



## Innhold

- Hvorfor utnytte termisk masse til klimatisering?
- Prinsipp og forutsetninger for utnyttelse av termisk masse
- Et par eksempler...
- Termisk masse og nye TEK

## Hvorfor utnytte termisk masse?



MILJØ

For å redusere bygningers energiforbruk til kjøling og ventilasjon og derigjennom redusere utslipp av klimagasser (CO<sub>2</sub>)

## Hvorfor utnytte termisk masse?



HELSE

Forskning viser at det er lavere forekomst av SBS i bygninger som klimatiseres passivt enn i bygninger med lokal kjøling og aircondition

## Hvorfor utnytte termisk masse?



ØKONOMI

Redusert behov for kjøling og ventilasjon gir lavere investerings- og driftskostnader til tekniske installasjoner



## Termisk masse som energireservoar

En termisk tung konstruksjon virker som et energireservoar i forhold til de rom konstruksjonen er eksponert mot. Energireservoarets egenskaper i forhold til rommet avhenger av:

- Evnen det har til å holde på varme (*varmekapasitet*)
- Evnen det har til å lede varme (*konduktivitet*)
- Hvordan dets varmekapasitet og konduktivitet harmonerer med døgnsyklusen til ytre påvirkninger av rommet



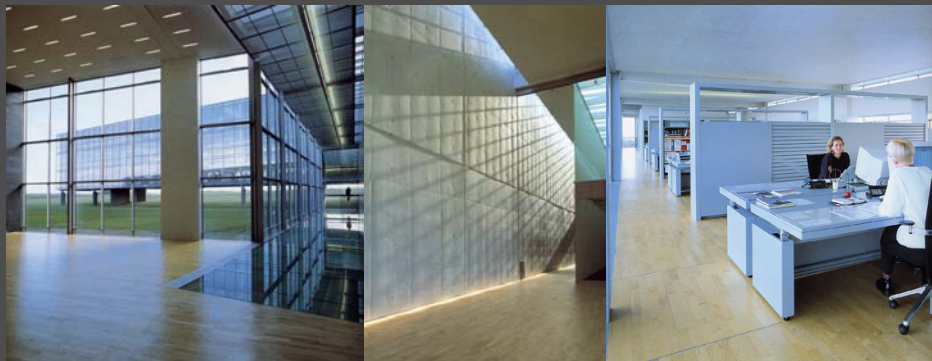
## Noen illustrerende eksempler...

**Mineralull** leder varmen dårlig, og har dårlig varmekapasitet. Dette betyr at materialet ikke utgjør noe reelt reservoar.

**Stål** har god varmekapasitet men leder samtidig varmen for godt. Dette betyr at energireservoaret lades og tømmes for raskt i forhold til døgnsyklus.

**Tre** har også relativt god varmekapasitet, men leder varmen dårlig. Den dårlige ledningsevnen gjør at energireservoaret lades og tømmes for langsomt i forhold til døgnsyklus.

**Betong og murverk** har god varmekapasitet og moderat ledningsevne. Denne kombinasjonen gjør at energireservoaret kan lades og tømmes i samsvar med døgnsyklus.



