

Antti Kangaskoski

Eristerappausjärjestelmien vertailu korjausrakentamisessa

Opinnäytetyö

Syksy 2016

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto koulutusohjelma

Tekijä: Antti Kangaskoski

Työn nimi: Eristerappausjärjestelmien vertailu korjausrakentamisessa

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 27

Liitteiden lukumäärä: 8

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan laskennallisesti 1950-1970-luvun asuinkerros-talojen julkisivumateriaalien ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta asentamalla eristerappaus. Tarkastelussa katsotaan myös, missä vaiheessa rappaus pitäisi toteuttaa tuulettavana levyrappausrakenteena. Tavoitteena on parantaa laskennallisesti rakenteen kosteusteknistä toimintaa.

Vertailussa tutkitaan, onko rakennetyyleille olemassa vain yksi toteutettava eristerappausjärjestelmä vai toimiiko tutkittavista järjestelmistä useampi. Laskennat toteutetaan DOF Tech lämpö -ohjelmalla.

Eristerappausjärjestelmien vertailu korjausrakennuskohteissa on melko vaikeaa. Eristerappausjärjestelmien eroavaisuudet osoittautuvat melko pieniksi. Eroja eristerappausjärjestelmistä löytyy eristeistä ja materiaaleista. Tarkasteltavista ulkoseinä-rakenteista ei kuitenkaan voi tehdä johtopäätöstä mikä olisi paras ratkaisu.

Avainsanat: eristerappaus, rappaus, levyrappaus, tuulettuva, tuulettumaton

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Antti Kangaskoski

Title of thesis: Comparison of insulation plasters system in renovation projects

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2016

Number of pages: 27

Number of appendices: 8

The purpose of the thesis was to compare by calculating the structural and material moisture technological functionality of the façade of multi-storied buildings from the 1950's to the 1970's when assembling insulating plasters. It was also studied whether the plastering should be done as a ventilated plaster plate. The goal was to improve moisture performance by using calculations. The paper studied, if there was only one usable insulating plaster or if the other ones would work as well. All the calculations were executed with DOF Tech heat software.

Comparing insulation plasters systems in renovation projects is difficult and the differences turned out to be marginal. Differences between insulation plasters systems could be found in insulations and materials. However, the best outer wall structure of the ones under inspection could not be determined.

Keywords: insulating plaster, plastering, plaster plate, ventilated, unventilated

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	5
1 JOHDANTO	6
2 ULKOSEINÄRAKENTEEN TOIMINTA.....	8
3 ERISTERAPPAUSALUSTAN RAKENTEET KORJAUSKOHTEISSA	10
4 RAPPAUS JA ERISTERAPPAUS.....	14
4.1 Tuulettuva levyrappaus	14
4.2 Ohutrappaus eristejärjestelmä	14
4.3 Paksurappaus eristejärjestelmä	15
4.4 Kalkkisementtilaasti.....	16
4.5 Sementtilaasti.....	16
4.6 Polymeeri laastit.....	16
4.7 Mineraalivilla	17
4.8 EPS (expanded polystyrene)	17
5 VERTAILTAVAT ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMIEN ALUSRAKENTEET	19
6 ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU	21
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	23
LÄHTEET	25
LIITTEET.....	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kosteuskonvektio	Vesihöyryn siirtymistä ilman paine-erojen aiheuttaman ilmanvirran mukana.
Diffuusio	Kosteus siirtyy alemman kosteuspitoisuuden suuntaan lämpimästä tilasta kylmempään.
Kapilaarisuus	Materiaalin kykyä imeä itseensä vettä ja kuljettaa sitä.
Vesihöyrynvastus	Ilmoittaa tasapaksun ainekerroksen tai tällaisista muodostuvan tasapaksun kerroksellisen rakenteen pinnoilla eri puolilla vallitsevien vesihöyrypitoisuuksien tai vesihöyryn osapaineiden eron ja ainekerrosten tai rakenteen läpi jatkuvuustilassa pinta-alayksikköä kohti diffusoituvan vesihöyryvirran suhteen.
Lämmönjohtavuus	Ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa pituusyksikön paksuisen homogeenisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero ainekerroksen pintojen välillä on yksikön suuruinen.

