



Krohvi ja mörtidega seotud seestpoolt soojustamise süsteemid Säästva Renoveerimise Infokeskuse uuringutes ja praktikas.

29.03 2023

Tarmo Andre Elvisto

Sisukord.

1. Ajalooline hoone. Autentsus ja tervislikkus versus kasutusmugavus ja energiakulu.
2. Seestpidisest soojustamisest CoolBricks projekti põhjal.
3. Kapillaaraktiivsetest materjalidest ja nende süsteemidest SRIK-i jätkuuringute ja hilisemate praktikate põhjal.

“SRIK-i” maja, mis oli mahakantud, ka osaliselt põlenud ja vammitanud taastamisel oli oluline roll traditsiooniliste naturaalmaterjalide kasutamisel. 20 aastane kogemus on tõestanud tehtud valikute paikapidavust.



Säästev renoveerimine.

on olemasoleva elukeskkonna uuendamine niimoodi, et arvestatud inimese mugavuse, keskkonna aspektide kõrval ka kultuuri ja ajaloo väärtuse säilitamise vajaduste ja võimalustega.

- Tänane väljakutse keskkond ja CO2 vähendamine ehituses.
- Ehitus ja ehituste hooldus ja kodumajapidamised avaldavad keskkonnale märgatavat ja arvestatavat efekti. Globaalselt on ehitustega seotud valdkond vastutav 20 % veemajandusest, 25-40 % energiakasutusest, 30-40 % kasvuhoonegaaside emissioonist ja 30 kuni 40 % jäätmete tekkest. (U.N Environment Programme) (reThink Wood initiative).

- Lahendus rohkem renoveerida kasutades selleks võimalikult keskkonnasõbralikke materjale.

Hoonete energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamise aluseks peab olema mõistlikkus. Oluliseks kriteeriumiks peaks olema milline on vähim alginvesteeringu ja püsikulude summa hoone kasutusaja jooksul.

Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹

Vastu võetud 11.12.2018 nr 63

Ehitise kasutusea lõppemise põhjused võivad olla:

- ehitise eluohtlikuks või tervisele ohtlikuks muutumine (konstruktiivne olukord, sisekliima sobimatus);
- esteetilised põhjendused (esteetiline sobimatus, ehitise vastuvõetava välimuse kadumine);

(Ehitusseadus.)



ACHI

SHOHC.
i
A
Q

HITACHI

WOOD PILE

PASP
PASP
TUNUZ

Kullmann





K13

EESTI
SABOULEE
MOOD

HITACHI

HITACHI

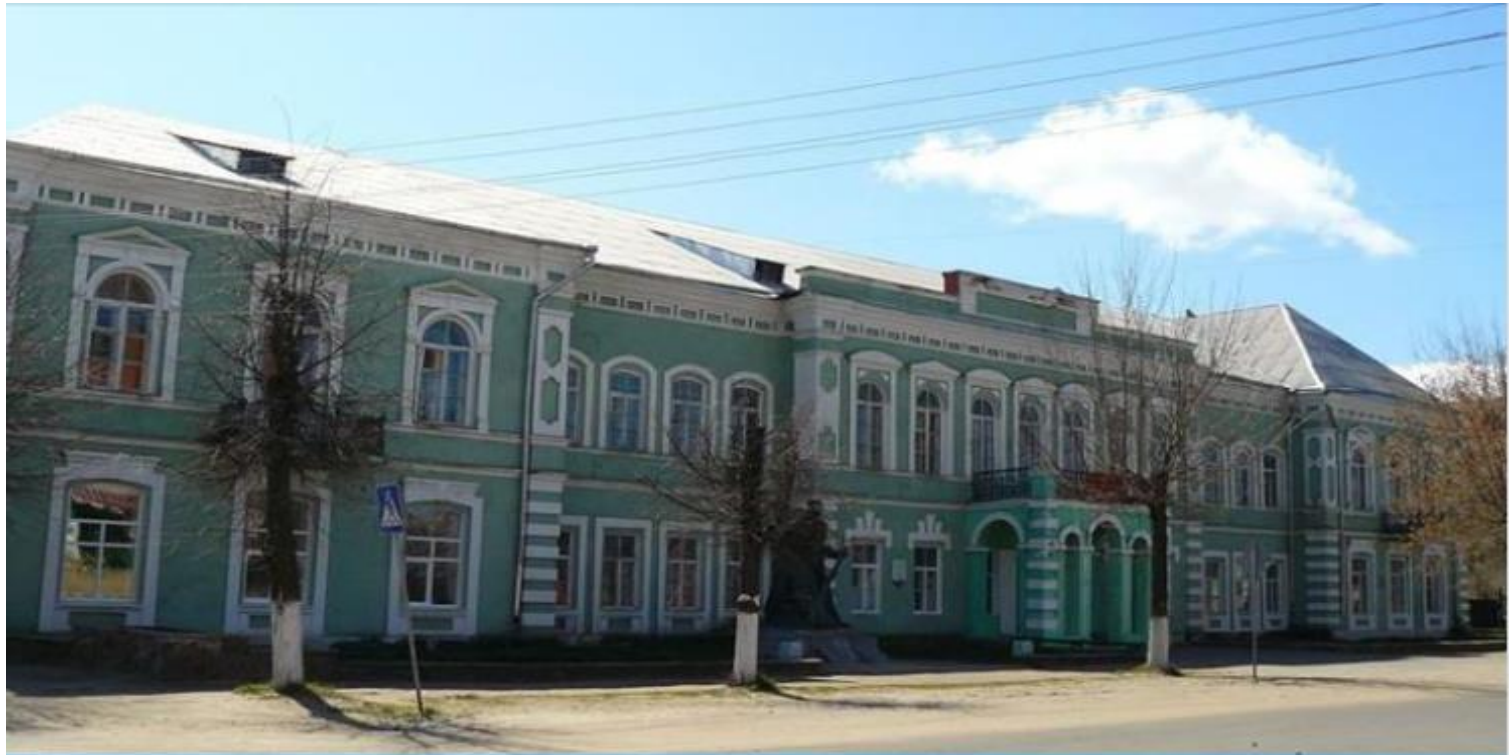
300

- Co2olBricks projekti ülesandeks oli leida lahendusi ajalooliste hoonete energiatarbimise kaasajastamiseks. Põhieesmärgiks vanade hoonete energiakulukuse vähendamine niimoodi, et ei kahaneks nende hoonete kultuuri - ja ajalooline väärtus.

