

HYGROSKOPISKA EGENSKAPER HOS ALTERNATIVA ISOLERINGSMATERIAL

FUKTCENTRUMS
INFORMATIONSDAG 16.03.2016



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?



Dansk projekt for Miljø- og arbejdsmiljøvenlige isoleringsmaterialer

- Udviklingsprogram under Energistyrelsen 1997-2005
- 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

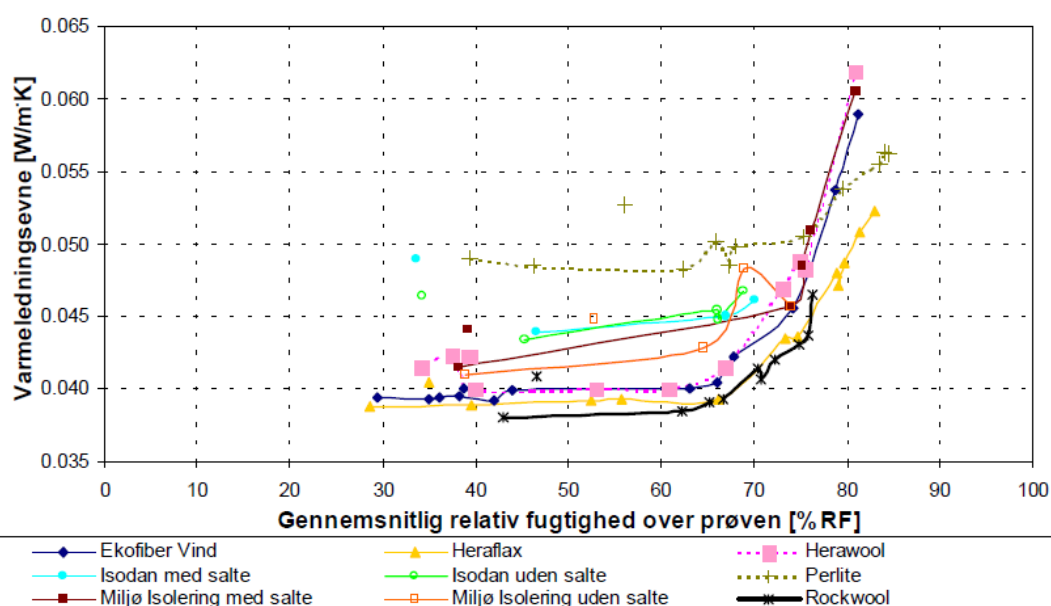
Isoleringsmateriale fremstillet af	Form	Varmeledningsevne, deklareret værdi ($\lambda_{\text{deklareret}}$) ¹⁾ , W/m K	Densitet ²⁾ , kg/m ³	Sætning, løst udblæst på loft, %
Papir	Løsfyld	0,040	28-65	12-14 ³⁾ 11-24 ⁴⁾
Træfibre	Løsfyld	Forventes ultimo 2003	30-45	10 ⁵⁾
Hør	Måtte / rulle	0,040	20-40	
Hamp	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



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ARLBJØRG UNIVERSITET COPENHAGEN