B&O (1998) Struer, Danmark

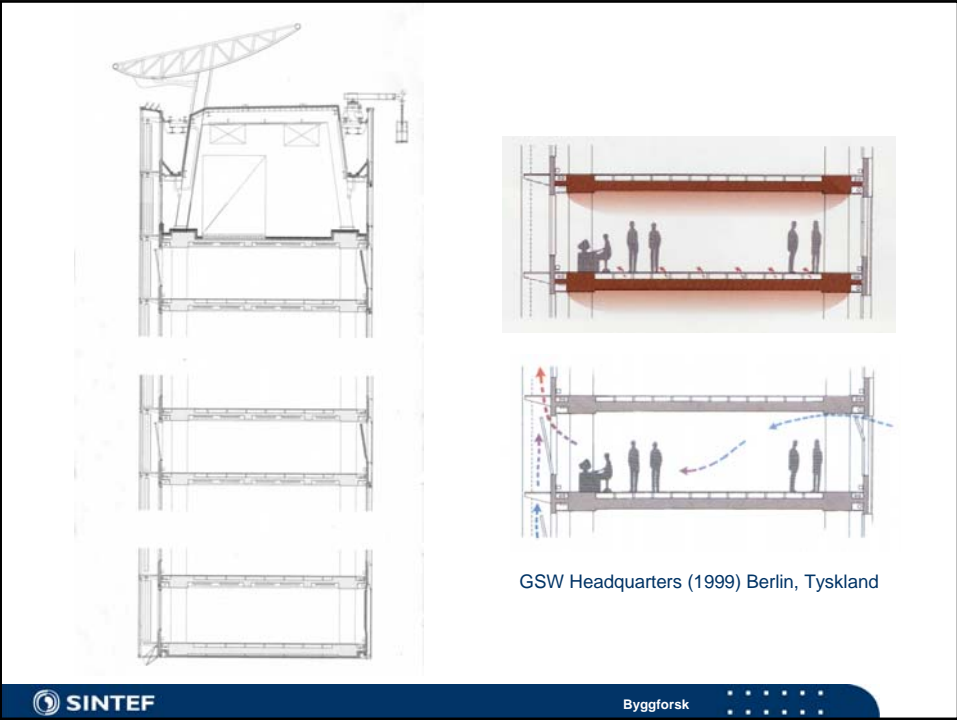
## Forutsetninger

- Bygningsfunksjon med kjølebehov (næringsbygg)
- Den termiske massen må være eksponert mot rom som skal klimatiseres
- Den termiske massen som skal utnyttes som et termisk reservoar over døgnsyklusen må ligge innenfor isolasjonssjiktet
- For nattkjøling må den termiske massen kunne settes i termisk kontakt med kjølig natteluft

## Forutsetninger

Anvendelse av termisk masse må sees i sammenheng med

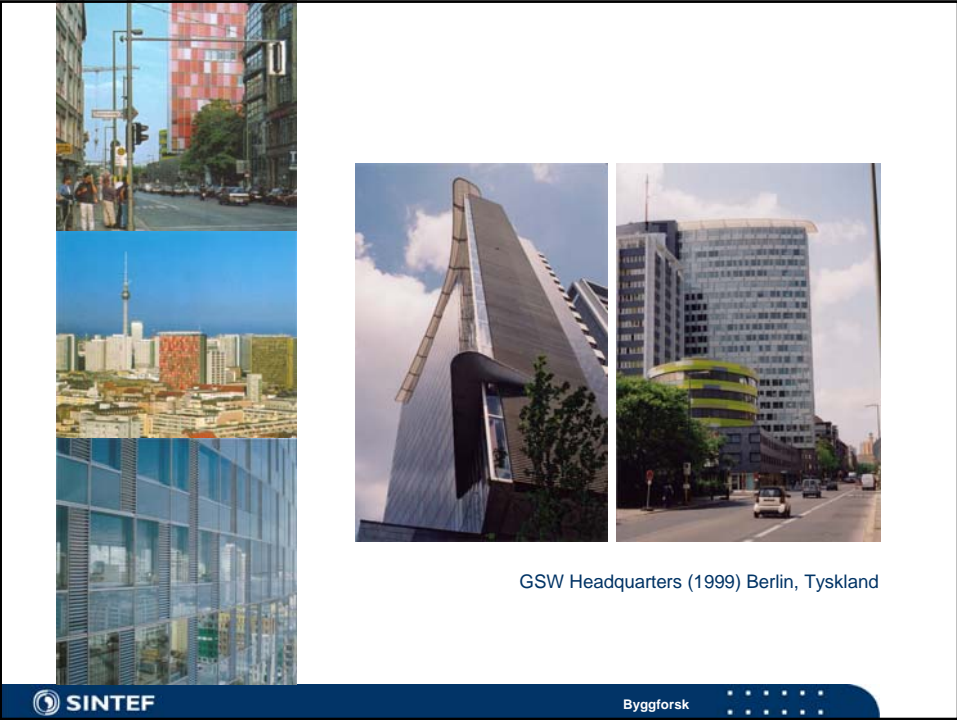
- naturlig eller mekanisk ventilasjon for nattkjøling
- utvendig solavskjerming
- dagslysutnyttelse og styring av effektiv el. belysning