Co₂olBricks



Co₂olBricks



Põhjendamatute asendamine kaasaegsete materjalidega võib viia hoone väärtuse kaotamiseni või ka tehniliste probleemideni.



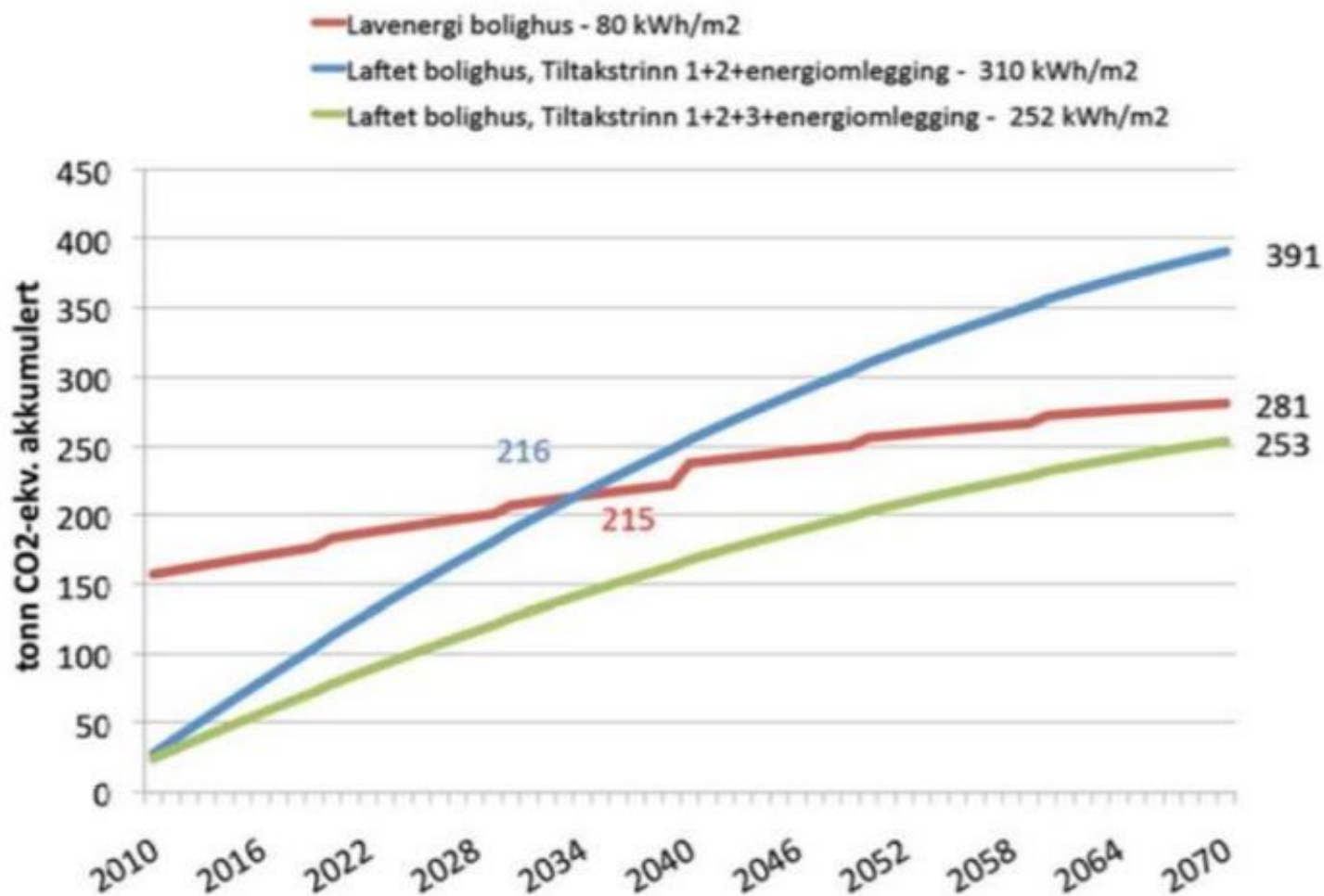


Figure 21: Comparison of energy use in CO² -equivalents of a 200 years old wooden Norwegian building (blue) to a new low energy house (red), with energy efficiency improvements to windows, floors and walls, to the historic building (green).