5

Varmeledningsevne som funktion af RF



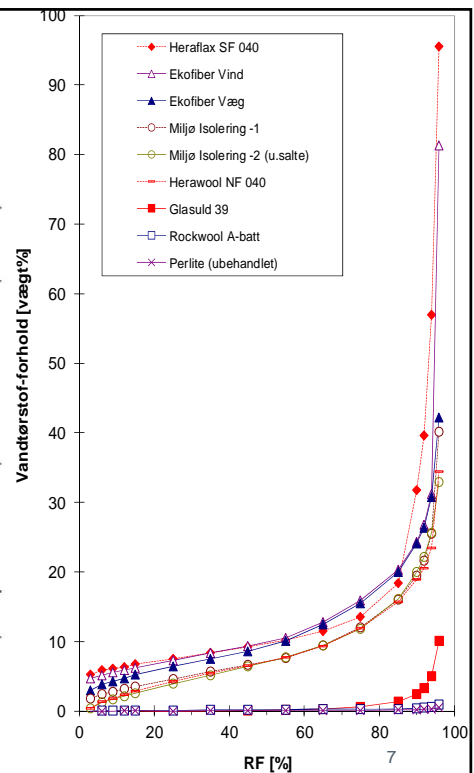
6

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	-

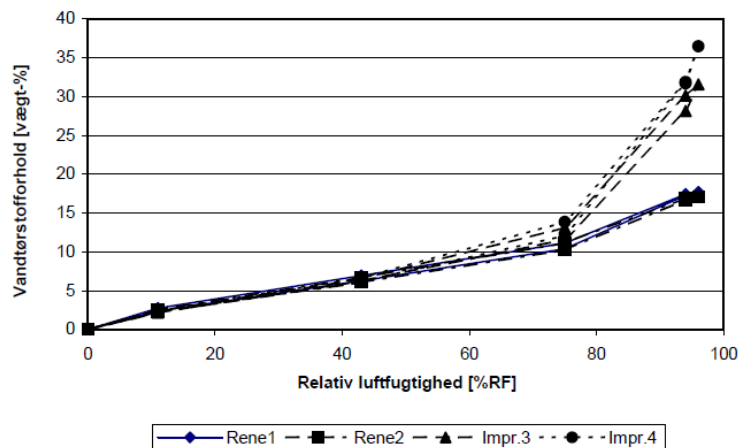


STATENS ØKOEKOLOGISKE SANSTIFET
ÅRHBORG UNIVERSITET COPENHAGEN



Sorptionsisoterm: Hør uden/med imprægnering

HØR Ad- og desorption

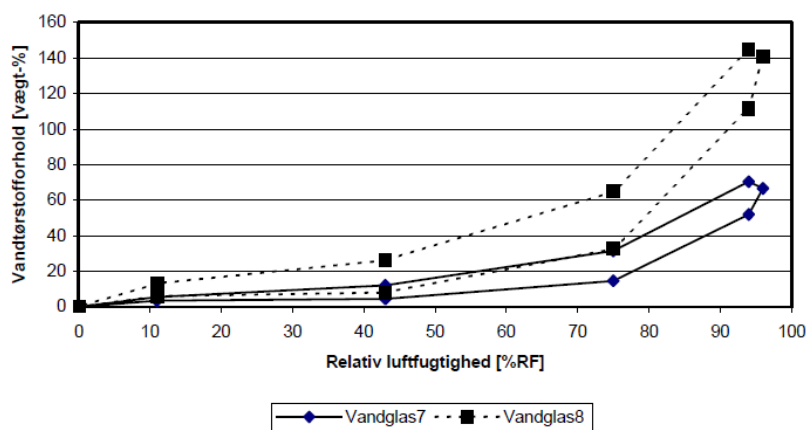


STATENS ØKOEKOLOGISKE SANSTIFET
ÅRHBORG UNIVERSITET COPENHAGEN

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

Sorptionsisoterm: Imprægnering

Vandglas Ad- og desorption

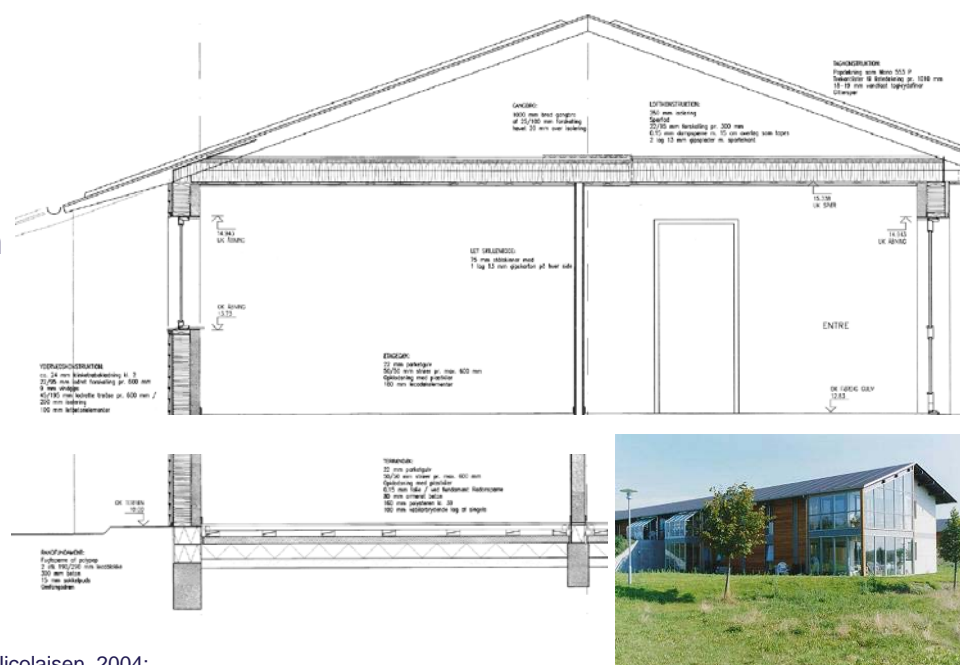


Vandglas = natriumsilikat

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

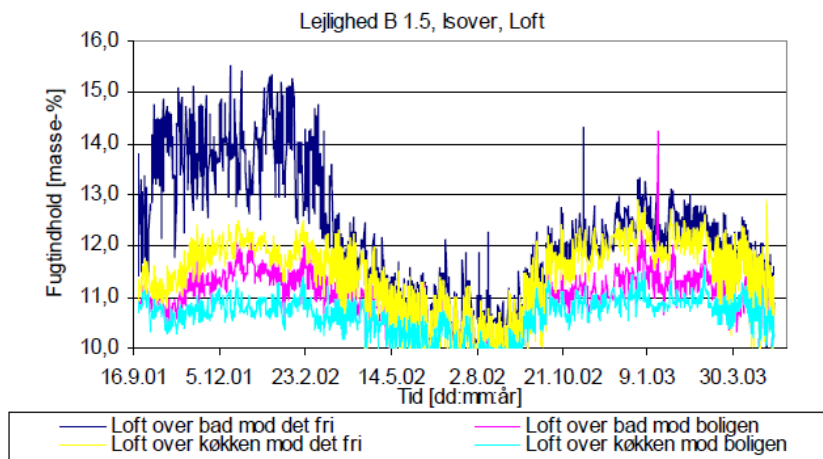
Borup seniorby

Demonstration og målinger



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

Målt fugtindhold – glasuld - loft



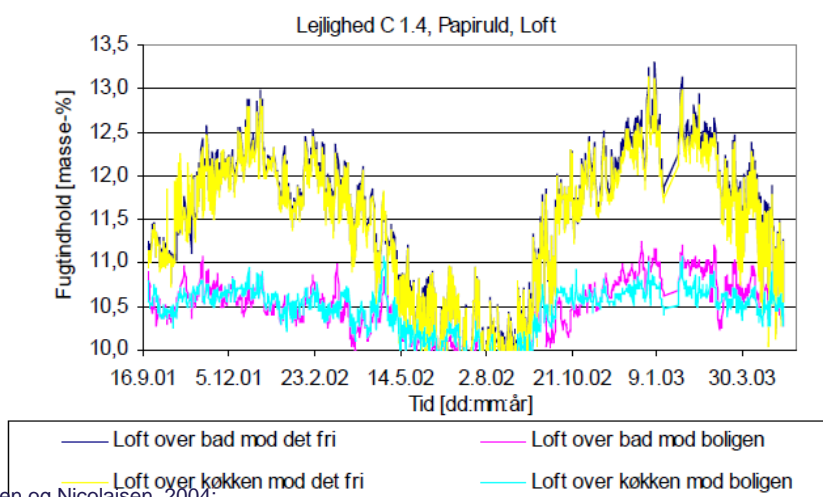
Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

