

Keerukate
fassaadide
energiatõhususe-
ja siseruumide
soojusliku
mugavuse
tõstmise
loodusliku
Termokrohviga



„Spetsialistilt spetsialistile“ seminar

29.03.2023

Karin Kirts ja Madis Mihkelsoo (RestHunt)

Traditsioonilised ja looduslikud krohvid kestavad ajas



*Early 19th Century plasterer at work – painting by

Kasutatud aastatuhandeid - lihtsate materjalide, tööriistade ja meetoditega ning põlvest põlve edasi kantud kogemuste varal on ehitatud ja viimistletud ilusaid ja **vastupidavaid hooneid.**

Kõigi enne 19. saj. viimast veerandit rajatud hoonete puhul on ehitamisel ja viimistlemisel põhiliselt kasutatud savi- või lubimörte ja viimistlemisel värve.

Traditsioonilisi krohve toodeti ca 20. sajandi keskpaigani mil hakkasid ilma tegema tsement- ja polümeer krohvid.

Miks hooneid viimistleda?

- Põhjused, miks (puit, kivi)seinte vooderdamine levis, on nii esteetilised kui praktilised. Kõigepealt aitas fassaadi katmine (krohv, laudis vmt) maja soojema ja tuulekindlamana hoida ja kokkuvõttes pikendas hoone eluiga.
- Esteetiline: komme vooderdada puitmaju laia rõhtvoodriga võis tulla Venemaa kaudu, kus selliselt püüti jäljendada kivimaju. Pöörde puitehitusse tõi 1850. aastatel levinud Šveitsi stiil, mis rõhutas materjalieheduse printsiipi – puitmaja tõusis omaette väärtuseks.



Krohvide tähtsus!

1. Traditsiooniliste krohvide hulgas on lubikrohvi kasutamine Euroopas silmapaistva tähtsusega.
2. Väga paljud inimesed elavad ajaloolistes hoonetes, kus traditsioonilisi lubikrohve saab kasutada nii, et **lisaks müüritiste kaitsmisele täidavad need tehnilisi ja esteetilisi funktsioone.**
3. Krohvid mängivad võtmerolli ehituspärandi hooldamisel ja taastamisel (olles ühtlasi nii kaitsev, praktiline, kui dekoratiivne).



In the Champagne region of France is the city of Troyes, As in many towns and cities in France, here there are numerous old oak frame buildings that are infilled with lime, straw and rubble. Normally covered with limeplaster, however when relatively recently plastered with cementplasters, with disastrous results. It's where hempcrete was discovered.

