

HYGROSKOPISKA EGENSKAPER HOS ALTERNATIVA ISOLERINGSMATERIAL

FUKTCENTRUMS
INFORMATIONSDAG 26.11.2015



RUUT PEUHKURI, SENIORFORSKARE



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBEN-LÅVN

Agenda

- Hvad er alternative isoleringsmaterialer?
- Hygroskopiske egenskaber
- Hvornår kan man bruge alternative isoleringsmaterialer?
- Fugtbufferevne
- Skal man bruge dampspærre?



Udviklingsprogram for Miljø- og arbejdsmiljøvenlige isoleringsmaterialer

- Udviklingsprogram under Energistyrelsen 1997-2005
- Ydede støtte til i alt 100 projekter gennemført af
 - Forskningsinstitutioner, rådgivningscentre og universiteter
 - Kommuner, Virksomheder, Privatpersoner
- ”Alternativer til mineraluld”:
 - Papir- og træfiberisolering
 - Hør- og hampeisolering
 - Fåruld
 - Ekspanderet perlite
 - Halm



Udviklingsprogram – typer af projekter

- Laboratorieforsøg (fugt, brand, lyd, arb.miljø)
 - Produktudvikling
 - Demonstrationsprojekter
 - Standardisering
 - Videnformidling (anvisninger, vejledninger, workshops etc.)
- En stor del af programmets erfaringer er inkluderet i en By og Byg Anvisning 207: Anvendelse af alternative isoleringsmaterialer
 - Resultater findes på www.alternativisolering.dk



Varmeledningsevne, densitet og sætning

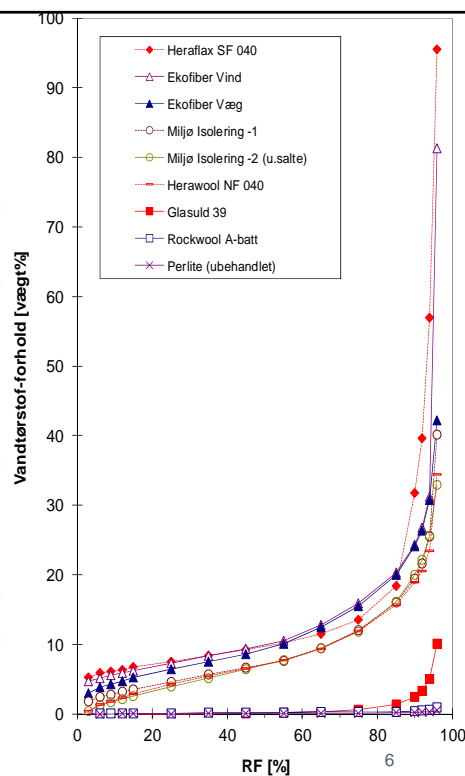
Isoleringsmateriale fremstillet af	Form	Varmeledningsevne, deklareret værdi ($\lambda_{\text{deklareret}}$) ¹⁾ , W/m K	Densitet ²⁾ , kg/m ³	Sætning, løst udblæst på loft, %
Papir	Løsfyld	0,040	28-65	12-14 ³⁾ 11-24 ⁴⁾
Træfibre	Løsfyld	Forventes ultimo 2003	30-45	10 ⁵⁾
Hør	Måtte / rulle	0,040	20-40	
Hamp	Måtte	Forventes 2004	20-40	
Eksp. perlit	Løsfyld	0,042	65-105	
Halm	Balle	-	80-100	
EPS	Plade	0,034-0,041	15-40	
Letklinker	Løsfyld	0,075-0,085	170-210	
Glasuld	Måtte / rulle	0,034-0,040	14-25	
	Løsfyld	0,044	25-50	5
Stenuld	Måtte / rulle	0,034-0,039	30-45	
	Løsfyld	0,044	30-80	5



5

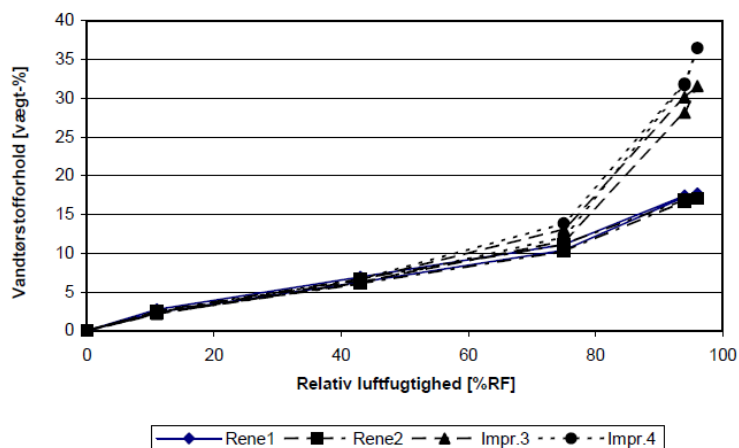
Fugtegenskaber

Isoleringsmateriale fremstillet af	Vanddampermeabilitet 10 ⁻¹² kg/Pa m s	Kapillarsugningsevne kg/m ³
Papir, løsfyld	150	> 180
Træfiber, løsfyld	150	¹⁾
Hør, måtte/rulle	130	100
Hamp, måtte/rulle	¹⁾	¹⁾
Eksp. perlit, coated	115	2,5
Halm, baller	160	¹⁾
EPS, plade	1-10	3
Letklinker, coatede	200	25
Glasuld, måtte/rulle	140	60
Stenuld, måtte/rulle	150	2
Luft, stillestående	200	-