SBi – 17.03.2016



11

Målt fugtindhold – cellulose isolering - loft



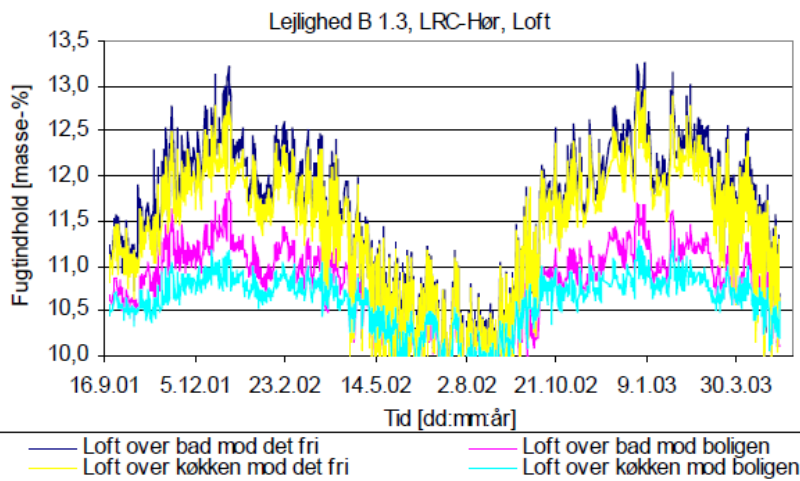
Fra: Rasmussen og Nicolajsen, 2004:
Målinger på alternative isoleringsmaterialer

SBi – 17.03.2016



13

Målt fugtindhold – hørisolering - loft



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



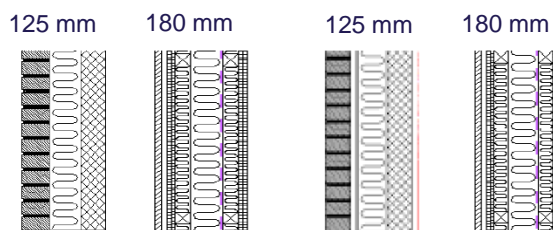
SBi – 17.03.2016

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ARLINDØR UNIVERSITET COPENHAGEN

15

Simulerede fugtforhold: Ydervæg

Antal dage med kritiske forhold:
RF > 85% og T > 5 C



*I de yderste
0-10 mm,
10-30 mm,
30-50 mm
af isoleringen*

	Ventileret luftspalte	Traditionelle vægge		Alternative vægge	
		ingen	20 mm	20 mm	20 mm
	Dampspærre	ingen	Z = 375	ingen	Z = 9,7
		10 mm	138	0	51
	Hør	20 mm	131	0	47
		20 mm	0	0	0
		10 mm	136	0	49
	Papiruld	20 mm	144	0	46
		20 mm	0	0	0
		10 mm	135	0	47
	Perlite	20 mm	152	0	44
		20 mm	1	0	0
		10 mm	134	0	55
	Glasuld	20 mm	156	0	50
		20 mm	1	0	0
		10 mm	135	0	48
	Rockwool	20 mm	160	0	51
		20 mm	1	0	0

SBi – 17.03.2016

Simulerede fugtforhold: Tagkonstruktioner

Antal dage med kritiske forhold:
RF>85% og T>5 C



Dampspærre		Fladt tag		Hældningstag		Loftsrumsrum	
		Z = 375	Z = 9,7	Z = 375	Z = 9,7	Z = 375	Z = 9,7
Hør	x-finér	149	102				
	10 mm	173	114	43	65	44	52
	20 mm	80	60	0	0	0	3
	20 mm	13	0	0	0	0	0
Papiruld	x-finér	161	107				
	10 mm	199	126	44	62	41	51
	20 mm	193	77	0	0	1	4
	20 mm	57	0	0	0	0	0
Perlite	x-finér	102 *	82				
	10 mm	108	94	44	67	51	57
	20 mm	68	71	0	10	3	11
	20 mm	66	30	0	0	0	0
Glasuld	x-finér	107 *	82				
	10 mm	106	96	45	66	56	61
	20 mm	64	70	0	8	4	7
	20 mm	62	24	0	0	0	0
Rockwool	x-finér	30 *	84				
	10 mm	81	99	45	65	56	61
	20 mm	63	70	1	11	7	14
	20 mm	62	30	0	0	0	0

Fra:
Hansen et al (1999)
Varme- og fugttechniske undersøgelser
af alternative isoleringsmaterialer, DTU

SBI – 17.03.2016

STATENS BYGGEFORSKNINGSANSTIFTELSE
ANLÆBES JÄNE RSTIFTELSE GENEN-JÄVN

18

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	Hørsolering	Halm	Ekspanderet perlit	Hørsolering
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						

