Double façade · Condensation risk · Renovation · Energy · Thermal comfort

M. Haase (✉)

Department of Architectural Design, History and Technology,
Norwegian University of Science and Technology, 7491 Trondheim, Norway
e-mail: Matthias.haase@sintef.no

M. Haase · T. Wigenstad

Department for Energy and Architecture, SINTEF Building and Infrastructure,
7465 Trondheim, Norway
e-mail: Tore.wigenstad@sintef.no

A. Öchsner et al. (eds.), *Materials with Complex Behaviour II*,
Advanced Structured Materials 16, DOI: 10.1007/978-3-642-22700-4_31,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

497

Springer forlag

www.sintefbok.no

SINTEF Byggeforsk

LECO

MATTHIAS HAASE OG TORE WIGENSTAD

Evaluering av bruk av dobbel fasade som konsept ved oppgradering av eksisterende fasade

Case: AØF Kongressenter Folket Hus, Trondheim

Prosjektrapport 57

2010



SINTEF

SINTEF

NTNU