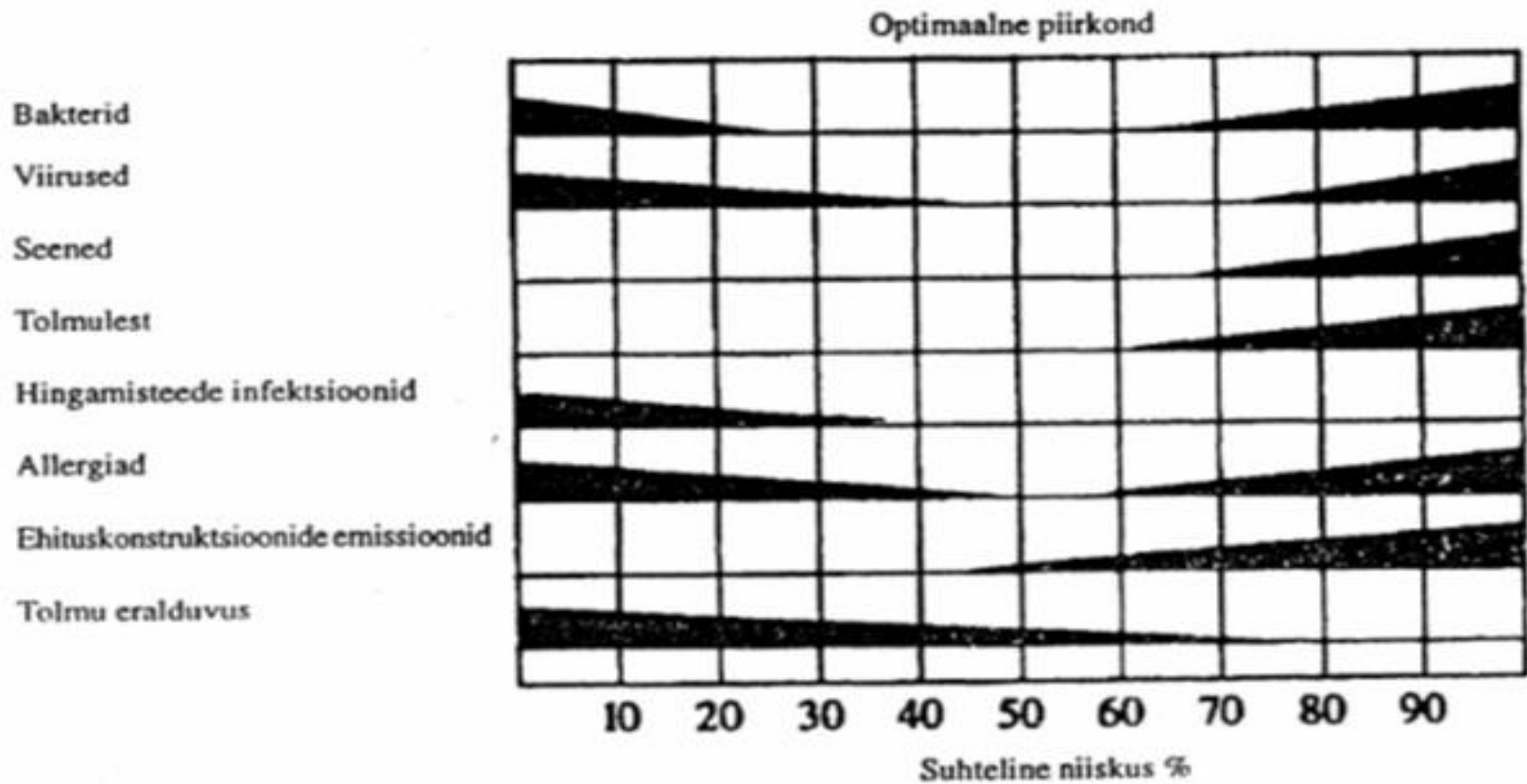
Source: Civitas, Bygganalyse AS, Siv. Ing Kjell gurigard AS: KLIMAGASSBEREGNINGER FOR VERNEDEBOLIGBYGG VS. NYE LAVENERGIBOLIGER (unpublished report), Oslo, 2011.

- Osalesid nii omavalitsused, teadusasutused, ajalooliste hoonete hooldamisega tegelevad organisatsioonid 9 riigist.



Co₂olBricks

Optimaalse suhtelise niiskuse sisaldusest ruumide siseõhus



Co₂olBricks

Vana maja valesti soojustades oht saada :

- Haige maja probleemid = Niiske maja probleemid.

Traditsioonilise ehitusega mittesobituvad materjalid, kasutusviisid.

Klaasikaline haige maja sündroom kujutab endast situatsiooni, milles elanikud kogevad ägedaid tervisehädaid, mis on korrelatsioonis hoones veedetud ajaga. Sümptomid on sensorsete organite ärritus (silmad, nina, kurk, kõrvad ja nahk). (Zhang, 2005)

Pikaajalise viibimise tulemusel arenevad hingamisteede haigused (astma) ja allergiad.





There is no absolute protection against moisture

Solution:
Increase drying potential



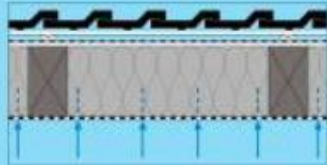
Abb. 4.10: Lösung des Versatzes durch gezielte Fällenschnitte in der Schalung bei UST/ST/ST/ST



Ideal:
More Diffusion open construction externally **where possible** and Intelligent membranes with Humidity – variable diffusion resistance on the inside

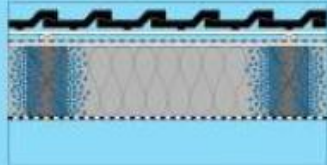
Co₂olBricks

Diffusion



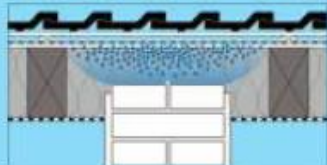
$$3 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{ day}}$$

Drying of wood



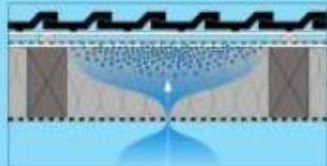
$$50 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{ day}}$$