Sorptionsisoterm: Hør uden/med imprægnering

HØR Ad- og desorption



SBi – 26.11.2015

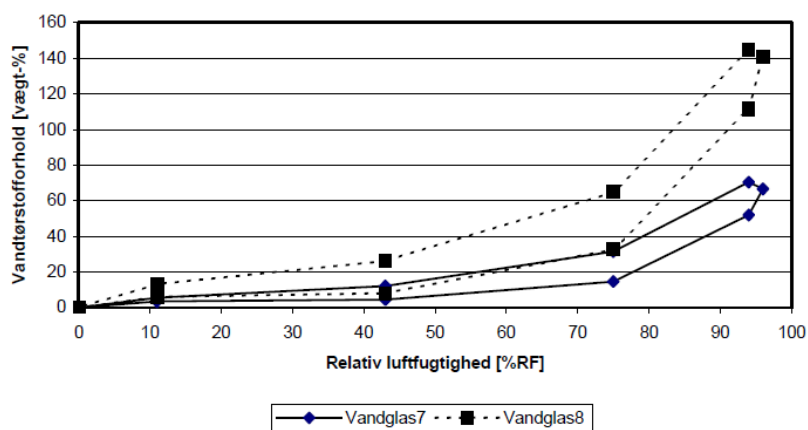


Fra: Hansen, K.K et al, 2004: Fugttekniske undersøgelser på dansk hørmåtte

7

Sorptionsisoterm: Imprægnering

Vandglas Ad- og desorption



Vandglas = natriumsilikat

SBi – 26.11.2015



Fra: Hansen, K.K et al, 2004: Fugttekniske undersøgelser på dansk hørmåtte

8

Borup seniorby

Demonstration og målinger

Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

SBI – 26.11.2015

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ARLABOR UNIVERSITET COPENHAGEN

9

Fugtindhold – glasuld - loft

Lejlighed B 1.5, Isover, Loft

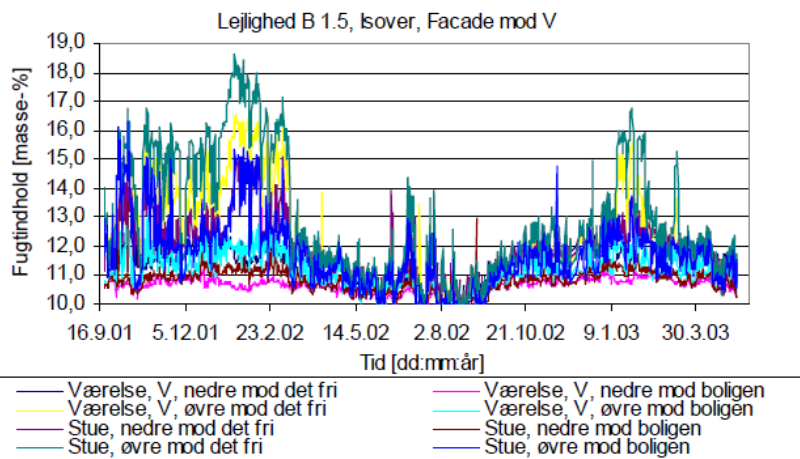
Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

SBI – 26.11.2015

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ARLABOR UNIVERSITET COPENHAGEN