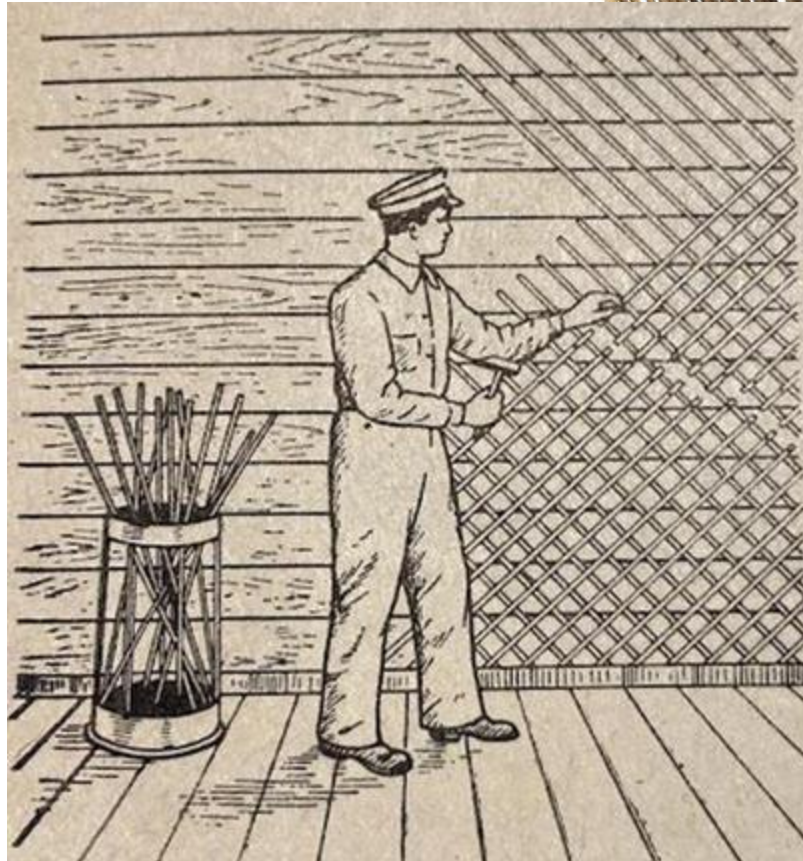
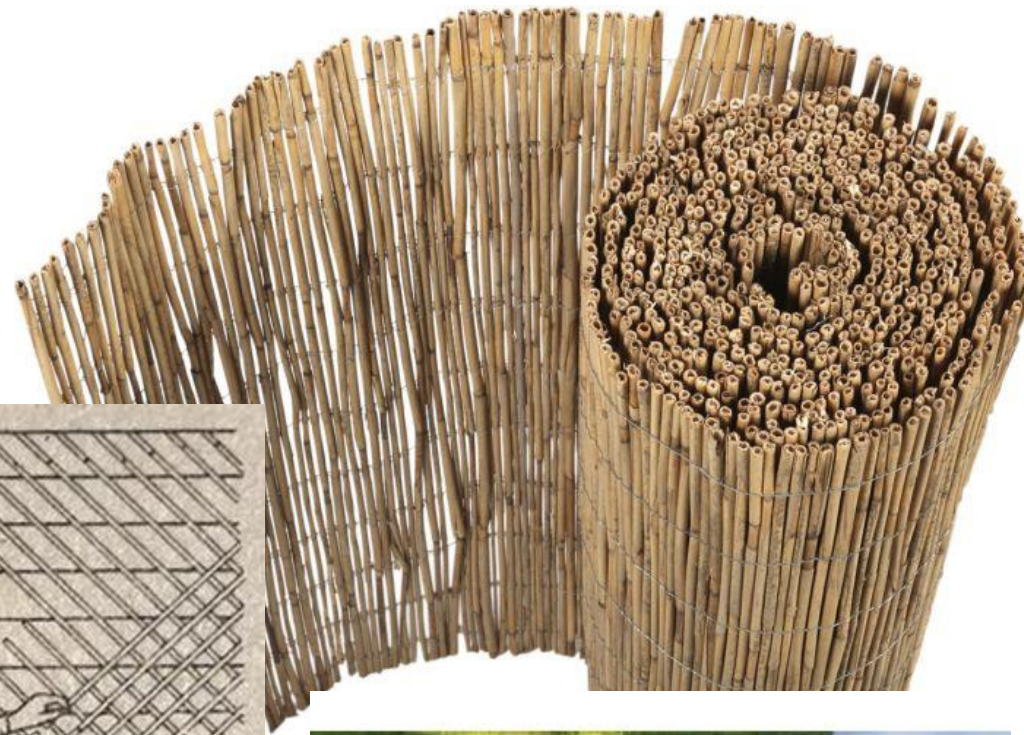
*Building with Hemp

Krohvi kandja:

- puukiilud
- laastumatt
- krohvipeergud
- pilliroomatt- ja plaat
- Raabits

Krohvi armeering:

- Kiud
- džuudikangas
- võrk



Krohvipeergude pealelöömine
(Krohvitööd, 1962)





„Algul arvati, et tegu on savikrohviga. Muinsuskaitse amet tegi laboris kindlaks krohvi retsepti. Selgus, et tegu on lubikrohviga (millele oli lisatud ca 25% punast savi + ohtralt põhku). Tegimegi vastavalt retseptile kiurikka segu valmis ja panime seina.

*Oli väga tore! Need punnkiilud seintes eriti. Need kandsid ja kannavad **ca 60-70kg krohvi raskust** m² kohta tänaseni.“*

Andrus Needo, Krohwin OÜ, Tartu Mänguasjamuuseumi ja Teatri Kodu restaureerimistööst.



Krohvi hoidmiseks on seinale kinnitatud puitlaastvõrk ja krohvipeergud

Roomatt ja -plaat

Paksus: 35 mm / 3,5 cm

Sooja erijuhtivus: 0,056 W/mK

Erikaal: 185 kg/m₃

Mürataksitus: 50 mm plaat -35 dB

Süttivuskindlus: DIN 4102

Standardile vastavus: EI-60



ENERGIATÕHUSUSE ASPEKTID

- Maja soojustamine...
- Keskkonna säästmine ja energiaressursside kallinemine on tänapäeval aktuaalsed ja seetõttu pööratakse palju tähelepanu piirete soojapidavusele, sealhulgas ka puitseinte lisasoojustamisele.
- 20. sajandil ja varem ehitatud elumajade seinad tehti palkidest, mille soojapidavus jäi väheeks. Üldjuhul võib puitseina soojustada väljastpoolt, millega jääb kahjustamata tarindi soojus- ja niiskusrežiimi. Võrreldes seestpoolt soojustamisega on eeliseks võimalus katta seinapind vahelagede ja –seinte kohalt, samuti isoleerida külmasillad.

Maja soojustamine...