Flank diffusion



$$30 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{ day}}$$

Convection
1 mm gap



$$800 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{ day}}$$

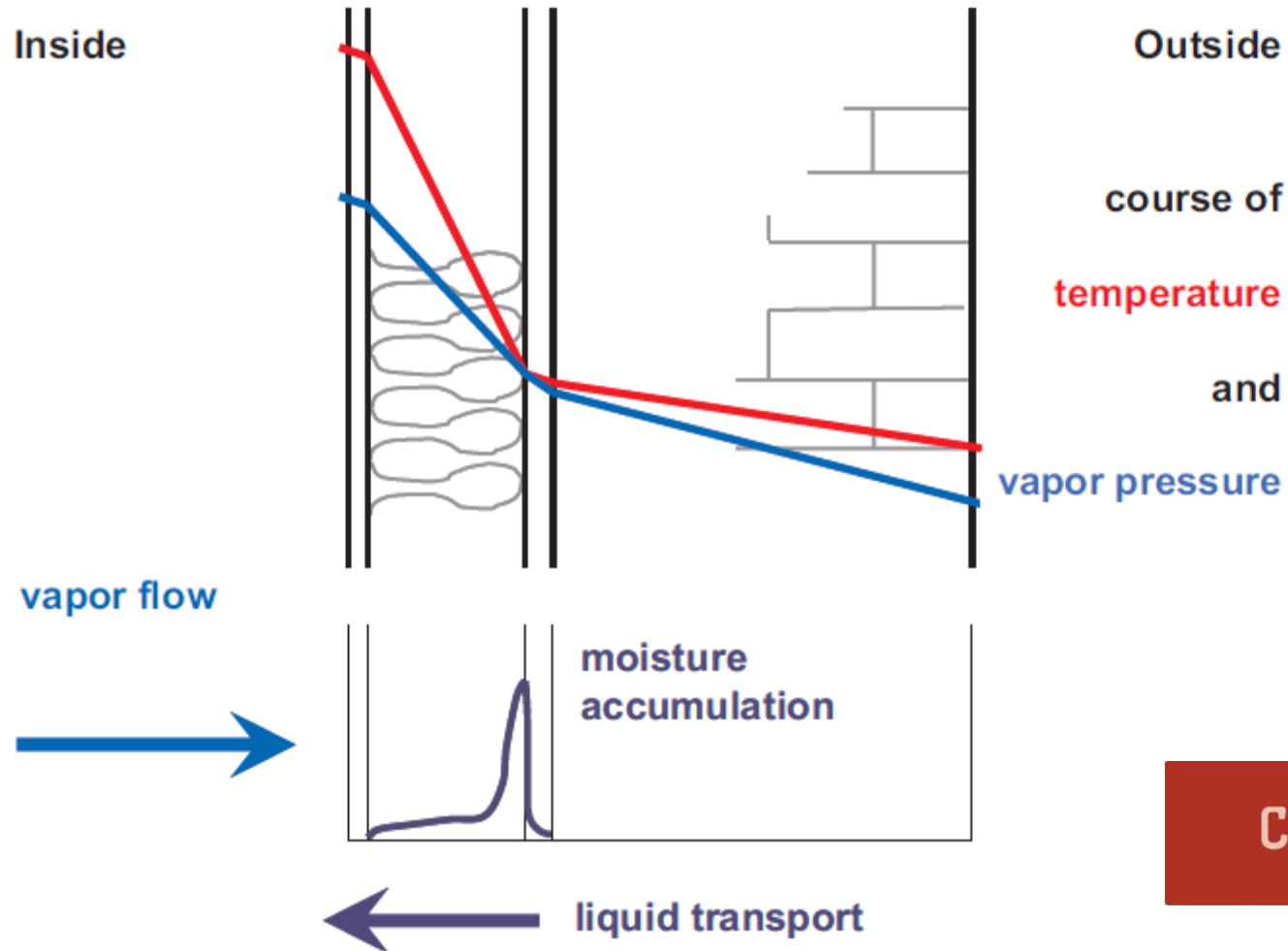
In winter constructions are exposed to moisture

Conclusion:

There is no absolute protection against moisture

Co₂olBricks

- Kapillaar-aktiivse seestpoolse soojustusmaterjali eelised:
- Konstruktsioonides niiskusetaseme reguleerimine;
- Tervisliku sisekliima tagamine;
- Diffusioonile avatud konstruktsioonide kasutamine, ei pea kasutama aurukilesid;
- Väljakuivamise potentsiaali säilitamine;
- Külmakehjustuste võimaluste vähendamine.



Co₂olBricks

Principle of vapor open, capillary active internal insulation. The vapor diffusion flow into the structure is not prevented. Accumulating moisture is absorbed by the insulation material. This moisture is transported back towards the inner wall surface in its liquid phase by capillary forces. Consequently, the moisture level is kept permanently low and the drying potential to the inside is hardly affected.

Sisemise soojusisolatsiooni kasutamise eelised

- Energia kokkuhoid ja CO₂koguse vähendamine
- * Keskkonnakaitsele kaasaaitamine;
 - Kondensaadi tekke vähendamine ja hallituste ärahoidmine
- Kahjustuste vähendamine
- Soojusmugavuse parandamine
- Renoveeritud hoonete väärtuse kasv
- Välisviimistluse säilitamine
- Kiire ülessoojendamise võimalus