10

Fugtindhold – glasuld – facade



Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

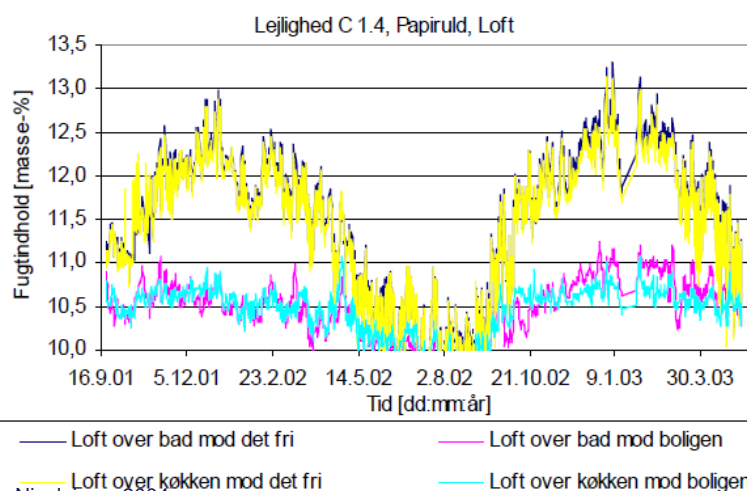
SBi – 26.11.2015



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET ÅRHUS

11

Fugtindhold – cellulose isolering - loft



Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

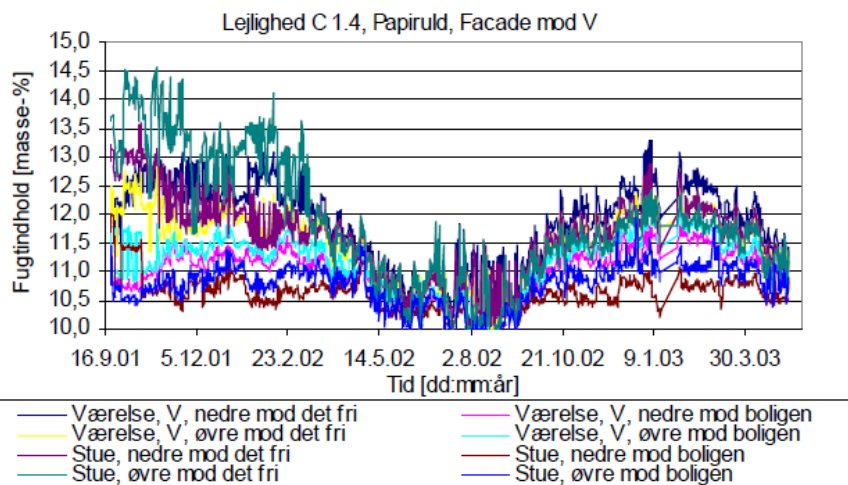
SBi – 26.11.2015



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET ÅRHUS

12

Fugtindhold – cellulose isolering - facade



Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

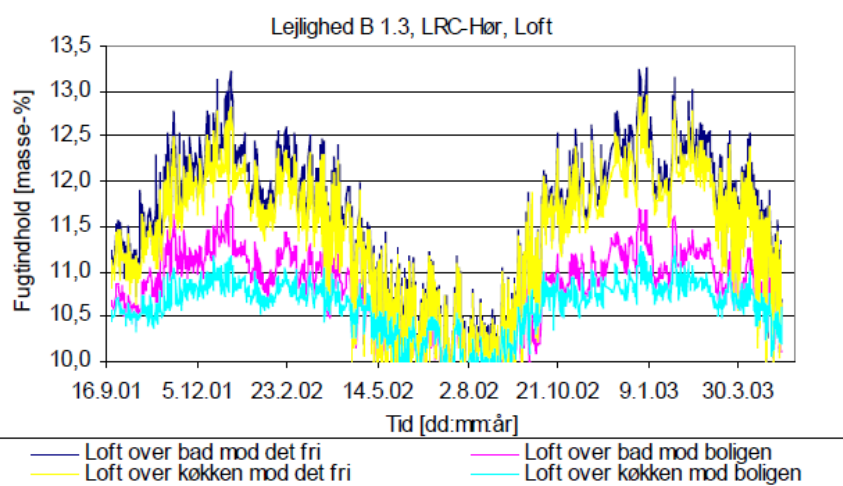
SBi – 26.11.2015



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET ÅRHUS

13

Fugtindhold – hørisolering - loft



Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

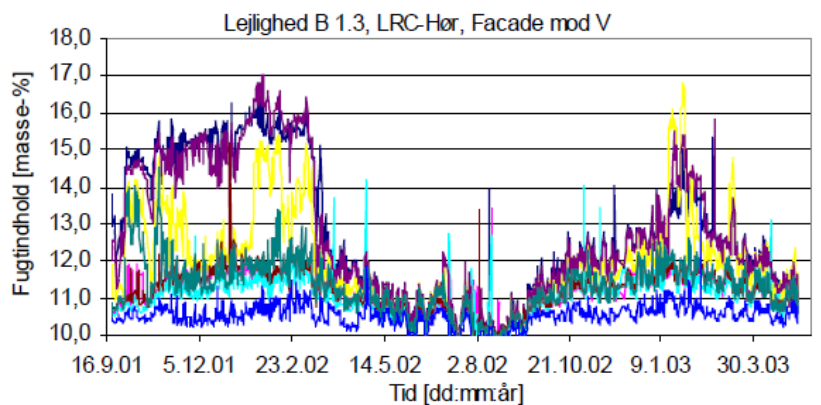
SBi – 26.11.2015



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET ÅRHUS

14

Fugtindhold – hørisolering - facade



- Værelse, V, nedre mod det fri
- Værelse, V, øvre mod det fri
- Stue, nedre mod det fri
- Stue, øvre mod det fri
- Værelse, V, nedre mod boligen
- Værelse, V, øvre mod boligen
- Stue, nedre mod boligen
- Stue, øvre mod boligen

Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

SBi – 26.11.2015



15

SBi Anvisning 207 Alternativ isolering, Konstruktiv anvendelse

- alternative materialer kan uden problemer anvendes i stedet for mineraluld, hvis korrekt anvendt
- Miljøprofil positiv men ikke klar:
 - Tilsætningsstoffer?
 - Støv?
 - Genbrug?

Isoleringsmaterialer		Papirisolering	Træfibersolering	Hørisolering	Halm	Ekspanderet perlit	Hempisolering
Ydervægge	Skeletkonstruktion med regnskærm						
	Skeletkonstruktion med formur						
	Tung bagvæg med formur						
	Tung bagvæg med regnskærm						
Tage	Paralleltag og udnyttet tagrum						
	Tag med udnytteligt tagrum						
Dæk	Terrændæk						
	Krybekælder						
Indervægge	Indervæg med enkelt stolpeskelet						
	Indervæg med dobbelt stolpeskelet						
Etageadskillelser	Etageadskillelse i træ						
	Etageadskillelse i beton						



16

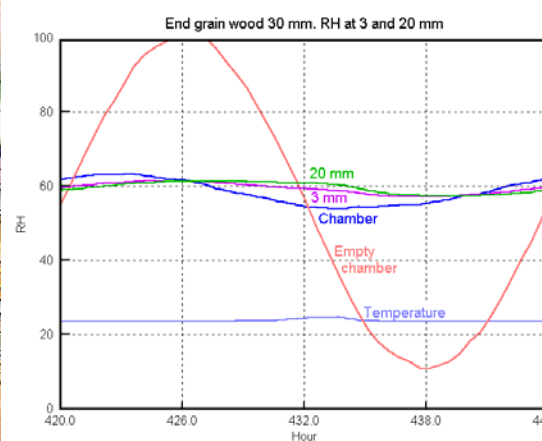
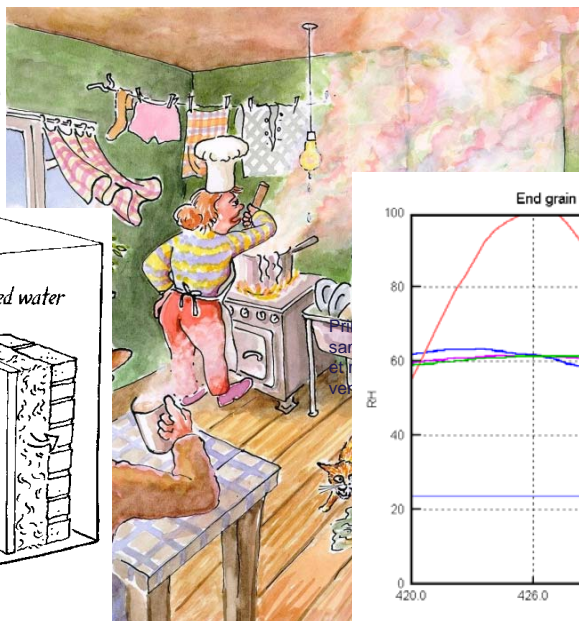
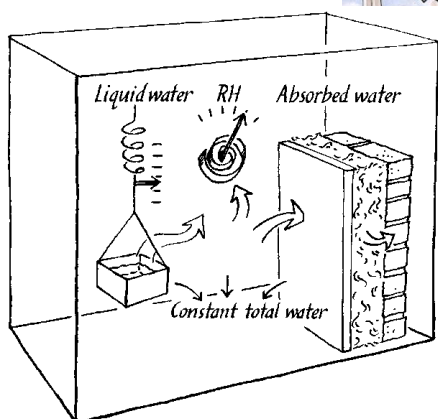
MEN HVAD BETYDER DE HYGROSKOPISKE EGENSKABER FOR ISOLERINGSMATERIALER?