- Välise lisasoojustamise korral peab projekteerija pöörama tähelepanu tehnilistele aspektidele ja hoone arhitektuursele välisilmele. Projekteerija peab tutvuma hoone, talu ja asula ehitusajalooga ning tegema leitud eeskujude järgi majale ajastuomase ja **sobiliku välisviimistluse**.

Maja soojustamine...

- **piirde lisasoojustuse õige toimivuse saavutamiseks, tuleb kattematerjalid hoolikalt valida ja paigaldada. Muu hulgas tuleb tähelepanu pöörata järgnevale:**
- soojustus peab täitma kogu selleks määratud ruumi, liibuma tihedalt vastu sisemist (siseviimistlusplaat, õhu- ja aurutõke) ja/või välimist (tuuletõke) materjalikihti;
- soojustus peab olema ühtlane. Kihtide ja plaatide vuukides pääseb õhk liikuma, mistõttu peab vuuke olema vähe, need peavad olema võimalikult õhukindlad. Kihiti paigaldatud soojustuse vuugid ei tohi sattuda kohakuti. Kihtide vahele ei tohi jääda õhuvahesid. Alati on parem üks paks homogeenne soojustuskiht kui mitu õhukest kihti;
- soojustusesisese konvektsiooni takistamiseks tuleb soojustuse sisemine osa eraldada välimisest õhutõkkega, näiteks ehituspaberiga, mis peab veeauru hästi juhtima;
- soojustusmaterjali laius valitakse karkassipostide järgi. Kui soojustus on liiga lai või kitsas, ei jää ühendus karkassipostidega ideaalne: tekivad õhukanalid;
- tarindite liitekohtades (seinad, vahelaed, nurgad) tuleb soojustus paigaldada eriti hoolikalt, õhukanaleid ei tohi jääda;
- tuuletõkkeplaadid tuleb jätkata karkassipostide kohal, jätkukohad tihendada montaaživahu või vastava teibiga.
- ...

Kas sinu maja hingab?

„Krohvitud fassaad peab laskma majal vabalt hinge tõmmata...”

- Majade välisseinte katmine krohvikihiga on üks hinnalt soodsamaid, tehniliselt lihtsamaid ning samas ajas kestvamaid fassaadi katmise, hoone hea soojusisolatsiooni tagamise ja sellele esteetilise väljanägemise andmise mooduseid.
- Krohvimine on mugav ja vastupidav lahendus, erineva konstruktsiooniga hoonetele (puit, looduskivi, kergplokk, savihooned jt).
- Oluline on lähtuda hoone eripärast, teostada vajalikud eeltööd ja arvutused võimalikult optimaalseks soojustamiseks.
- Tüüplahenduste puhul saab teha arvutuslike üldistusi ja erilahenduste ning kaitsealuste hoonete puhul peaks vaatama igat olukorda eraldi
- Valida sobivad krohvisegud...

Tuul viib soojust

- Puitmaja soojust ja mugavust otsustab selle tihedus. Paks isolatsioonikiht ei ole lahendus, kui külm tõmbetuul pääseb nurkadest sisse puhuma.
- Tavaliselt on tuulekindlus puitmaja nõrk koht (tormise ilmaga ei taha soe kodu püsida).
- *„Tõkesta tõmme, siis oled tõkestanud mitmete väiksemate ja suuremate hädade allika, mille võib sageli likvideerida patsiendi toa seinale naelutatud mõne paberilehega.“* Kuulsa Rootsi arsti avaldus.

Soe on mõnus...

- Inimene adub soojuskiirgust soojuse eriti meeldiva viisina- kevadpäike, lõke ...
- Sakslaste uurimuse järgi tunneb inimene ennast ühtviisi mõnusalt lahtise kaminaga soojendatud ruumis, kus on + 16 kraadi, kahhelahjuga köetud ruumis, kus on +18 kraadi, ja keskküttega ruumis, kus on + 20 kraadi.
- Ruumi soojakraadid on kallid ja seda kallimad, mida kõrgema temperatuuriga on tegemist, järelikult võib soojendamise viisi valik kokku hoida kopsakaid summasid.





LAHENDUS:

Naturaalne ja majasõbralik
soojustuskrohv Termokrohv

RestHunt.ee

Mis on Soojustuskrohv/Termokrohv

- Kerge erikaal e. madal tihedus - Parim isolaator on **õhk**!
- Tegemist on täismineraalse naturaalse krohviga, mille koostisosadeks on **savi, lubi ja liiv**
- Mineraalne täiteaine: **Thermosilit**

NB! Tegemist ei ole Perliidiga, mida ekslikult kiputakse arvama.