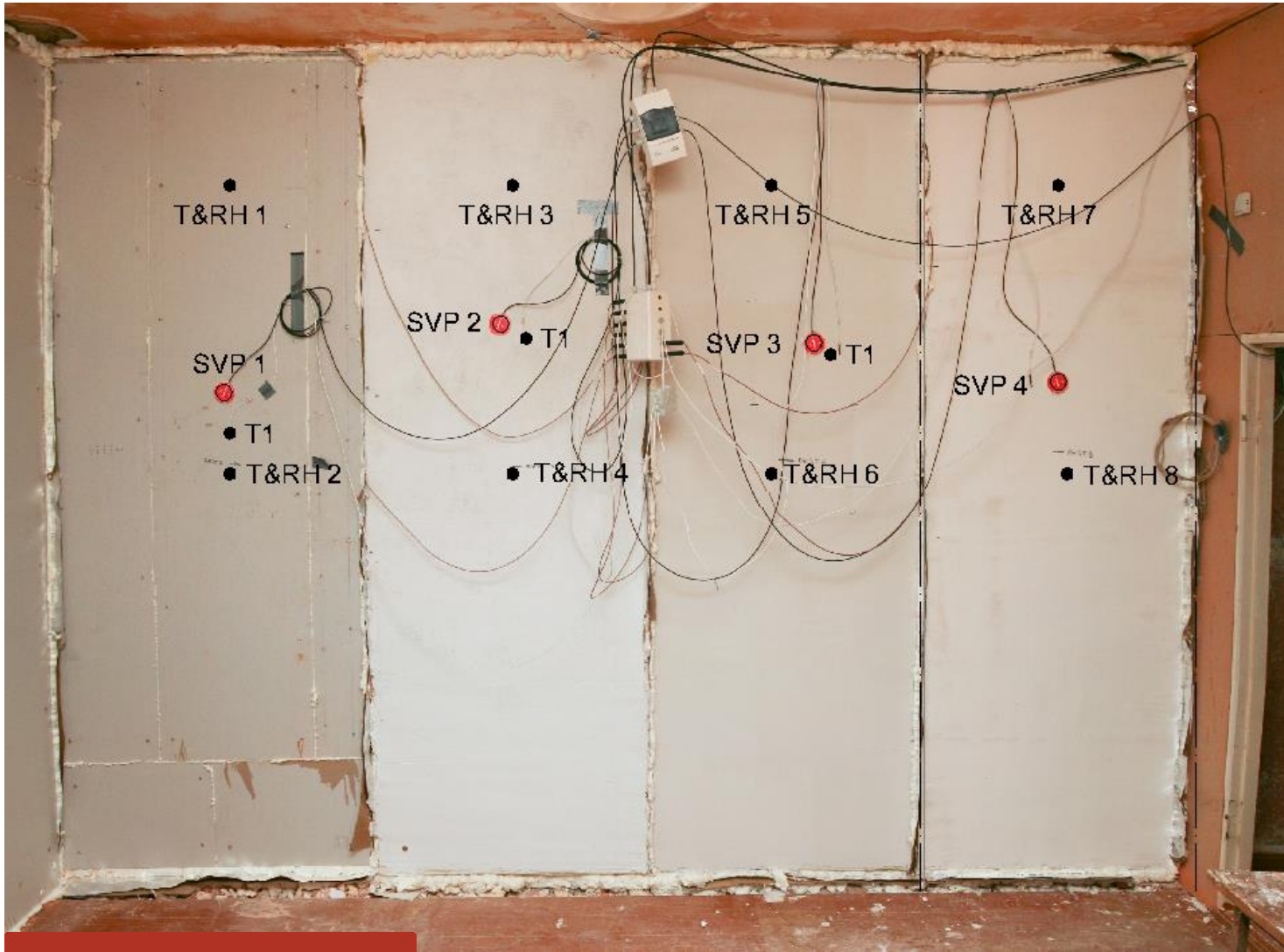
Co₂olBricks

Rudolph Plagge, Dresden, Malmö, Tallinn 2011

Uuringu eesmärgid Kohtla-Järve koolihoone Spordi tänaval (ehit. 1938-1939, ehitismälestis).

- Seestpoolt soojustatud tellisseina hügrotermiline analüüs
- Nelja siseisolatsioonimaterjali võrdlev uuring ja analüüs
- Arvutimudeli kalibreerimine (Delphin 5.7.4)





Katsega sai selgust, et Saksamaal ja EL-s laialdaselt sisemiseks isolatsiooniks kasutatud “multipor “ isolatsiooniplaat toimib tellishoonetel suurepäraselt ka Eesti kliimas. Ruumides tuleb iseenesest mõistetavalt tagada ventilatsiooni minimaalsed nõuded.

Süsteemi toimivuseks on oluline korrektne paigaldus, mineraalkrohvide ja difuusete viimistluste sh. naturaalvärvide kasutamine.

Uurimistöö aruanne

**„Testkeskkond ajalooliste hoonete
siseisolatsiooni tõhususe määramiseks
I etapp”**



Paul Klõšeiko, Kadi Varda, Endrik Arumägi,
Targo Kalamees

2.1. Katseruumi ehitus

Testkeskkond rajati hoone teisele korrusele, hoone põhja poolse seinaga külgnevasse klassiruumi.

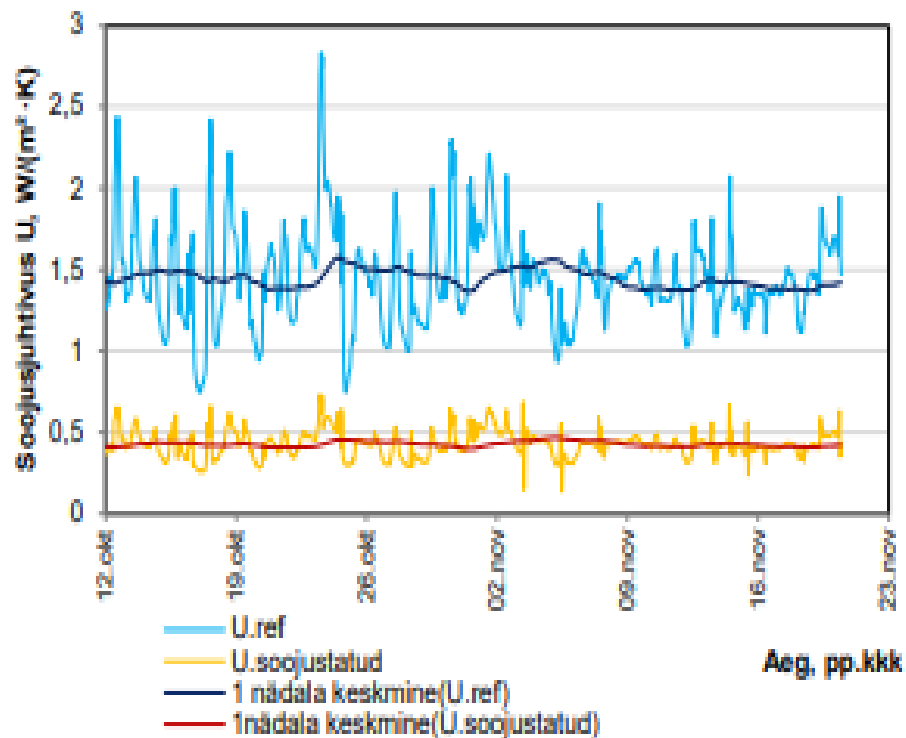
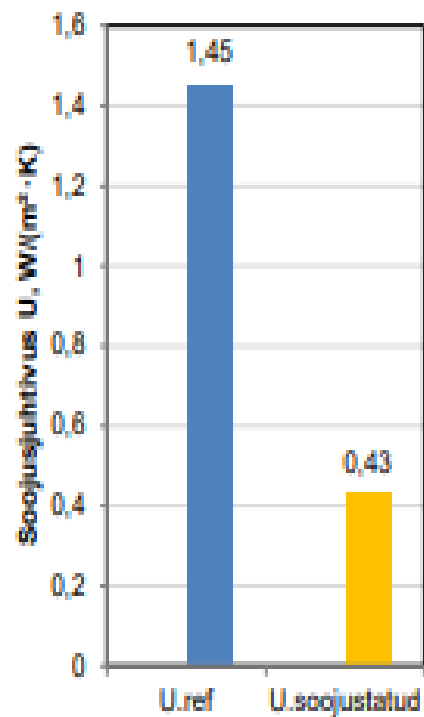


Joonis 2.1 Testruumi paiknemine hoones (vasakul) ja vaade testseinale (paremal).