SBi – 26.11.2015



17

Fugtbufferevne



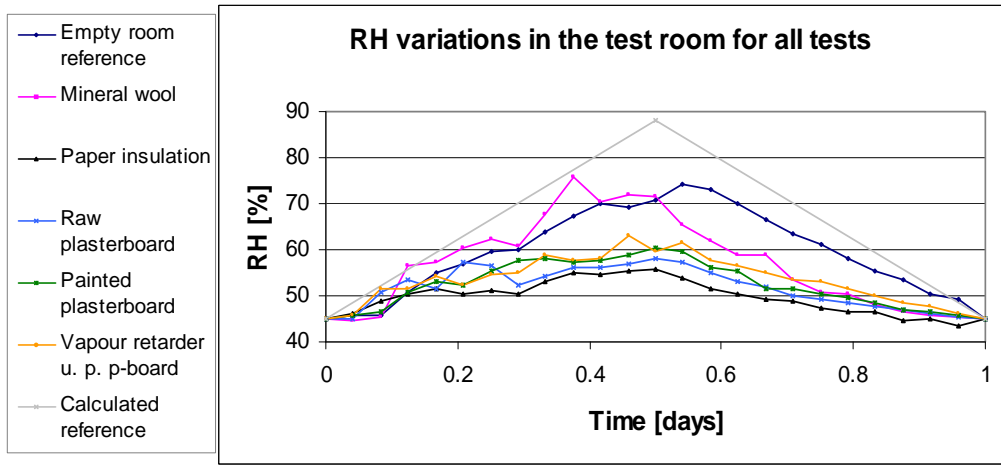
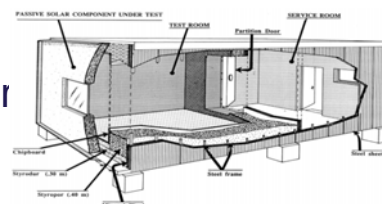
Illustrationer: Tim Padfield

SBi – 26.11.2015



18

Fugtbufferevne af hygroskopiske materialer

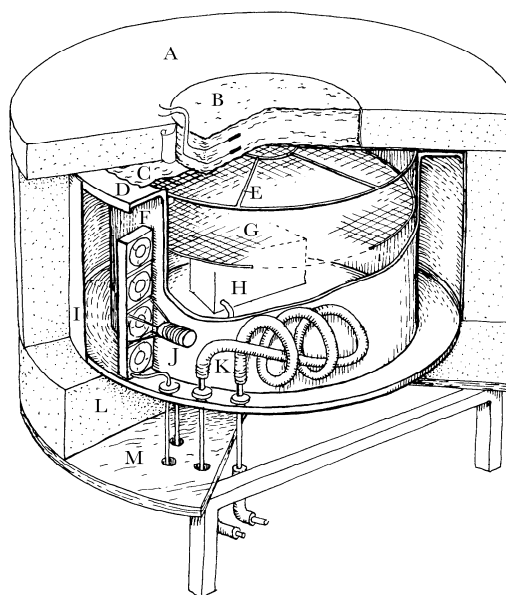
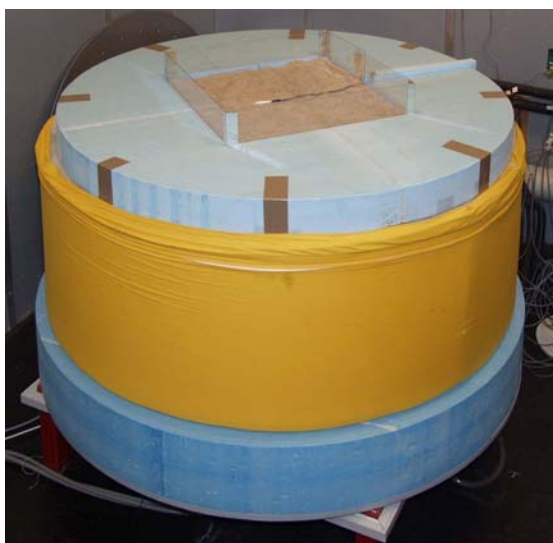