STATENS BYGGEFORSKNINGSANSTIFTELSE
ANLÆBES JÄNE RSTIFTELSE GENEN-JÄVN

19

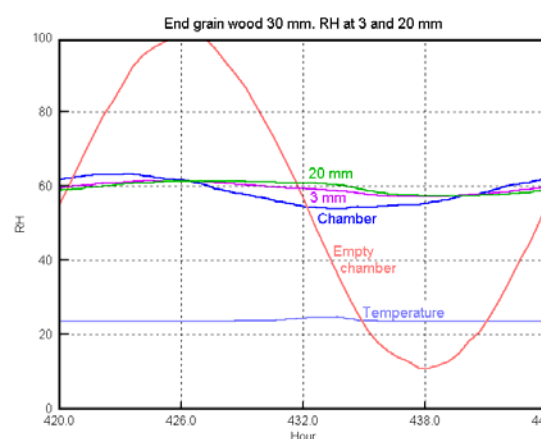
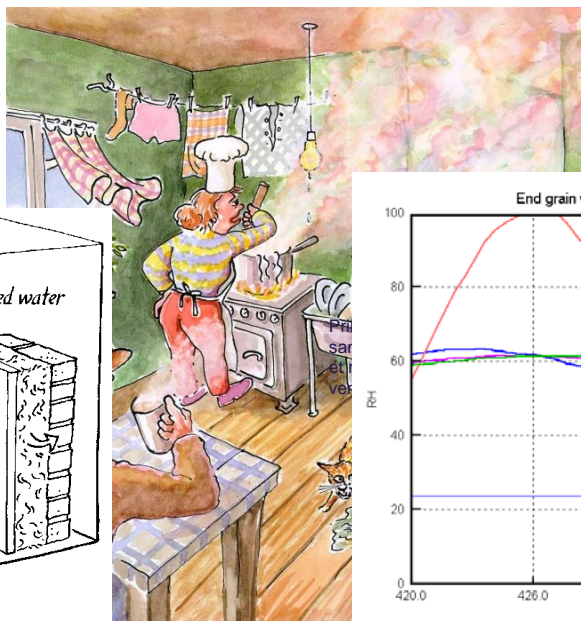
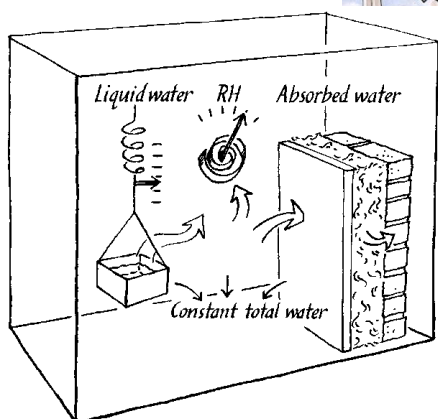
MEN HVAD BETYDER DE HYGROSKOPISKE EGENSKABER FOR ISOLERINGSMATERIALER?

SBi – 17.03.2016



20

Fugtbufferevne



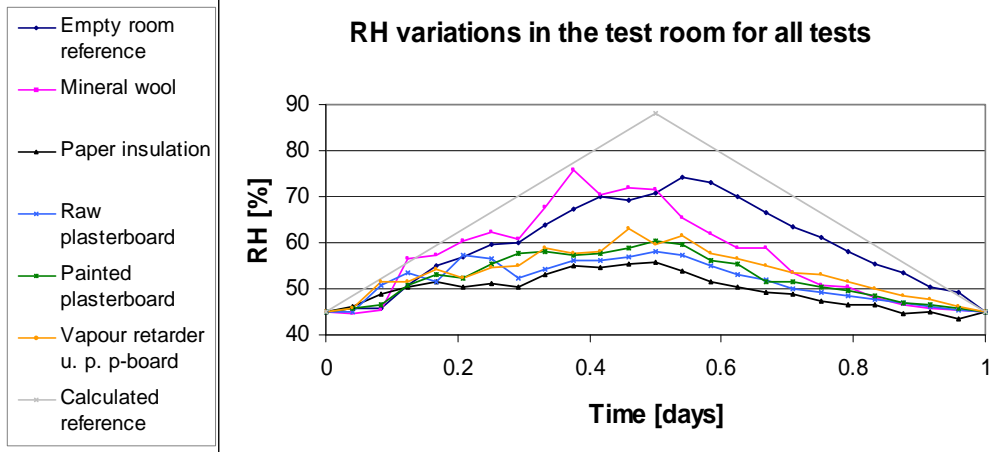
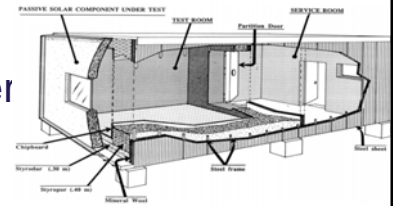
Illustrationer: Tim Padfield

SBi – 17.03.2016



21

Fugtbufferevne af hygroskopiske materialer

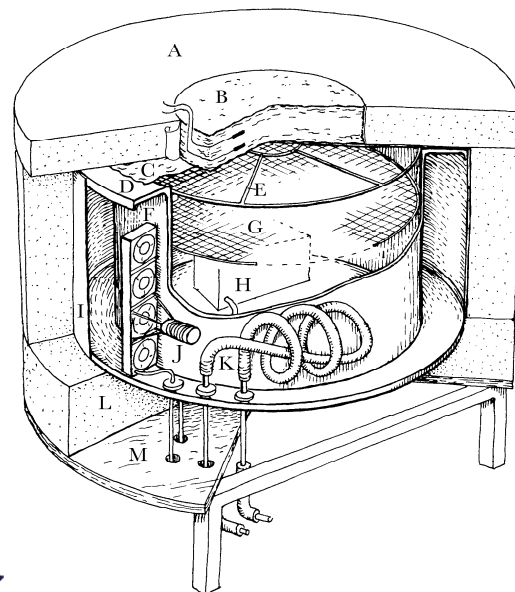
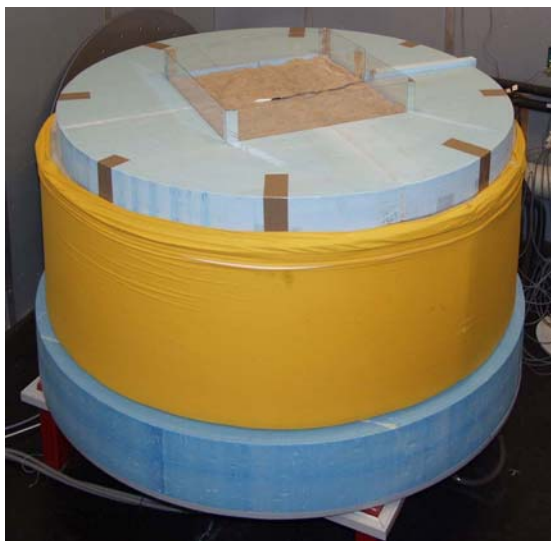