Miks Termokrohvi kasutada

- Alanevad küttekulud
- Paraneb soojuslik mugavus
- Väheneb mürasaaste
- Mugavam elukeskkond (Parem sisekliima)
- CO2 heitkoguse vähendamine tootmisel
- Õiguslikud nõuded uusehitistele (energiatõhusus)
- Tulepüsivus/ohutus
- Riigiabi (Kredex, ...)
- Ohutu utiliseerida

Mis juhtub!

- Säilib paremini hoone algne isikupära
(näiteks avad ei jää auku, proportsioonid tasakaalus, aluspinda järgiv)
karkassi ei pea paigaldama, efekti annab juba ca 2cm kiht*)
- Termokrohvi on ülekrohvitav ja värvitav
(soovitavalt sarnaselt hingavate materjalidega)
- 5 cm Termokrohvi (2cm sees ja 3 cm väljas) 50mm rooplaadil, viimistletud
trad. lubikrohviga saab algsest $U\ 0,76$ palkseinast $U\ 0,27$
- 5cm Termokrohvi (1cm sees+4cm väljas) tõstab 60cm paksuse kiviseina
soojusnäitajat $1,42\ \text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ võrra – olles enne soojustust $2,32$ ja pärast $0,9$
 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ehk **2,5 korda**

* soojustamisel tuleb lähtuda iga objekti eripärast!

Kuidas Termokrohvi kasutada

Kivi- ja puithoonetel

- Sise- ja välistingimustes (keerulised olukorrad)
- Keldrid, tallid, maa- ja paekivi seinad (tavapärasest erineva niiskuskooormusega ruumid)
- Soklikorrused
- Avatäited

Krohvi aluspind:

- krohvi matt/roomatt
- rooplaat
- raabitsmatt
- nakkesegu
- erinevad kivi- ja puitpinnad

Krohv ei sobi:

- Märjad ruumid (otsene veega kokkupuude)

Materjalide energia mahtuvus

- Kui palju kulub soojustusmaterjalide tootmiseks energiat m³ kohta
- Thermosilit **55Kwh**
- Kivivill **83 Kwh**
- Kergkruus **500 Kwh**
- XPS, PU **1100 Kwh**



Süsteem kui ümbrik

Traditsiooniline

Hingavus
Loomulik ventilatsioon
Orgaanika, Lubi, Savi
Praktika ja kogemused
14-17 min