GSW Headquarters (1999) Berlin, Tyskland

SINTEF

Byggforsk



GSW Headquarters (1999) Berlin, Tyskland

SINTEF

Byggforsk

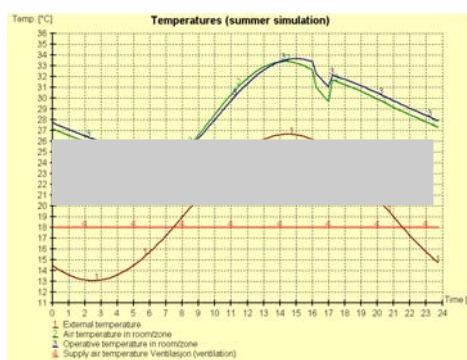


## Simuleringseksempel

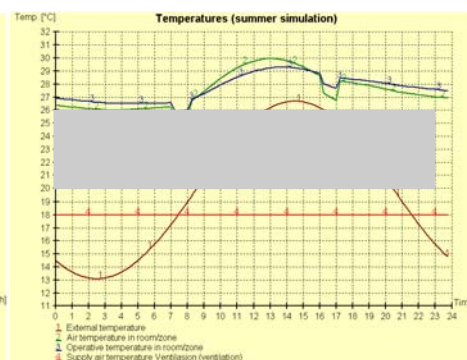
- Sydvendt kontor på 10 m<sup>2</sup>
- 2.24 m<sup>2</sup> vindu m. 2-lags energiglass og innvendige persienner
- Internlast: 12 W/m<sup>2</sup> belysning, 1 pc, 1 person (8 timer pr. dag)
- Ventilasjon: 10 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> med innblåsningstemperatur på 18 °C
- Lette trevegger i skillevegger og fasade
- Lette etasjeskillere i tre, panel i himling og 22 mm sponplate
- Etasjeskillere i betong med eksponert betong

## Temperaturforløp dim. sommerdøgn

”Lett kontor”



”Tungt kontor”



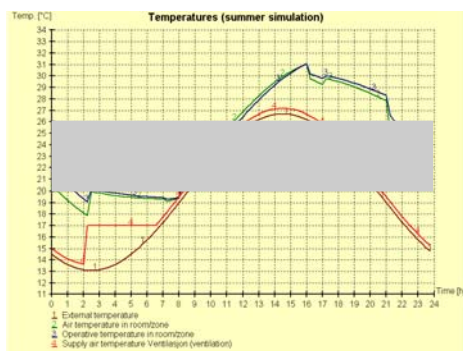
## Så innføres:

- Nattkjøling
  - initieres når romtemperaturen på dagtid er over 25°C
  - slås av når romtemperaturen når 18 °C
  - Luftmengden økes til 20m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>
- Utvendige solavskjerming

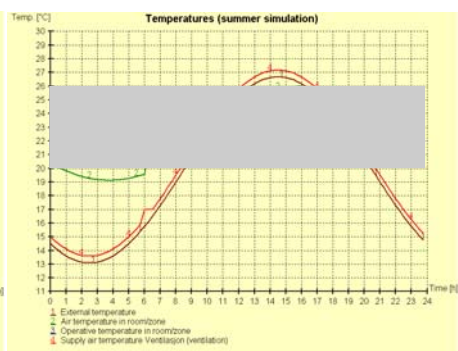
Det er ingen lokal eller sentral kjøling i simuleringseksempellet

## Kontorbygg med nattkjøling

”Lett kontor”



”Tungt kontor”





## Utfordringer

- Harde overflater gir akustisk (langtid)
- Bygningsdetaljering som eliminerer
- Samkjøring av aktive og passive (bygging/installasjon og drift)
- God håndverksmessig utføring, (bygging, installasjon og drift)



## Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven revisjon av TEK 97

## Nye forskriftskrav, rev. TEK 97

### § 8-2. Energikrav

Byggverk skal utføres slik at det fremmer lavt energibehov. Byggverk skal lokaliseres, plasseres og/eller utformes med hensyn til energieffektivitet, avhengig av lokale forhold.

### §8-21. Krav til energieffektivitet

Bygning skal være så energieffektiv at den enten tilfredsstiller de krav som er angitt til energiltak under bokstav a eller kravene til samlet netto energibehov (rammekrav) som angitt under bokstav b. Minstekrav i bokstav c skal uansett ikke overskrides.

## Energiltak a)

- Samlet vindus- og dørareal < 20% av bygningens oppvarmede bruksareal
- U-verdi yttervegg: 0,18 W/m<sup>2</sup>K
- U-verdi tak: 0,13 W/m<sup>2</sup>K
- U-verdi gulv på grunn og mot det fri: 0,15 W/m<sup>2</sup>K
- U-verdi glass/vinduer/dører: 1,2 W/m<sup>2</sup>K inkl. karm/ramme
- Normalisert kuldebroverdi < 0,03 W/m<sup>2</sup>K for småhus og 0,06 W/m<sup>2</sup>K for andre
- Lufttetthet: 1,5 luftvekslinger pr. time ved ΔP 50Pa (2,5 for småhus)
- Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner: 70 %.
- Spesifikk vifteeffekt (SFP) næringsbygg: 2,0/1,0 kW/m<sup>3</sup>s (dag/natt)
- Spesifikk vifteeffekt (SFP) bolig: 2,5 kW/m<sup>3</sup>s (hele døgnet)
- Automatisk utvendig solskjermingsutstyr *eller andre tiltak for å oppfylle krav til termisk komfort uten bruk av lokalkjøling*
- Natt- og helgesenking av innetemperatur til 19°C (17°C for idrettsbygg)