SBi - 17.03.2016



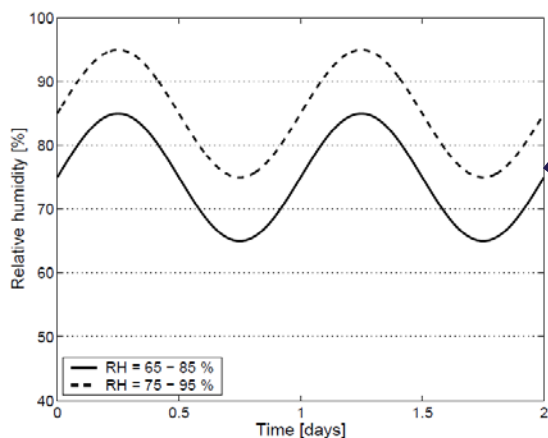
22

Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer - Setup

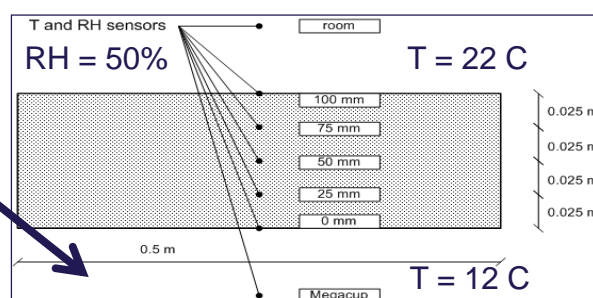


Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer - Setup

Relativ fugtighed i luften på den kolde side



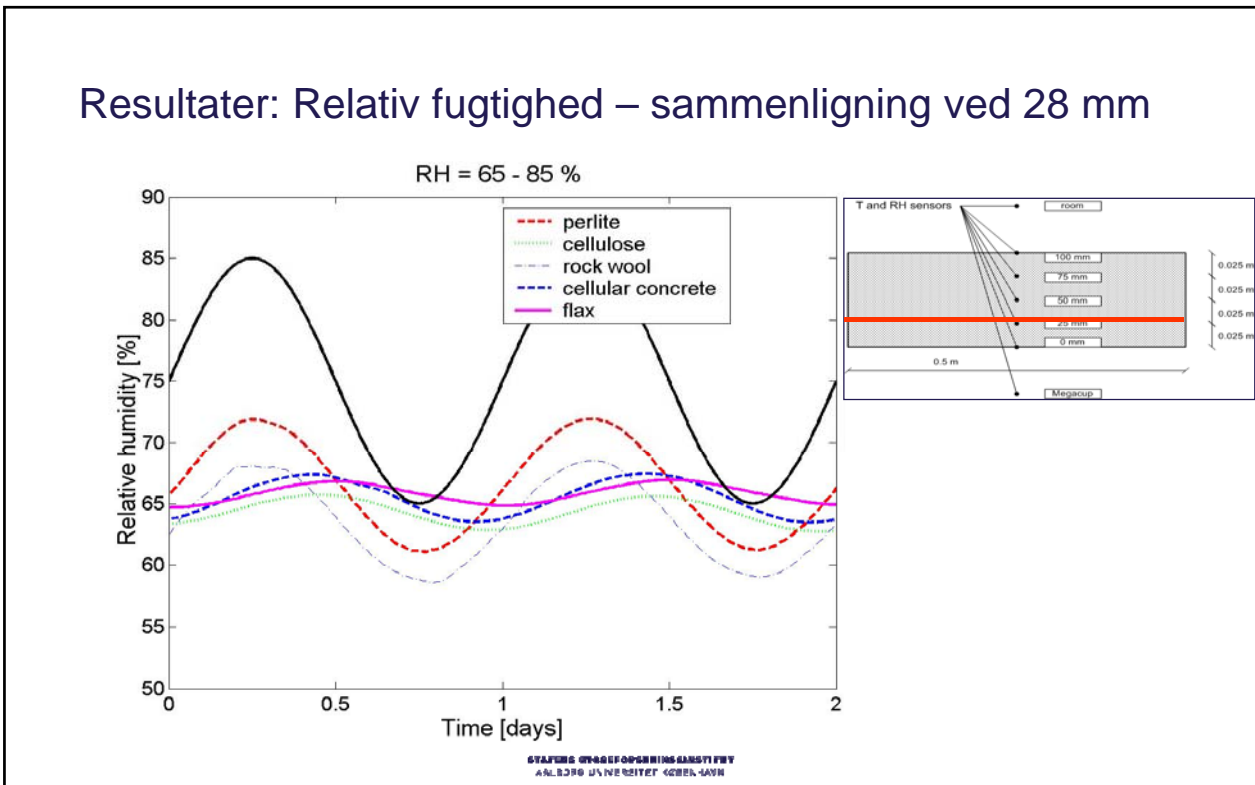
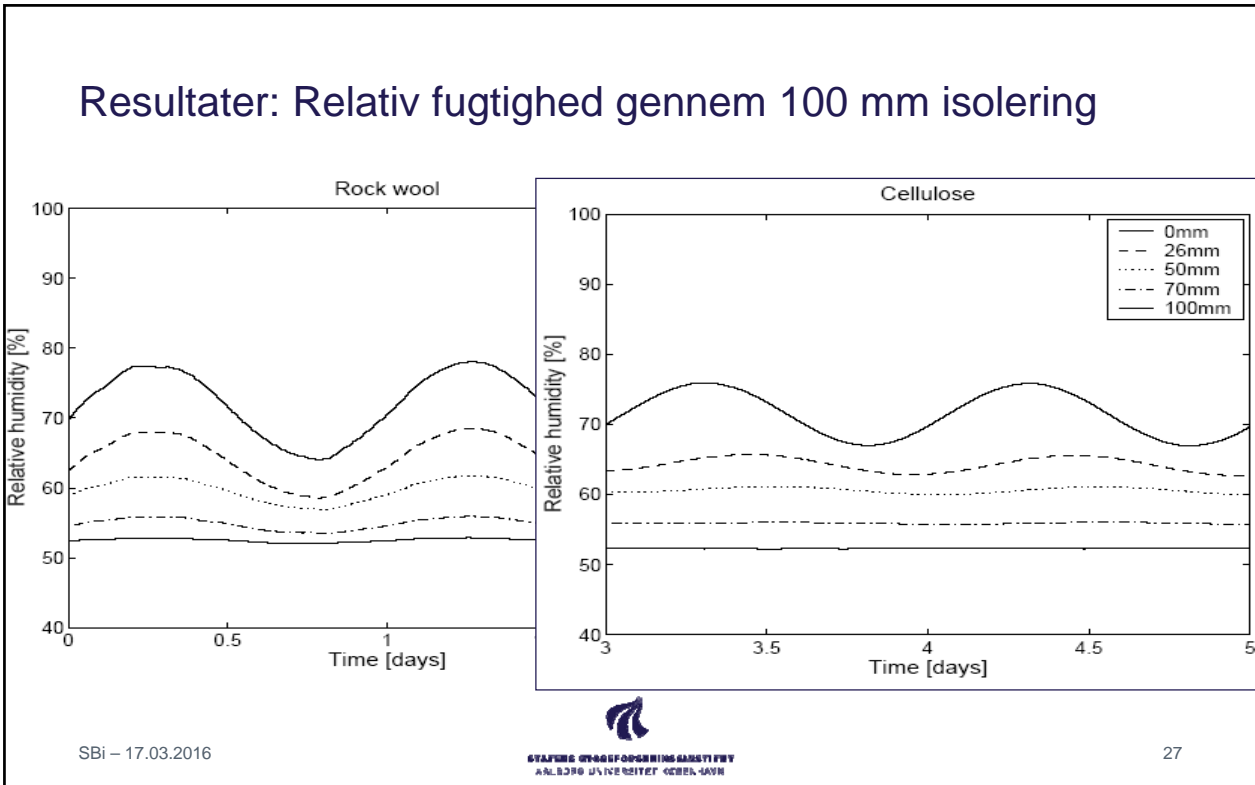
Placering af måleudstyr