SBi - 26.11.2015



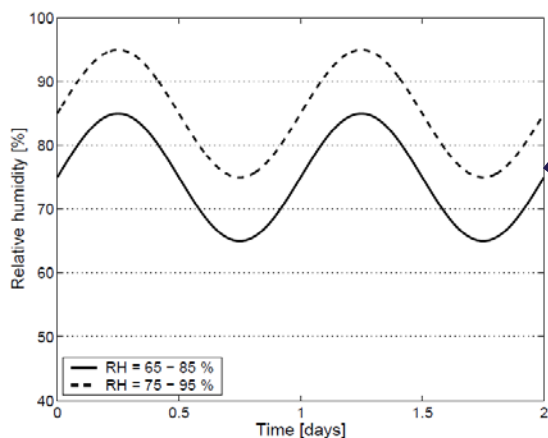
19

Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer - Setup

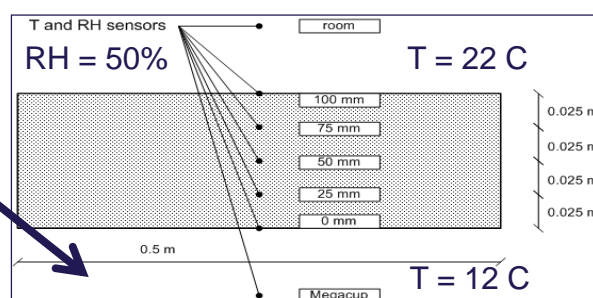


Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer - Setup

Relativ fugtighed i luften på den kolde side



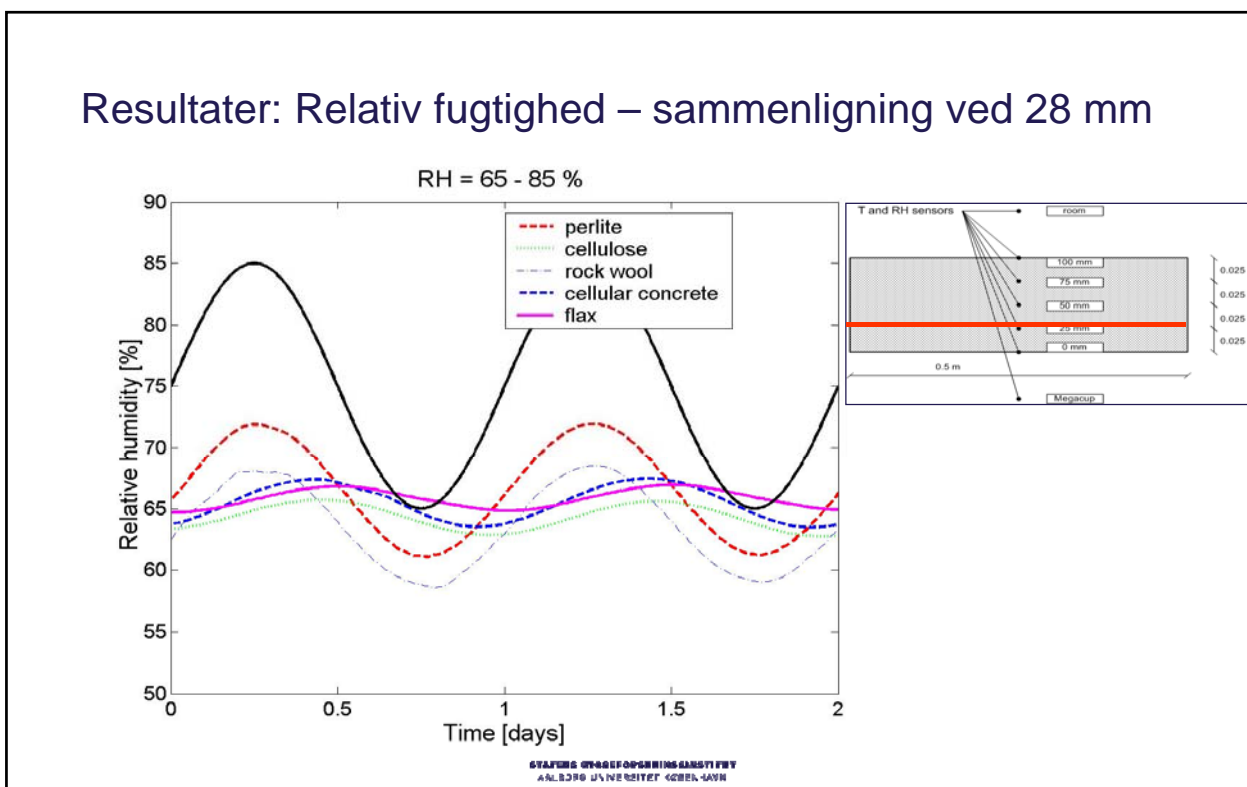
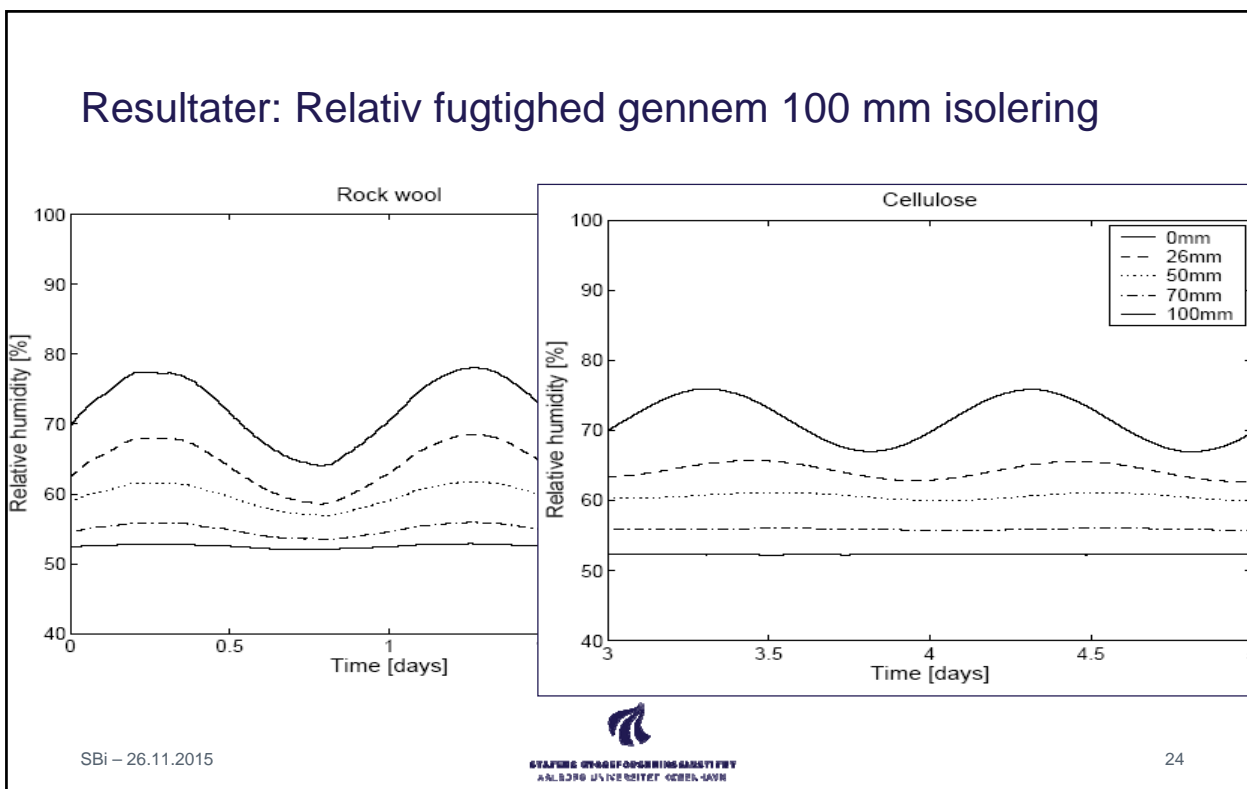
Placering af måleudstyr