Välisseinauuring koosneb järgmistest osadest:

- lisaasoojustatud sein
- lisaasoojustamata sein (referentssein),
- lisaasoojustatud aknapale,
- lisaasoojustamata aknapale,
- lisaasoojustatud seina aluse põranda kandetala,
- lisaasoojustamata seina aluse kandetala.

Lisaasoojustuseks kasutati poorbetonplaati Ytong Multipor paksusega 50mm. Plaat paigaldati seina süsteemse plaadiseguga ning krohviti pealt.



Joonis 3.3 Vasakul: soojustatud ja soojustamata seina keskmine soojuslähivus II perioodil
Paremal: mõõdetud soojusvoogudest ja pinnatemperatuuridest arvatatud soojuslähivused.

Mix light mortar ...



Mixing light mortar. 20 kg mixed with 8 l of water (mark on measuring bucket) yields approx. 30 l of adhesive mortar.

and apply



Apply over full surface and comb smooth with toothed trowel (≤ 140 mm board thickness = 10 mm, board thickness greater than 160 mm = 12 mm).

no drilling or anchoring



Base height of light mortar approx. 8 – 10 mm. This allows irregularities up to 3 mm in the subsurface to be compensated.

Easy to position ...



Position mineral insulation boards immediately in light mortar at intervals of approx. 2 cm to previous board on the wall.

press on ...



Press onto wall surface with appropriate pressure and move against previous boards.

... and sand flush if required



Offset points can be leveled quickly and easily with a sanding board after setting.

Apply light mortar ...



Apply light mortar for reinforcement layer
with trowel.

embed mesh ...



Apply reinforcement mesh ...

and work in



... and work in with trowel.

Surface design



The finish plaster can be given a harmonious
design using a sponge technique ...



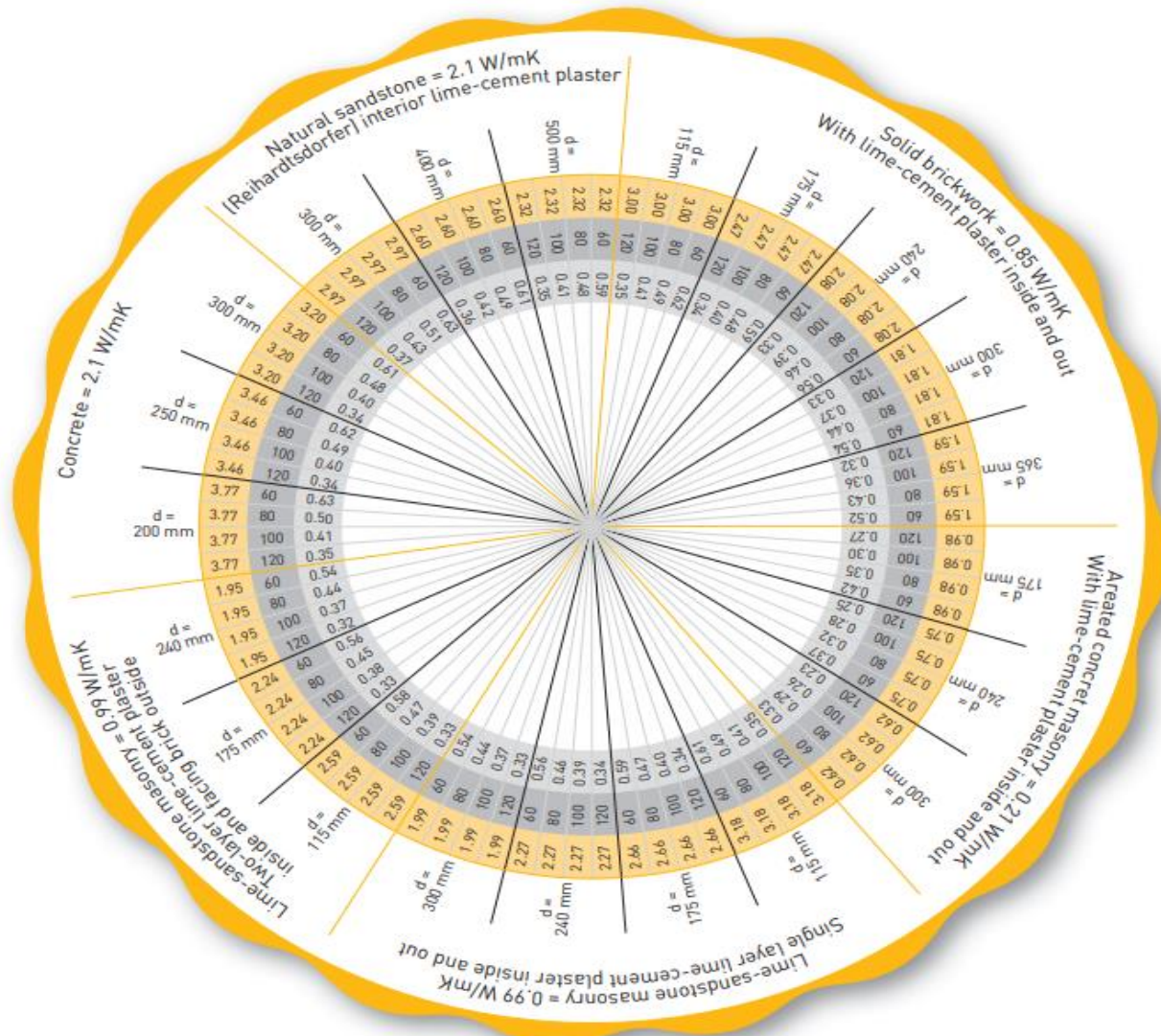
... or brush technique in the Ytong Multipor
light mortar. Coloured finish with silicate inter-
ior wall paint.