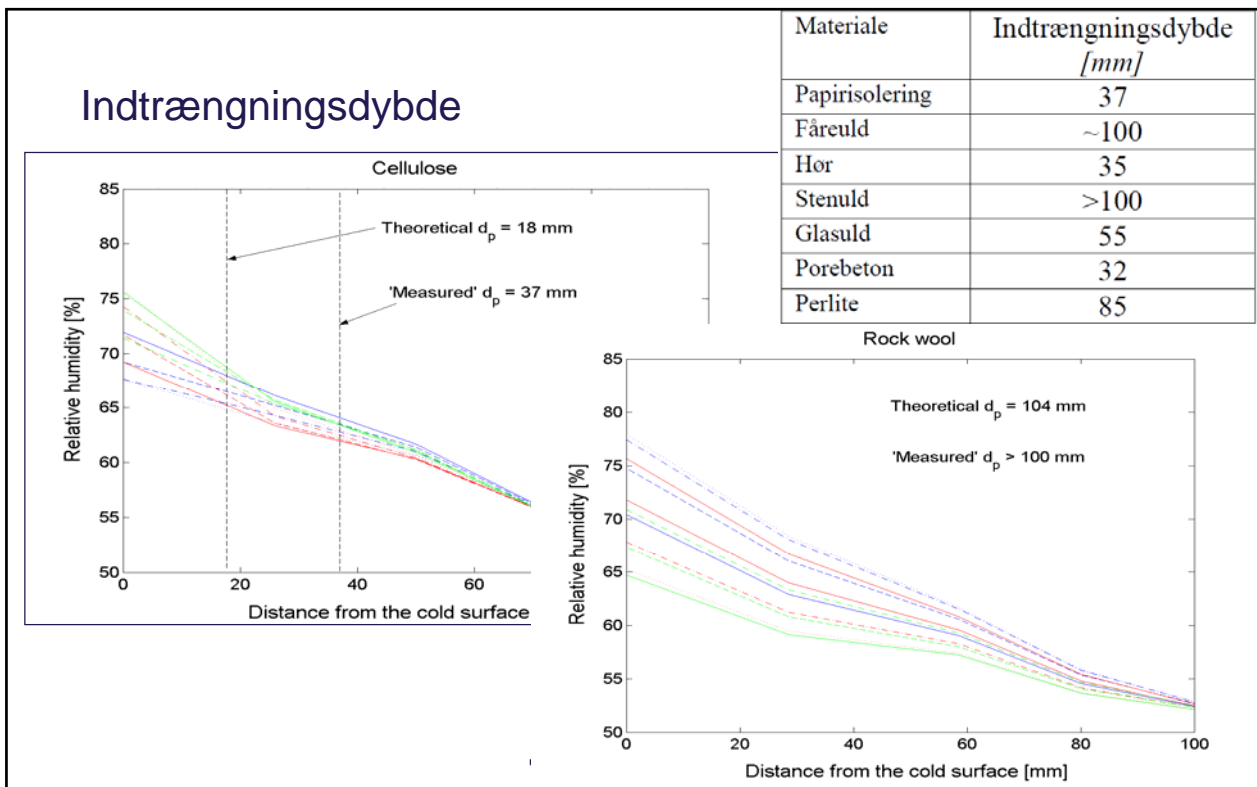
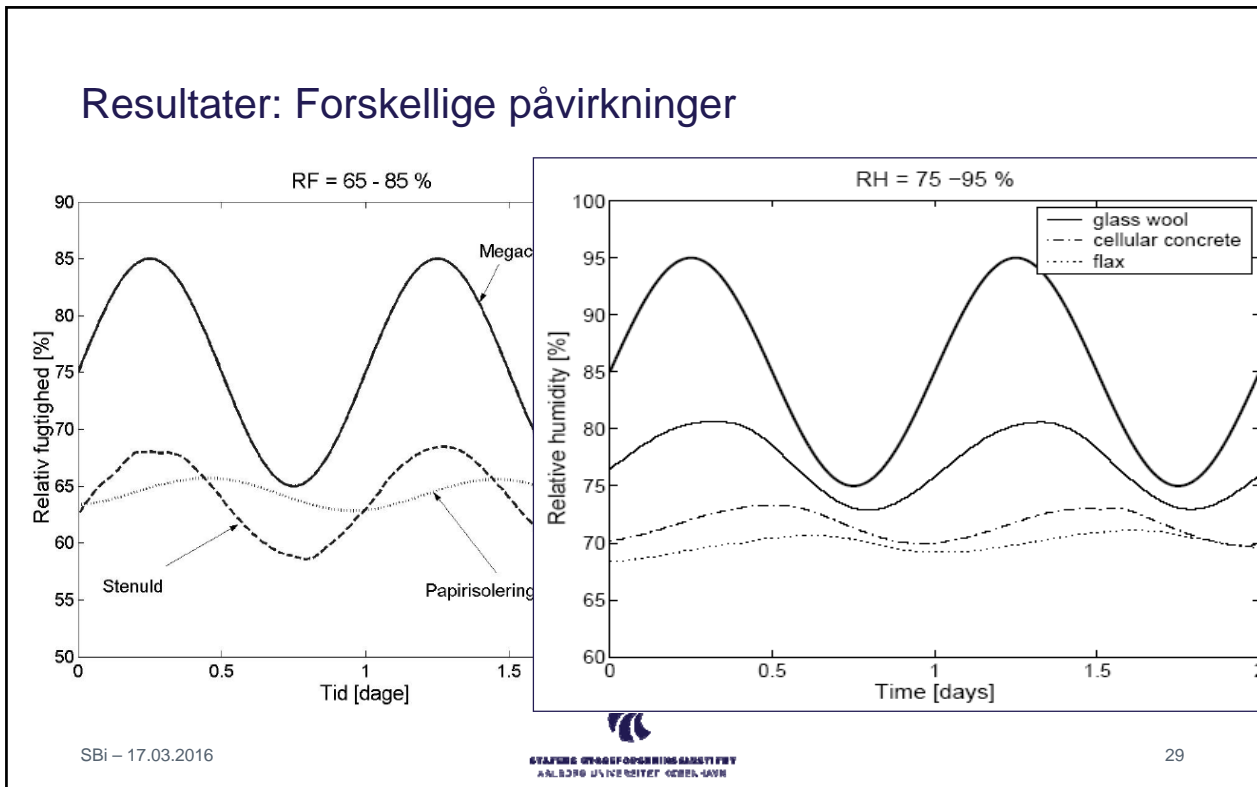