1 JOHDANTO

Suomessa VTT:n tutkimuksen mukaan vuosina 2016-2025 peruskorjauksen määrä on noin. 29 000 kerrostaloasuntoa vuodessa. Erityisesti suuret korjaustehtävät kuten julkisivut, vesikatot, talotekniikka, kosteusvauriot, sisäilmaongelmat ja liikkuksen esteettömyys. Suurin osa teknisistä ongelmista on ratkaistu ja osa tarvitsee lisäselvityksiä. Lisäselvityksen tarpeessa ovat kosteusongelmat ja homevauriot. Suomen asunto kannasta noin. 650000 kerrostaloasuntoa on rakennettu 1946-1980-luvuilla. (Lehtinen ja ym. 2005, 27 - 35.)

Etenkin 1960- ja 1970-luvuilla rakennettujen kerrostalojen energiakorjauksille on tarvetta. Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen korjausrakentamisessa on tehokas keino vähentää energiankulutusta. Julkisivun kunnan heiketessä ajan mittaan yhtenä korjausvaihtoehtona on eristerappaus. Eristerappaukseen päädyttäessä on alusrakenteen oltava niin hyvässä kunnossa, että sen voi jättää paikalleen.

Rakennusfysikaalinen toimivuus rakenteissa johtuu erityisesti kosteudenhallinnasta. Tulevaisuudessa rakenteiden julkisivut joutuvat toimimaan vaikeammassa olosuhteissa. Ilmastonmuutokset tulevaisuudessa vaikuttavat rakenteiden kosteuskuormiin ja kuivumiskykyyn. Lisälämmöneristykseen vuoksi rakenteen parantuva energiatehokkuus pienentää lämpöhäviöitä. Pienentyneen lämpöhäviön ansiosta rakenteen ulko-osat ovat lähellä ulkoilman olosuhteita. Lähellä ulkoilmaa olevat osat eivät pääse hyödyntämään lämpöhäviötä kosteuskuormien kuivaamiseen. Korjausrakentamisessa tärkein vaihe on rakenteiden perusteellinen tutkiminen. Rakenteiden kunnan tutkimisessa tulisi myös huomioida ulkovaipan ilmanpitävyys ja laitejärjestelmien kunto. (Nieminen ja ym. 2013, 8 - 9.)

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan laskennallisesti 1950-1970-luvun asuinkerrostalojen julkisivumateriaalien ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta asentamalla eristerappaus. Tarkastelussa katsotaan myös, missä vaiheessa rappaus pitäisi toteuttaa tuulettavana levyrappausrakenteena. Tavoitteena on parantaa laskennallisesti rakenteen kosteusteknistä toimintaa. Tarkastetaan olisiko rakennetyyleille olemassa vain yksi toteutettava eristerappausjärjestelmä vai toimiiko tutkittavista järjestelmistä useampi.

Laskennat toteutetaan DOF-lämpö -ohjelmalla. Jokainen rakennus on tutkittava perusteellisesti kaikista näkökulmista ennen kuin työhön ryhtyy, koska rakennetoteutuksia on käytännössä yhtä monta kuin on rakennuksiakin.

2 ULKOSEINÄRAKENTEEN TOIMINTA

Suomen ilmastossa ulkoseinärakenteet joutuvat kovalle koetukselle. Ulkoseinän pitäisi saman aikaisesti estää tuulta, pakkasta ja kosteutta. Eristekerroksella estetään pakkasen, tiiviillä ulkopinnalla tuuli ja sadevesi sekä tiiviillä sisäpinnalla rakenteen sisäpuolelta tuleva kosteus. Tuulen tehtävänä rakenteille on kuivattava mutta tuulesta aiheutuu rakennukseen myös paine-eroja. Paine-erot vaihtelevat suuresti eri vuoden aikoina. Paine-eroon ulkoseinärakenteessa vaikuttaa myös ulkoseinärakenteen korkeus. Paine-eroista johtuva ylipaine rakennuksessa aiheuttaa rakenteen kylmään tilaan sen, että sisäilman kosteus ja lämpöenergia siirtyvät läpäisevien materiaalien läpi ilmavirtausten mukana rakenteen kylmiin osiin ja tätä kutsutaan kosteuskonvektioksi. (Sisäilmayhdistys ry.)