Mounts



Cut reinforcement mesh with knife and pound
in Ytong Multipor flat anchor horizontally
flush with wall.

Technical Data		
	Ytong Multipor Mineral Insulation Board	Ytong Multipor Light Mortar
Approval	European Technical Approval ETA-05/0093 General Construction Supervisory Approval Z-23.11-1501	
Areas of application	Interior insulation on walls and ceilings (WI, WTR)	
Density	approx. 115 kg/m ³	
Thermal conductivity	$\lambda = 0.045 \text{ W/mK}$	$\lambda_{10, dry} = 0.18 \text{ W/mK}$
Water vapour diffusion resistance coefficient	$\mu = 3$ open for vapour diffusion	$\mu = \leq 10$
Fire classification	Non-combustible - fire classification A1 according to DIN EN 13501-1	A2 - non-combustible
Compressive strength	Average $\geq 300 \text{ kPa}$	CS II - 1.5 - 5.0 N/mm ²
Bending strength	$\geq 80 \text{ kPa}$	

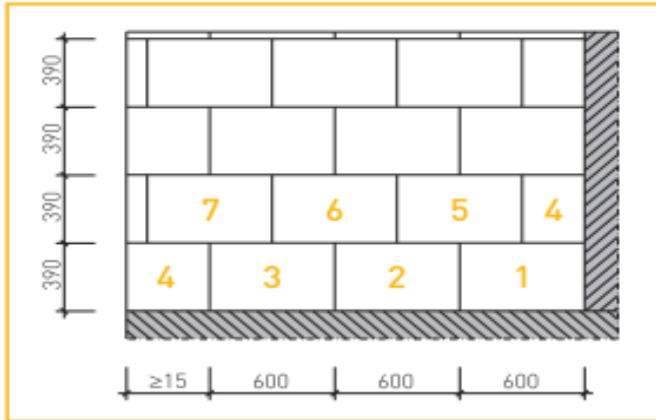


U value previously in W/m²K

Ytong Multipor layer thickness in mm

Final U value in W/m²K

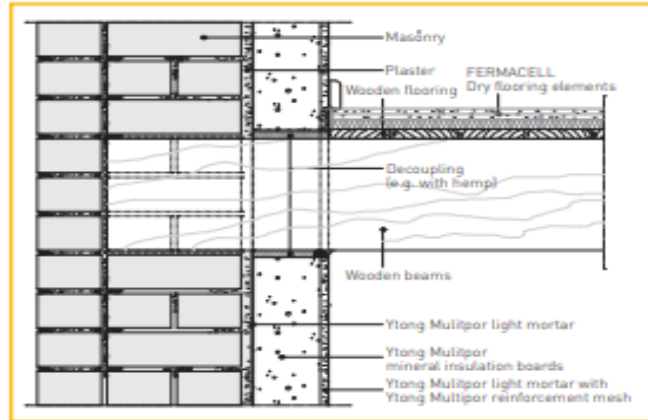
Ytong Multipor Installation Instructions



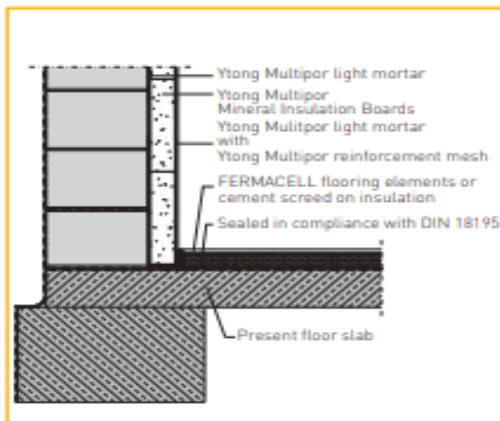
Before starting installation, check to ensure that the surfaces are at right angles to one another and mark with a marking line.

Lay boards in overlapping pattern.

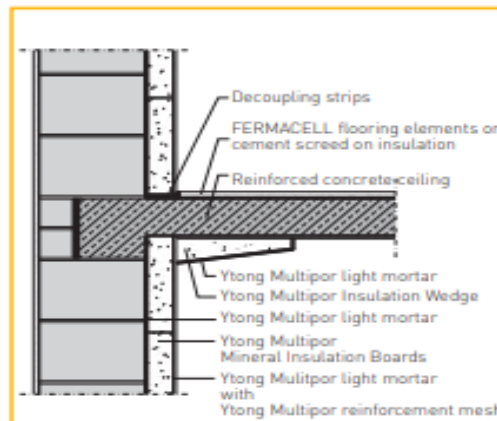
Ceiling Connection 2



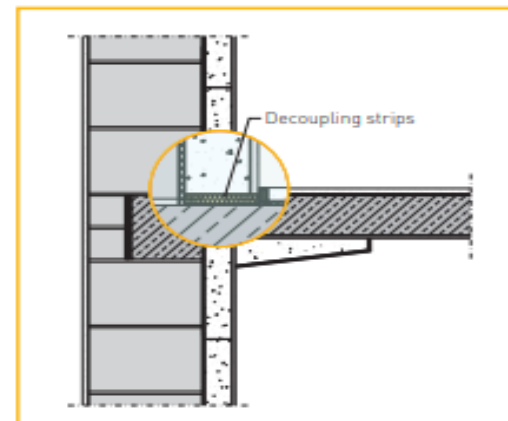
Floor connection



Ceiling Connection 1



Decoupling strips



§ 12. Välispiirde nõuded

- (1) Hoone välispiire peab olema piisavalt soojustatud, et tagada energiatõhususe ja ruumi soojusliku mugavuse nõuete täitmine.
- (2) Kui välispiirde soojusläbivus ületab 0,65 vatti ruutmeetri ja kraadi kohta, siis tagatakse projekteerimisel ruumi soojuslik mugavus täiendava vastava otstarbega küttelahenduse või muu tehnilise lahendusega.

Ajaloolistel hoonetel on võimalik seinä soojajuhtivuse nõuded tagada kapillaaraktiivseid sisesoojustussüsteeme kasutades.