Fugtfordeling i absorberende isoleringsmaterialer Materialeegenskaber

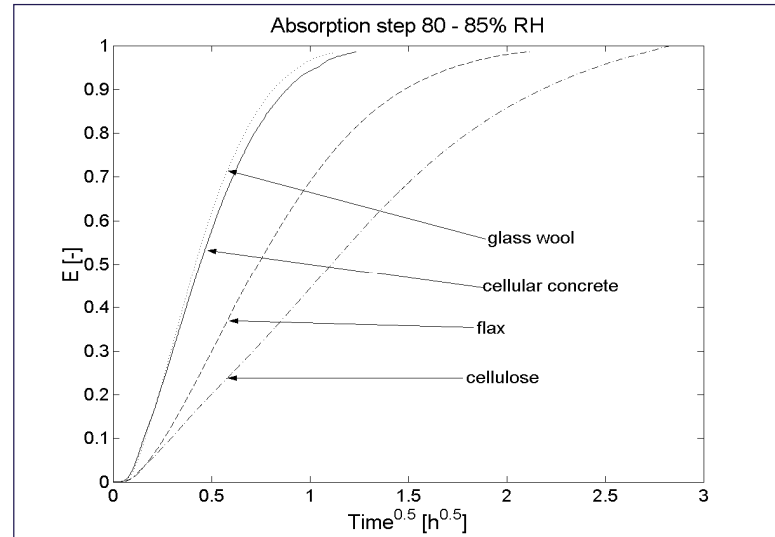
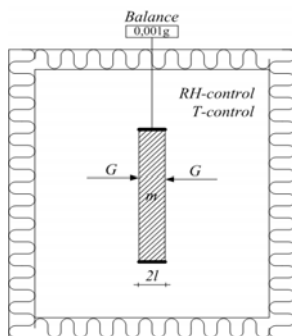
Material	Dry density ρ_0 [kg/m ³]	Thermal conductivity λ [W/m·K]	Thickness of the sample d [mm]	Isothermal water vapour permeability δ_p [$\cdot 10^{-9}$ kg/(Pa·m·s)]
Cellulose (granulate)	65	0.040	100	0.110 ± 0.002
Wool	25	0.039	100	0.190 ± 0.052
Flax	30	0.040	90	0.150 ± 0.059
Rock wool	30	0.039	100	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?