*Det er tillatt å fravike et eller flere av energiltakene, dersom kompensierende tiltak gjør at bygningens energibehov ikke økes.*

## Nye forskriftskrav, rev. TEK 97

### § 8-2. Energikrav

Byggverk skal utføres slik at det fremmer lavt energibehov. Byggverk skal lokaliseres, plasseres og/eller utformes med hensyn til energieffektivitet, avhengig av lokale forhold.

### §8-21. Krav til energieffektivitet

Bygning skal være så energieffektiv at den enten tilfredsstiller de krav som er angitt til energiltak under bokstav a eller kravene til samlet netto energibehov (rammekrav) som angitt under bokstav b. Minstekrav i bokstav c skal uansett ikke overskrides.

### §8-22. Energiforsyning

Bygning skal prosjekteres og utføres slik at en vesentlig del av varmebehovet kan dekkes med annen energiforsyning enn elektrisitet og/eller fossile brensler hos sluttbruker.

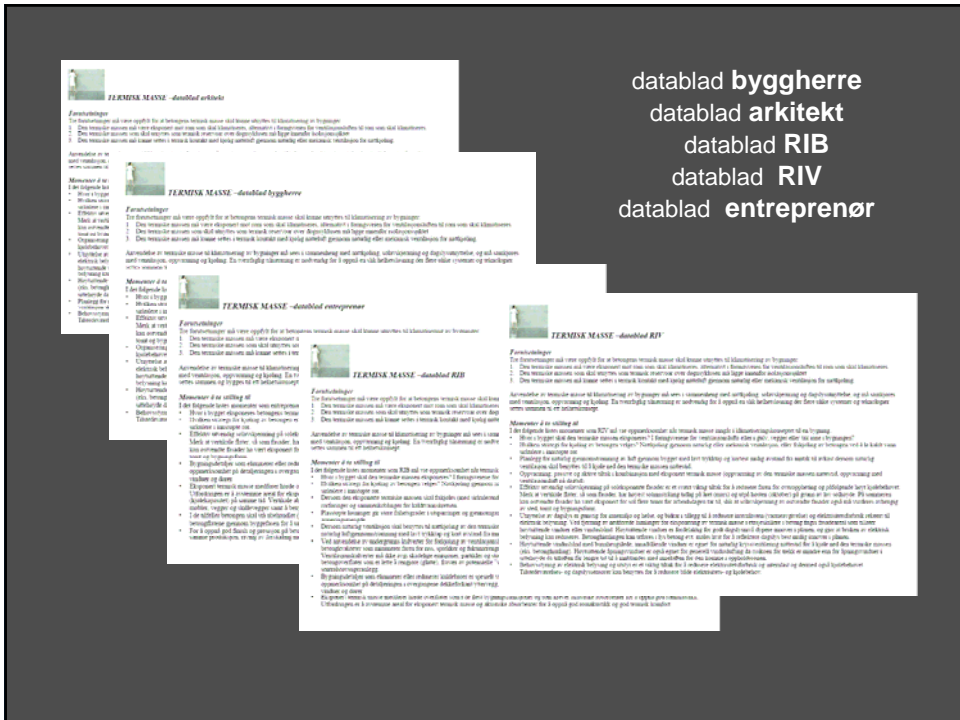


mindre **miljøbelastning**  
lavere **energi**bruk  
høyere **komfort**  
lavere **byggekostnader**

Termisk masse og klimatisering av bygninger



datablad byggherre  
 datablad arkitekt  
 datablad RIB  
 datablad RIV  
 datablad entreprenør



**Inger Andresen M.Sc. PhD**  
 Seniorforsker  
**SINTEF Byggforsk**  
 Arkitektur og byggteknikk

**Tommy Kleiven M.Arch. PhD**  
 Forsker  
**SINTEF Byggforsk**  
 Arkitektur og byggteknikk

**Bjørn J. Wachenfeldt M.Sc. PhD**  
 Forsker  
**SINTEF Byggforsk**  
 Arkitektur og byggteknikk

Takk for oppmerksomheten!