Näiteks 50 cm paekiviseinas cm multipor plaadi kasutamisel:

$U_1 = 2,08$ $U_2 = 0,55$ e. energia kadu läbi seinä väheneb ca. 3,7 korda ja saavutame vastuvõetava seinä soojusmugavuse.

13 cm palkseina puhul Steico internal 6 cm puitkiudplaadi seestpoolt soojustuseks kasutamisel

$U1 = 0,95$ ja $U2 = 0,38$ e. seinaga kaudu energiakadu väheneb min. 2,5 korda ja saavutame hea soojusliku mugavuse.

Mineraalvillaplaatide kasutamine seestpidiseks lisasoojustamiseks ilma toimiva aurutõkketa ei ole aktsepteeritav.

Keskkonnasõbralikud soojustusmaterjalid looduslikust puidu kiust

Kasutatavad ilma täiendava aurutõkketa



Ökoloogiline soojustusplaat müüritis- ja sõrestikseinte renoveerimiseks



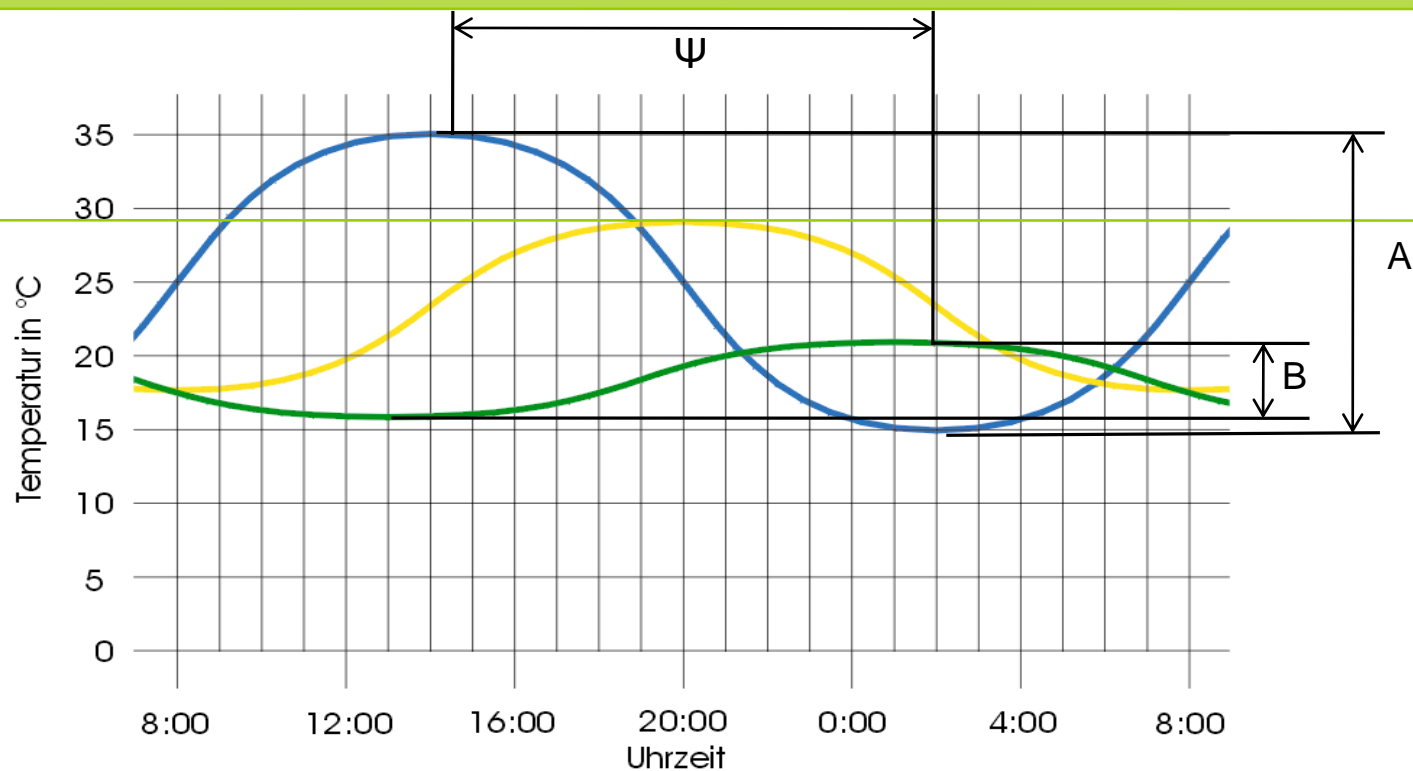
Kasutuskohad

Välisseinte sisesoojustamine

Kapillaaraktiivne sisesoojustus kombinatsioonis lubi- ja savikrohviga

- Suurepärane niiskusesisalduse reguleerimisvõime ja väga head ehitusfüüsikalised omadused
- Veeauru eriti hästi läbilaskev
- Looduslikust okaspuidust
- Tagab tervisliku sisekliima
- Ökoloogiline, keskkonnasäästlik ja taaskäideldav kui puit

Isolatsioonimaterjalid – soojenemise ja jahtumise pöördtsükkel



- Keskmine välistemperatuur
- Mineraalvillaga isoleeritud ruumi temperatuurikõver
- Puidukiuga isoleeritud ruumi temperatuurikõver





Ruumi temperatuur 23 °C

Enne sisesoojustamist:
külmad seinad – ebamugavad
vaatamata ruumi kõrgele
temperatuurile.



Ruumi temperatuur 21 °C

Pärast sisesoojustamist:
soojad seinad tagavad
mugavustunde juba ruumi
madalama temperatuuril korral.

Oluline kaitse hallitus- seente eest:

sisesoojustamine veeauru
läbilaskvate krohivialus-
plaatidega STEICO *internal*
tõstab ruumi siseseine
temperatuuri.

Mugavustegur:

soojemate seintega ruumides
tunneme end märgatavalt
õdusamalt. Ja kuna tajutav
temperatuur on kõrgem, on
võimalik ruumis hoida
madalamat õhutemperatuuri.

- www.renoveeri.net
www.majatohter.ee

Aitäh!



Foto: Tarmo A. Elvisto 43