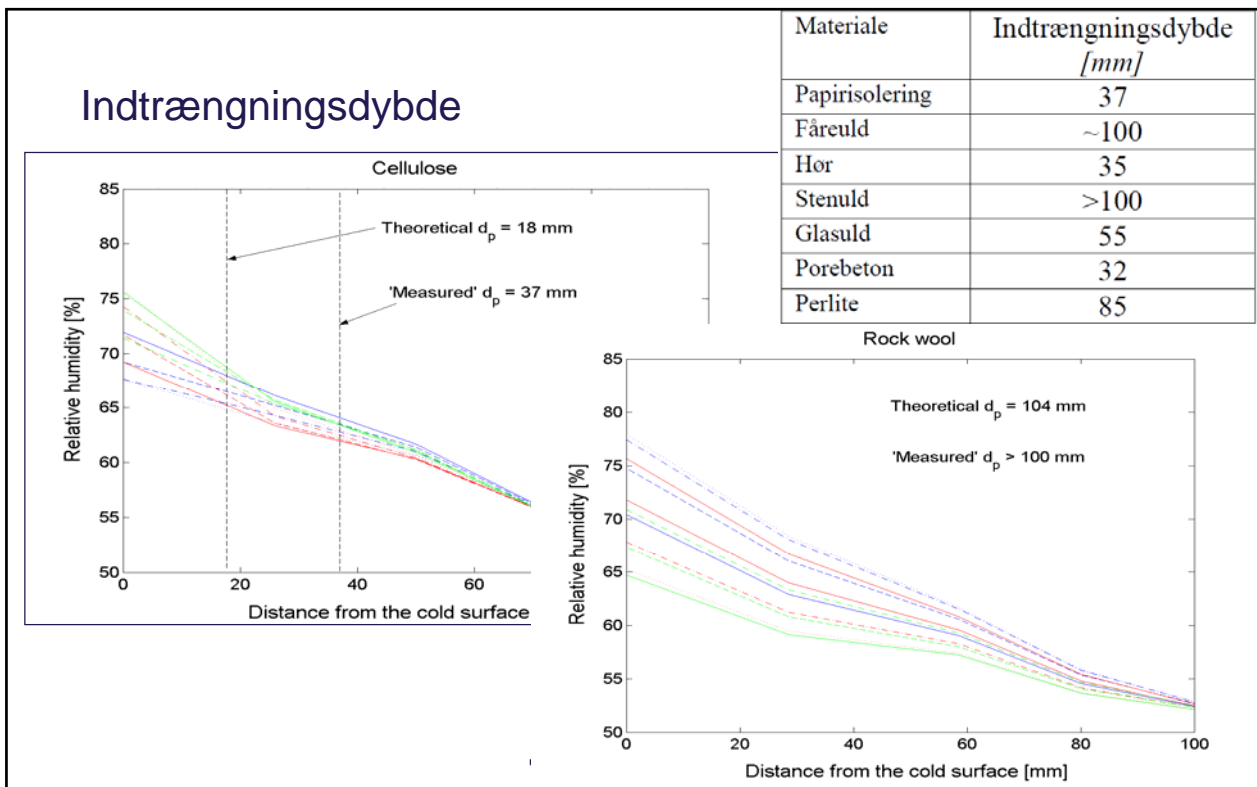
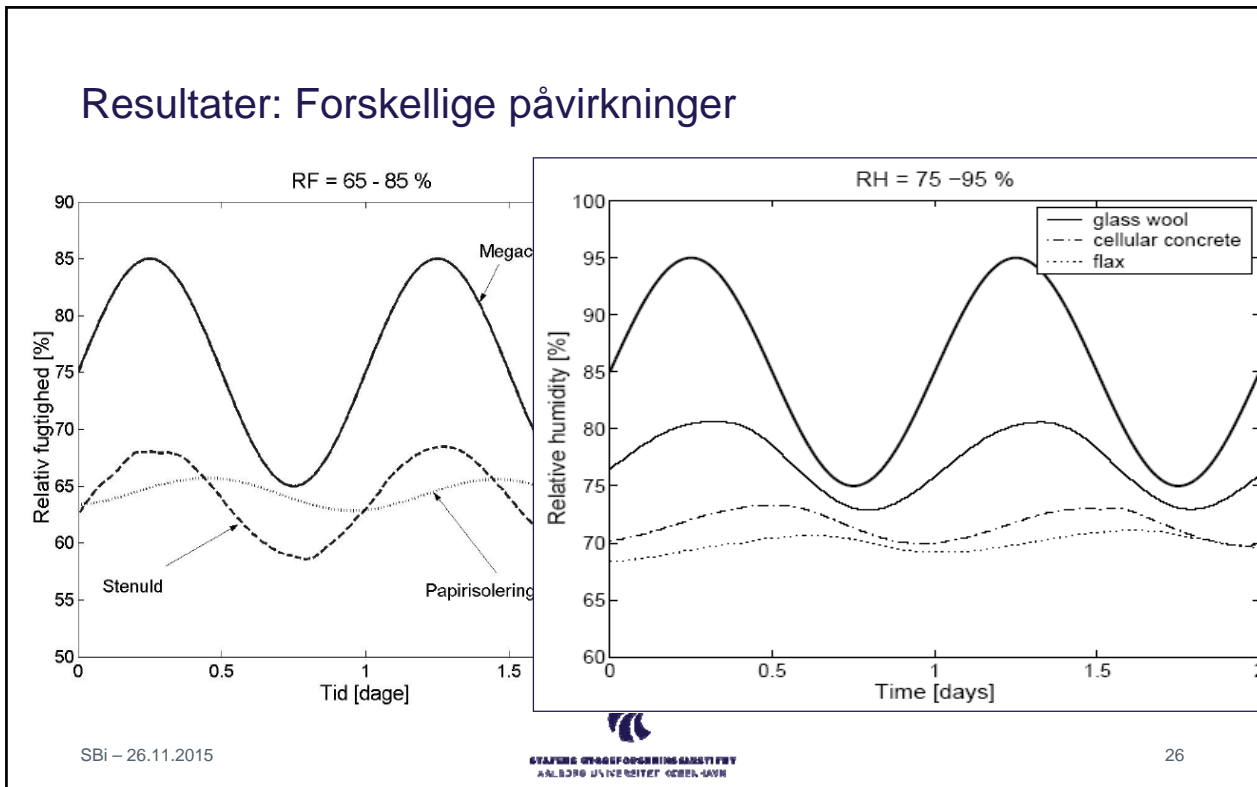


Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer Materialeegenskaber

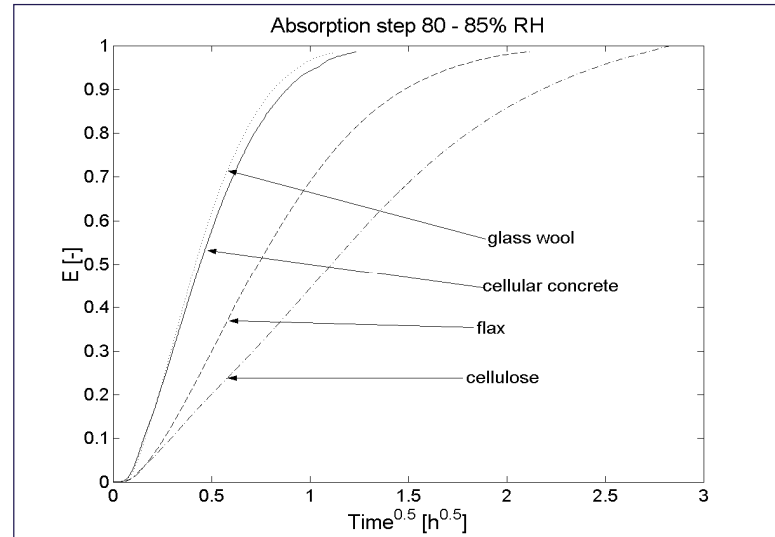
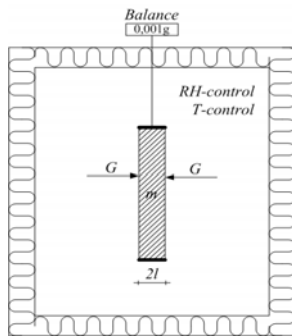
Material	Dry density ρ_0 [kg/m ³]	Thermal conductivity λ [W/m·K]	Thickness of the sample d [mm]	Isothermal water vapour permeability δ_p [$\cdot 10^{-9}$ kg/(Pa·m·s)]
Cellulose (granulate)	65	0.040	100	0.110 ± 0.002
Wool	25	0.039	100	0.190 ± 0.052
Flax	30	0.040	90	0.150 ± 0.059
Rock wool	30	0.039	100	0.183 ± 0.03
Glass wool	70	0.039	100	0.170 ± 0.01
Cellular concrete	450	0.11	100	0.024 ± 0.0004
Perlite (granulate)	100	0.050	100/140	0.103 ± 0.015







Fugtoptagelse, "hastighed" til ligevægt, normaliseret



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

HYGROSKOPISKE ISOLERINGSMATERIALER HAR
UDMÆRKEDE EGENSKABER OG OK MILJØPROFIL.

HVAD MED DAMPSPÆRRE?



SBi - 26.11.2015

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

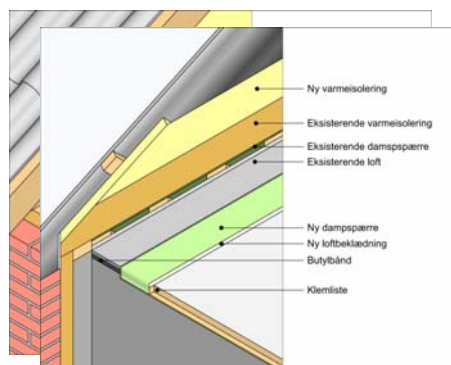
29

Aktuel forskningsprojekt på SBI: Behov for dampspærre i lofter (DaLo)

Før: Urevnede pudsede lofter var godt nok
⇒ Alene lufttætheden skulle sikres

Nu: Ved mere end 150 mm isolering
anbefaler SBI en dampspærre
⇒ Der skelnes ikke mellem hvilken type
isolering der anvendes

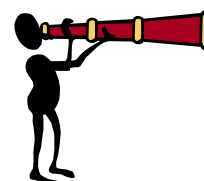
Relevant for efterisolering af lofter!
Stor interesse i branchen



SBI – 26.11.2015

30

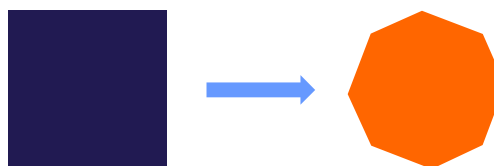
Behov for dampspærre i lofter (DaLo) Perspektiver



Forskningsbaserede udsagn om behovet for dampspærre medfører:

- Større sikkerhed for hvad der er nødvendigt at anbefale
- Mindre usikkerhed i branchen
- Fastlæggelse af hvilken betydning omdiskuterede faktorer har fx:
 - Er lufttæthed nok
 - Isoleringsmængden
 - Isoleringsmaterialers hygrokognitive evner
 - Ventilationsforholdene i tagrummet
 - Fugtiveauet i rummet under loftet
 - Ældning af dampspærresystemer
 - ...