Kylmillä pinnoilla kosteuskonvektion vaikutuksesta tapahtuu kondensoituminen. Yleisesti kosteuskonvektio siirtää ilman virtausreittien kautta kosteutta enemmän kuin ilman virtaus läpi materiaalin tai diffuusio. Rakenteen vaurioitumisriskiä voidaan laskennallisesti määrittellä diffuusion avulla. Kosteuden siirtyminen lämpimältä puolelta kylmälle puolelle ei saisi nostaa suhteellista kosteutta rakenteen kylmässä osassa ja taas ulommaisimman kerroksen tulisi päästää kosteus ulos diffuusiolla. Rakenteen ulkopinnan vesihöyryn läpäisevyys pitäisi olla pienempi suhteessa (1:5) sisäpinnan vesihöyryn vastukseen. (Sisäilmayhdistys ry.)

Nykyajan rakennukset ovat yleisesti toteutettu kerroksellisina rakenteina. Kerroksellisen jokaisella kerroksella on oma tehtävänsä. Seinärakenne sisältää kantavan kerroksen lisäksi höyrynsulku-, eriste- ja tuulensuojakerroksen sekä ulkoverhouksen. Kerrokselliset seinärakenteet ovat tuulettuvia rakenteita. Rakenteita voidaan myös toteuttaa massiivirakenteina, joissa materiaali on samaa sisältä ulos asti. Massiiviset seinä rakenteet ovat tuulettumattomia rakenteita. Massiivi rakenteita on valmistettu mm. tiilestä ja kevytbetonista. Tuulettuvien ja tuulettumattomien rakenteiden kosteustekninen toiminta eroaa täysin toisistaan. Kerroksellinen rakenne toteutetaan yleisesti tuulettuvana rakenteena, jossa ulkoverhouksen ja tuulensuojan väliin jätetään tuuletusväli, jonka tarkoituksena on kuivattaa rakenteen ulkopuolelta kapillaarisesti siirtynyt sadevesi ja rakenteeseen mahdollisesti sisäpuolelta siirtynyt kos-

teus. Massiivisessa rakenteessa sadevesi pääsee kapilaarisesti tunkeutumaan rakenteeseen ja kun sade loppuu, rakenne alkaa haihduttaa vettä pois auringon ja tuulen vaikutuksessa. (Sisäilmäyhdistys ry.)

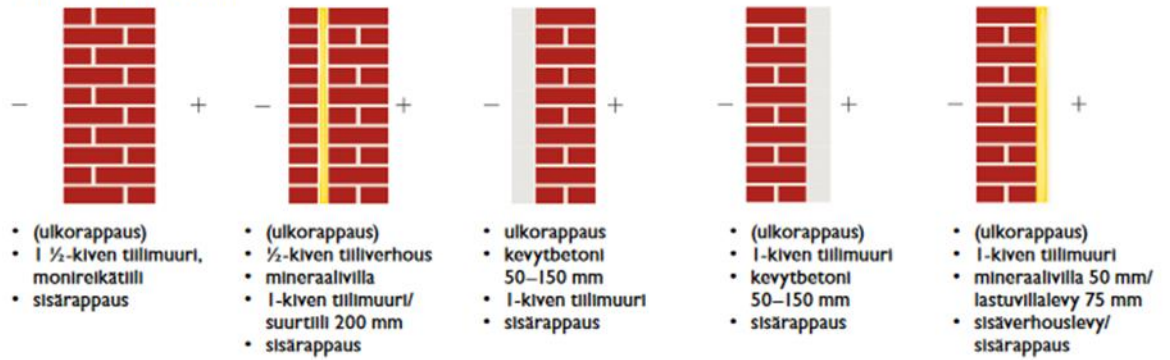
Massiivisia rakenteita ovat tiiliseinät, kevytbetoniseinät ja betoniseinät. Massiivisilla seinärakenteilla on suuri kosteudensitomiskyky. Viistosateen aikana vesi voi imeytyä syvälle seinärakenteeseen ja sateen loputtua vesi haihtuu rakenteesta pois. Massiivisiin rakenteisiin pinnoitteen valinnalla on suuri merkitys kuivumiselle. Pinnoitteen tulee olla hyvin vesihöyryn läpäisevä. Sandwich-elementtirakenne muodostuu kahdesta betonikuoresta, joiden välissä on lämmöneriste. Vanhojen sandwich-rakenteiden kannalta kriittisiä kohtia ovat elementtien saumakohtat sekä liian tiivis pintakerros. Vanhat sandwich-elementit ovat tuulettumattomia rakenteita. (Sisäilmäyhdistys ry.)