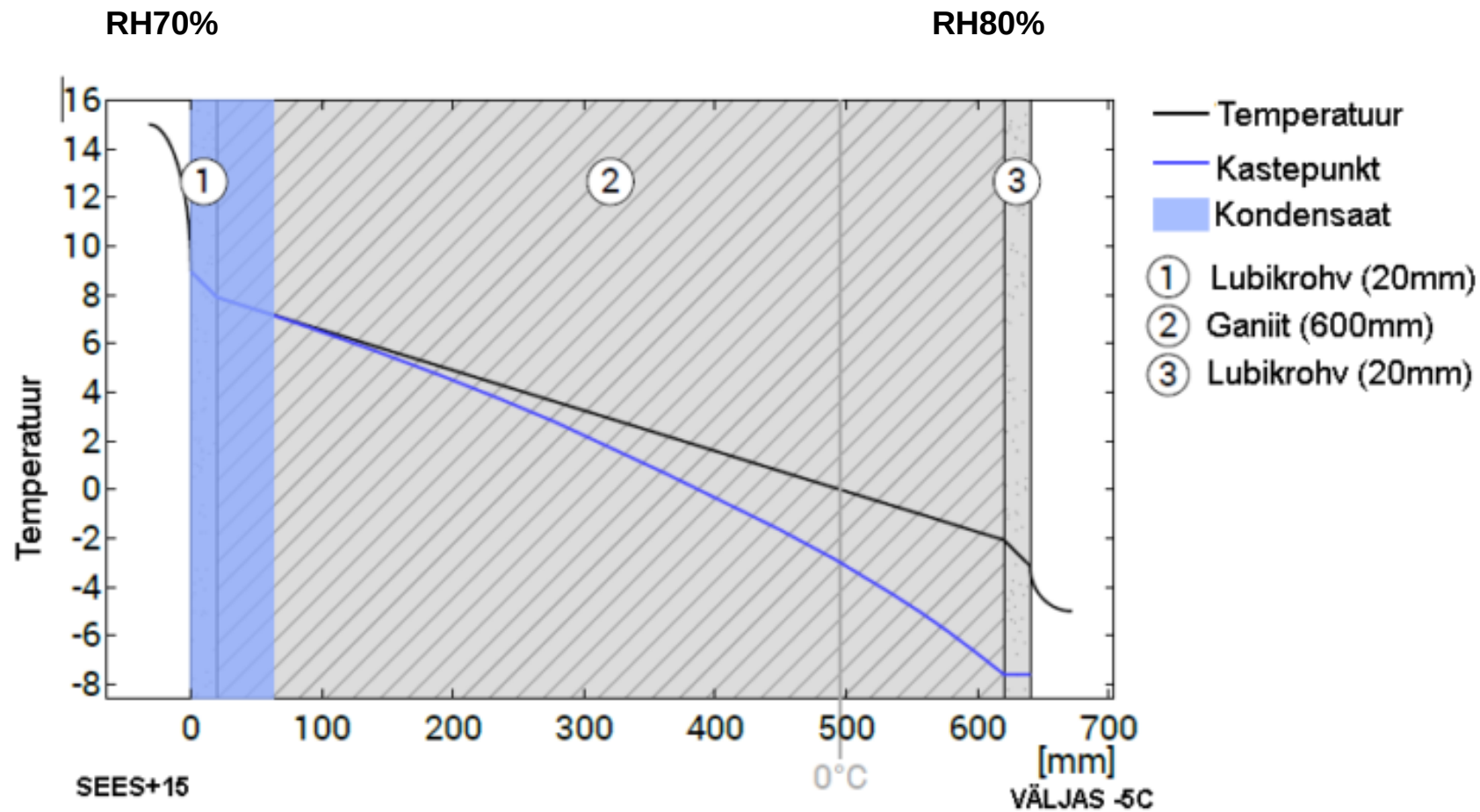
Tänapäev

Õhutihedus
Sund ventilatsioon
Kile, EPS, Tsement
Arvutused
2-3 min

Seina soojustamine - SEEST

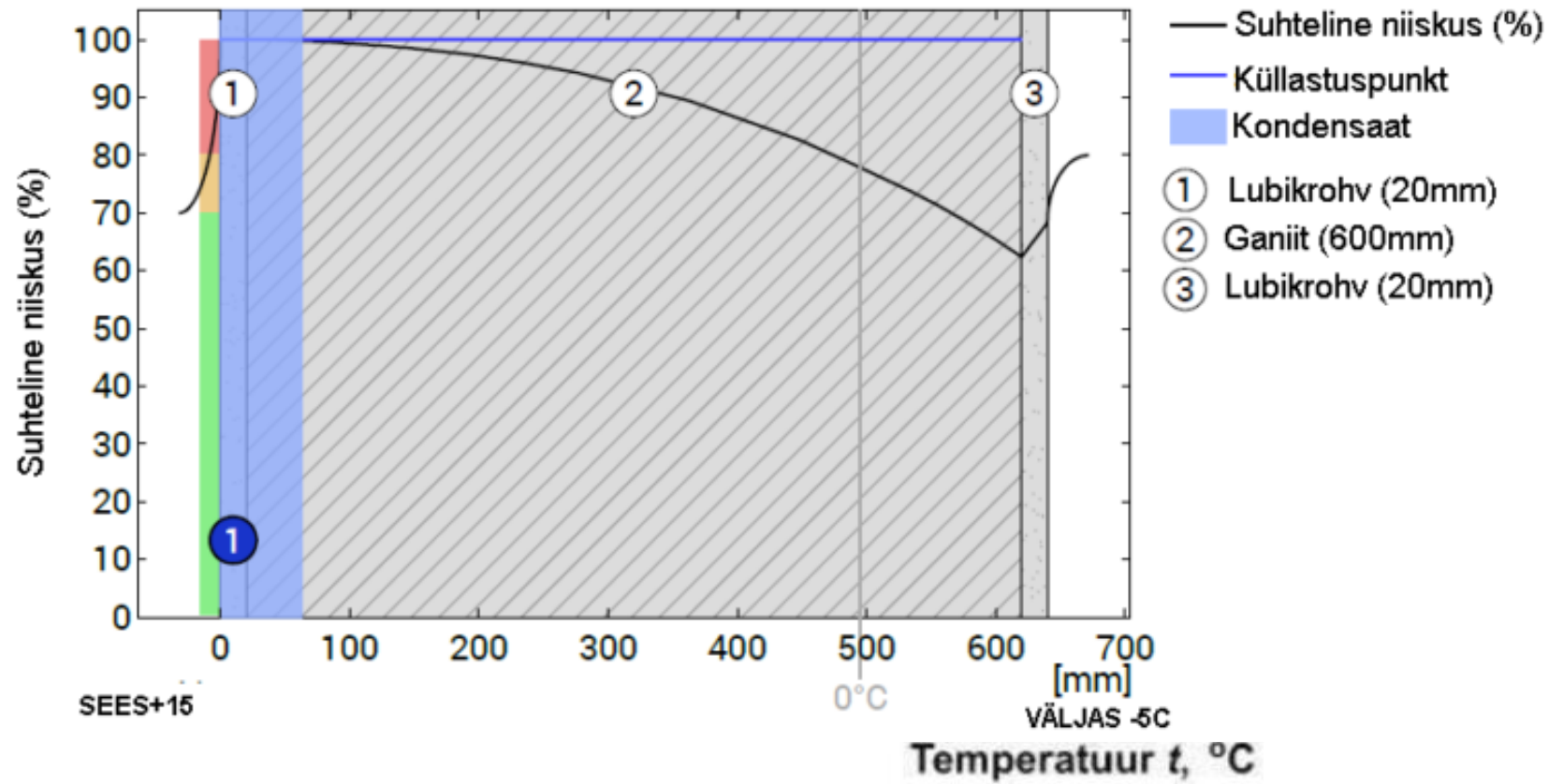
- 1. Soojustama peab alati väljast
- 2. Kui väljast soojustada ei saa, vaata punkt 1.