Måske mere
nuanceret end i
dag



SBI – 26.11.2015

31

"Økologiske" konstruktioner er populære i Tyskland, Østrig.....

Ingen dampspærre,

Fokus på lufttæthed, samlingsdetaljer

(Uventileret)

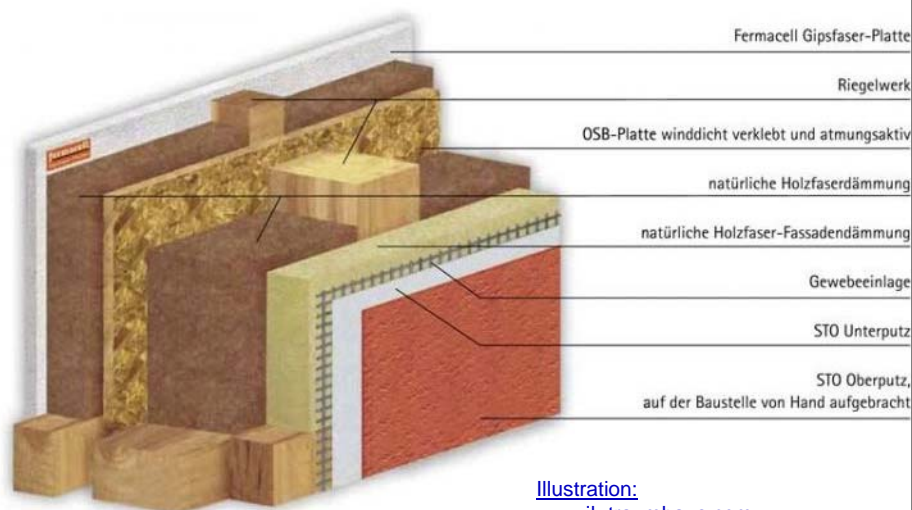


Illustration:
www.jk-traumhaus.com

SBi – 26.11.2015

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ANLEGG U N I V E R S I T E T
ØSTEN-LAND

33

Fakta eller et spørgsmål om tro?

Typisk argumentation fra en tilhænger eller producent af "naturlig" isoleringsmateriale:

"FÖRDELAR

- andande konstruktion
- naturfiber: naturliga fördelar
- bättre kvalitet på inneluften
- hållbar konstruktion

Förr i tiden var husen i allmänhet dåligt isolerade, men de andades.

Som en följd gick mycket energi till spillo, men inneluftens kvalitet var i många fall bättre än idag.

Nutida hus är i allmänhet mycket bättre isolerade än förut, men pga. plastfolien och den dåliga ventilationen är inneluftens kvalitet oftast dålig."

"Miljöanpassade isoleringsmaterial skall ha god värmeisolerande förmåga. De ska inte innehålla skadliga fibrer, kemikalier eller ha ett petrokemiskt ursprung. Använd de byggekologiska isoleringsmaterial som finns på marknaden, av till exempel hampa och cellulosa. De är baserade på förnyelsebara och naturliga råvaror och avger inte några skadliga ämnen. De är fuktgenomsläppliga och bidrar därmed till en bättre inomhusmiljö. Dessutom förbrukar de mindre energi vid tillverkning än de konventionella materialen.

Mineralull framställs i en mycket energikrävande process och ger en dålig, dammig arbetsmiljö med skadliga fibrer. Otillräckligt in kapslat kan materialet också avge fibrer i huset. Även cellplastproduktionen är mycket energiintensiv. Cellplasten innehåller styrol och giftiga flamskyddsmedel. Dessa isoleringsmaterial rekommenderas därför inte."



SBi – 26.11.2015

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ANLEGG U N I V E R S I T E T
ØSTEN-LAND

34

...og i mit eget hus fra 2013

Topmoderne passivhus med mekanisk ventilation

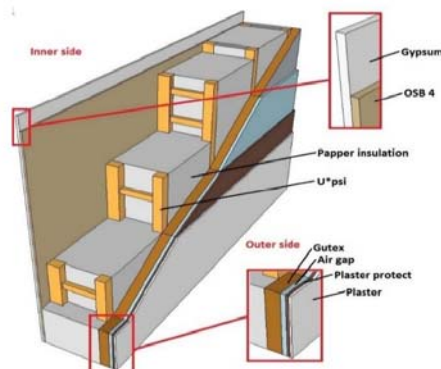


Cellulose i vægge, $U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- Ingen dampspærre, lufttæt OSB
- Diffusionsåben vindspærre (træfibre)
- Ventileret regnskærm

Cellulose i tag, $U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- Fugtadaptiv dampspærre, lufttæt OSB



SBi – 26.11.2015

STAVENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

Hvad kan man vi så konkludere?

- En dampspærre gør normalt ingen skade
 - Lufttæthed er vigtigst
 - Overvej fugtadaptiv dampspærre (men den passer ikke alle steder!)
 - Isoleringsmaterialer bidrager alligevel ikke til husets fugtbufferevne
- Energibesparelse og grøn miljøprofil er godt
 -men der findes ikke "åndende huse". Huse skal have ventilation
 - Hvor "grønt" er grønt og er de traditionelle så slemme?
- Valg korrekte materialer i hvert tilfælde
 - Hygroskopiske materialer stiller større krav til tør byggeprocess
 - Konstruktioner skal altid fugtdimensioneres! Fx slagregn?

SBi – 26.11.2015

STAVENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

36