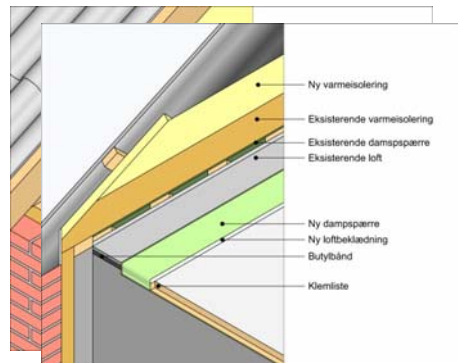


Aktuel forskningsprojekt på SBI: Behov for dampspærre i lofter (DaLo)

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

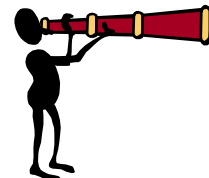
Relevant for efterisolering af lofter!
Stor interesse i branchen



SBI – 17.03.2016

33

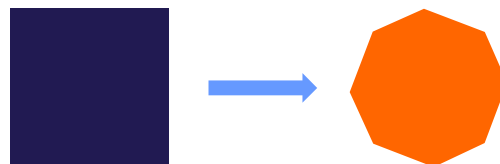
Behov for dampspærre i lofter (DaLo) Perspektiver



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 – 17.03.2016

34

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

Ingen dampspærre,

Fokus på lufttæthed, samlingsdetaljer

(Uventileret)

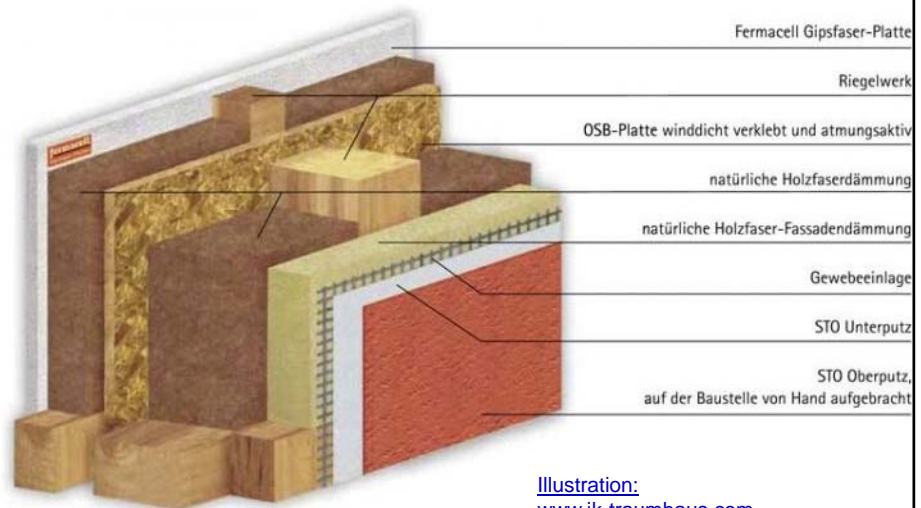


Illustration:
www.jk-traumhaus.com

SBi – 17.03.2016

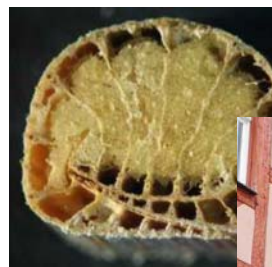
STAFENS ØKOLOGISKE BYGGERISNINGEN
ANLEGGES UNIVERSITET GEBUEN

36

Some new exotic materials: Cattail insulation

Binder: magnesite, "nothing else"

Density: 270 kg/m³
Thermal conductivity: 0,055 W/m/K
Diffusion resistance: 20-28
Water absorption: 1,1 kg/m²/h^{0.5}



Suitable for restoration of historic buildings, e.g. infill insulation in half timber construction



SBi – 17.03.2016

STAFENS ØKOLOGISKE BYGGERISNINGEN
ANLEGGES UNIVERSITET GEBUEN

From:
Krus et al (2014) New sustainable and insulating building material made of cattail.
Proceedings of NSB2014, paper 156.

37

Some new exotic materials: Peat moss insulation

Peat moss (85%) and polyester (15%)
Density : 48 kg / m³
Lambda₁₀ : 0,037 W/m/K



“.....excellent tensile strength,
resists mold and microbes,
sour fiber by nature...”

Fakta eller følelser?

Typisk argumentation fra en tilhænger eller producent af ”naturlig” isoleringsmaterial:

”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.”*

Pragmatiske valg i mit eget hus fra 2013



Topmoderne passivhus med mekanisk ventilation

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

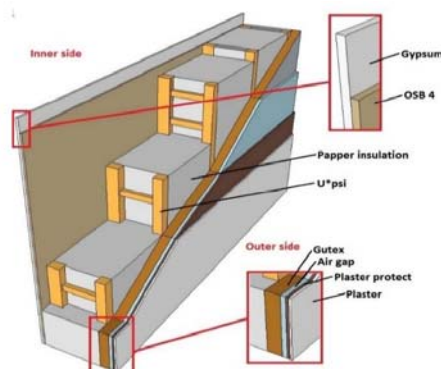
- Ingen dampspærre, lufttæt OSB
- Diffusionsåben vindspærre (træfibre)
- Ventileret regnskærm

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

- Fugtadaptiv dampspærre, lufttæt OSB

Men også:

- Mineraluld i skillevægge og nederst i tag
- EPS (med grafit) under gulv



SBi – 17.03.2016

STAVENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

Hvad kan man vi så konkludere?

- Alternative isoleringsmaterialer har ingen overnaturlige kræfter
 - Deres fugtbufferevne har ingen praktisk betydning
 -men der findes ingen "åndende huse". Huse skal have rigtig ventilation!
- En dampspærre gør normalt ingen skade
 - Klimaskærmens lufttæthed er vigtigst
 - Isoleringsmaterialer bidrager alligevel ikke til husets fugtbufferevne
- Energibesparelse og grøn miljøprofil er godt
 - Men vor "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 – 17.03.2016

STAVENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
ÅRHUS UNIVERSITET COPENHAGEN

41

TAK FOR OPMÆRKSOMHED!
FRÅGOR?



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBØRG UNIVERSITET KØBENHAVN