Maakivi sein 60cm



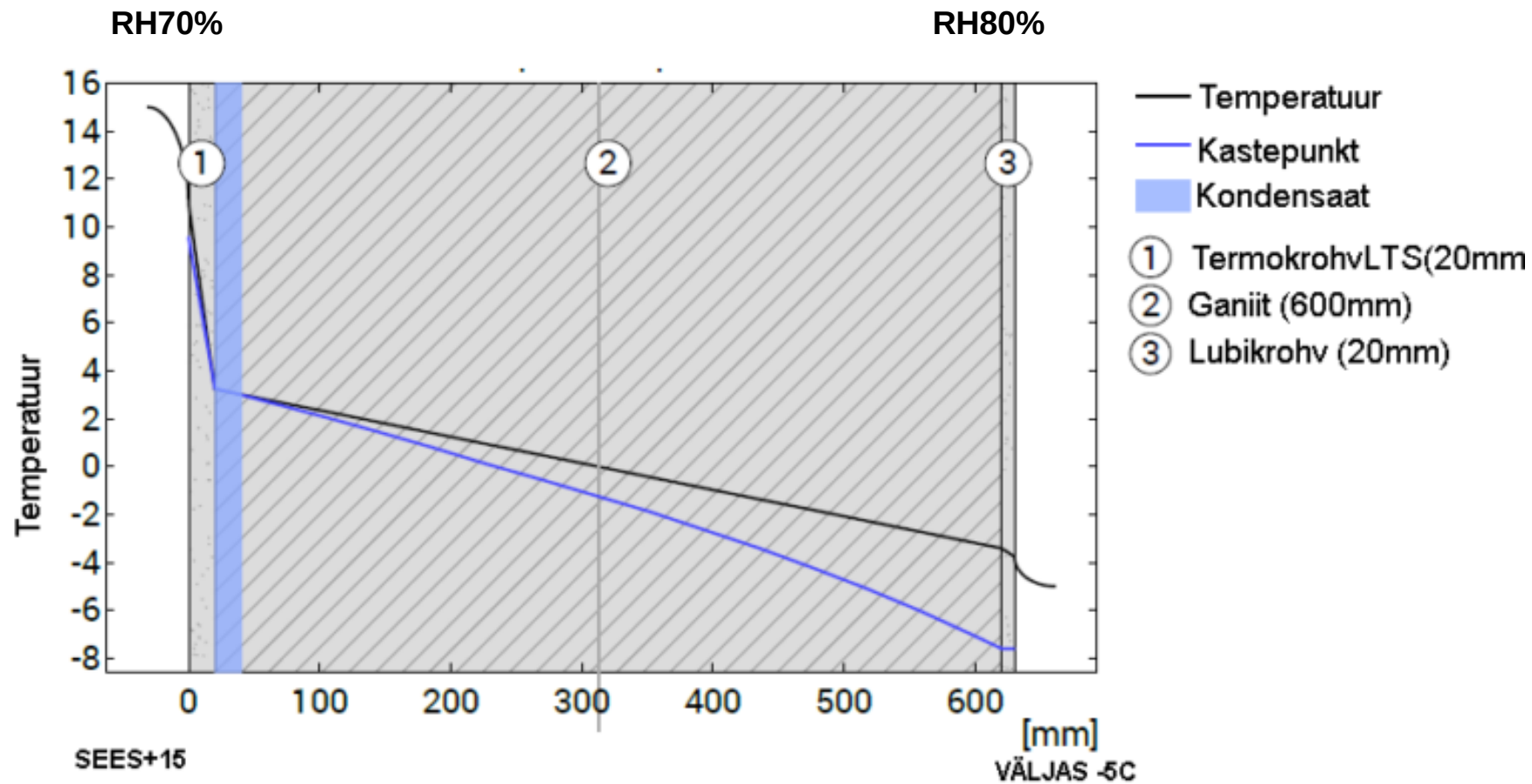
• **U 2,32 W/m²K**

Seened ja vetikad



U 2,32 W/m²K

Termokrohv – sisse 20Mm

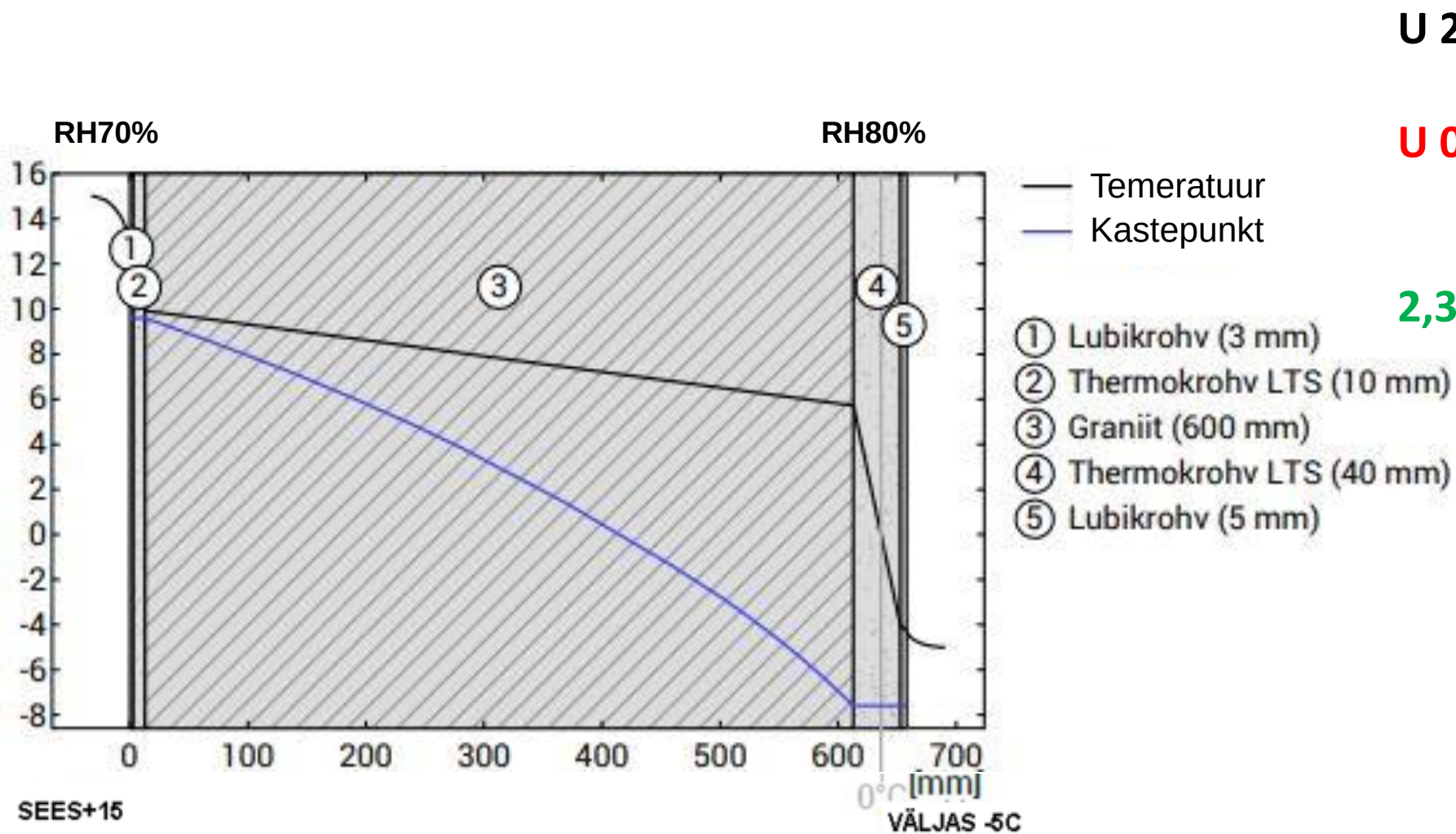


$U\ 2,32\ \text{W/m}^2\text{K}$

$U\ 1,5\ \text{W/m}^2\text{K}$

1,5 x tõhusam

Termokrohv 20Mm sees ja 40Mm väljas



$U\ 2,32\ \text{W/m}^2\text{K}$

$U\ 0,98\ \text{W/m}^2\text{K}$

2,3 x tõhusam

KASARMU TN PUITMAJA FASSAADI SOOJUSTAMINE PILLIROOPLAADI JA TERMOKROHVIGA

Viimati krohviti seda maja 1960ndate alguses. Maja kattis õhuke, vaevu paari sentimeetri paksune lubikrohvikiht, mis pisemagi puutumise järel pudenenema kippus.

Lubikrohvitud puitmaja fassaadi renoveerimine võib üllatusi pakkuda. Keegi ju täpselt ei tea, millises seisus on krohvi all olevad palgid.

1930ndate aastate puidumeistrite ilus ja kvaliteetne kätetöö, palgid kõlisevad ja palgivahed tihedad. Ühest nurgast tulid välja ka puidule graveeritud meistrite nimed.

Maja soojustamisel sooviti säilitada seniseid hoone proportsioone, mis seadis soojustusmaterjalide valikule omad tingimused. Alla 5 cm paksune pillirooplaad, mis krohviti 3-4 cm paksuse lubjapõhise termokrohviga.

Termokrohv kaeti traditsioonilise lubikrohviga ning pintseldati üle lubivärvi ja raudvitrioliga. Raudvitriol on tõhus materjal puidu ning krohvipinna kaitsmisel, aga ka tooniandmisel. Maja fassaaditööde käigus vahetati välja ka aknad ja ukSED, mis raamiti ajastukohaselt valgete lubikrohv-raamidega. Neli kuud väldanud renoveerimise tulemuseks on kompu erkSa tooniga krohvitud elamu, mille soojapidavust testitakse alanud talve tulekuga.

Termokrohv: [RestHunt](#)

Pillirooplaad, lubikrohv ja lubivärv: [Saviukumaja](#)

Lubirasvavärv: [Lümanda Lubjapark/Lümanda lime park/Lümanda Kalkpark](#)

Raudvitriol: [Hea Maja Pood](#)

Teostus: [Krohwin](#)

Arhitekt: Lauri Nõmme

Allikas: <https://www.facebook.com/krohwin>













Majaomaniku ja tööde teostaja arvamus Termokrohvist:

- TERMOKROHV on naturaalne soojustuskrohv, mis koosneb kolmest termiliselt ja mehaaniliselt töödeldud komponendist: liivast (obsidiaan ehk vulkaaniline kivim), savist ja lubjakivist. Tulemuseks on ökoloogiliselt puhas ja täismineraalne 100 % taaskasutatav tulepüsiv soojustusmaterjal.
- Termokrohv sobib eeskätt fassaadidele, kus hoone välisilmet muuta ei saa või ei tohi – termokrohviga säilib paremini ehitise algne isikupära (näiteks avad ei jää auku, proportsioonid püsivad tasakaalus, säilib seinale iseloomulik kumerus jne). Samuti sobib see siseruumidesse, et külmad kiviseinad ei õhkaks talvel jahedust ja palavatel suvepäeval oleks toas vähem rõskust.
- Termokrohvil on traditsioonilise lubikrohviga võrreldes ca 10 korda paremad soojustusnäitajad.

[Allikas: Krohwin](#)

Näiteid objektidest







Ref. Obj. –Ida-virumaa

Mõisa tallihoone



Muraste, mõisa kõrvalhoone



Ref. Obj. –hiiumaa

Roopakist juurdeehitus



Ref. Obj. –Mooste mõis

- Eestimaaehitus keskus – enne tööde algust



Ref. Obj. –Mooste mõis

- Eestimaaehitus keskus – peale tööde lõppu



Materjalid tutvumiseks

- Resthundi kodulehel on hulk materjale tehtud töödest ja infot ka erinevatest lahendustest (<https://resthunt.ee/lugemist/>)
- Samuti on Maaarhitektuuri kodulehel ja YouTube's leitav meie ca 1h pikkune teoreetiline loeng Termokrohvist: <https://www.youtube.com/watch?v=cqUsHVsZ68Q>
- Termokrohvi saab näpuga katsuma minna järgmistel hoonetel: Viljandi mõisa köök, Mooste tallihoone, 2 krohvinäidist on Tallinnas Majatohtri hoovis välitingimustes 2017. aastast
- Rootsis on head materjalid ja referentsid näha Knut Akersoni, Rootsi lubjaguru, ettevõtte Nordic Thermosilit AB lehel

NB! Termokrohvi all peame konkreetselt silmas RestHunt Ekspert OÜ poolt toodetud soojustuskrohvi ja esitluses toodud näited (arvutused) on tehtud vastavalt meie krohvi parameetreid arvestades. Esitluses olevatel objektidel on samuti kasutatud ainult RestHunt Ekspert OÜ poolt valmistatud Termokrohvi.

Täiendavate küsimuste korral kirjutage julgelt: info@resthunt.ee

Tarku, hoonesõbralikke
lahendusi 😊!



RestHunt