3 ERISTERAPPAUSALUSTAN RAKENTEET KORJAUSKOHTEISSA

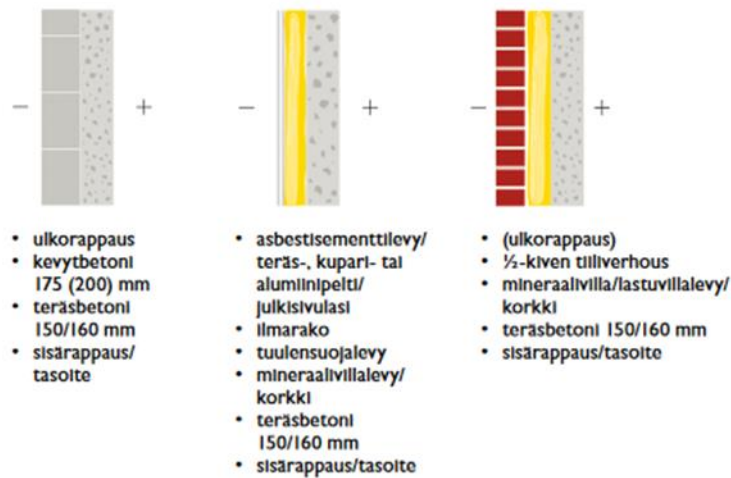
1950-luvun alkupuolen asuinkerrostalot ovat yleisimmin massiivisia tiilirakenteita, kuva 1. Ulkoseinien paksuus saattaa olla lähes metrin, mutta 45 – 60 cm paksuinen seinärakenne on melko yleinen. Massiivitiilirakenteisiin on jätetty myös onteloita materiaalin säästämiseksi. Ontelot rakenteessa ovat myös parantaneet lämmöneristävyyttä. Massiivisia tiili seiniä on myös rapattu sekä ulkonäkösyistä että kosteusteknisistä syistä. (Kouhia, Nieminen & Pulakka 2010, 13-14.)

Julkisivuja on toteutettu 1950- ja 1960-luvuilla myös yhdistelmärakenteina, kuva 2. Yhdistelminä on käytetty mm. seuraavia: kevytbetoni ja tiili, tiili ja teräsbetoni sekä kevytbetoni ja teräsbetoni. Kevytbetoni toimii lämmöneristeenä rakenteessa, mutta rakenteessa voi olla myös mineraali- tai lastuvillalämmöneristys. Rakenteita on myös toteutettu tuulettuvina, jolloin ulommaisimpana kerroksena on asbestilevy. 1950-luvulla massiiviset ulkoseinärakenteet vaihtuivat kaksikuorisiin tiilirakenteisiin. Näissä ulkoseinissä rappaukset ovat yleisiä. Rappaukset kaksikuorisissa rakenteissa ovat tärkeämmässä roolissa kosteusteknisesti mitä massiivisissa rakenteissa. Kaksikuorisissa rakenteissa eristeenä on käytetty mitä milloinkin, aina koksikuonasta ensimmäisiin mineraalivilloihin. (Kouhia, Nieminen & Pulakka 2010, 13-14.)

KANTAVA TIILIMUURI



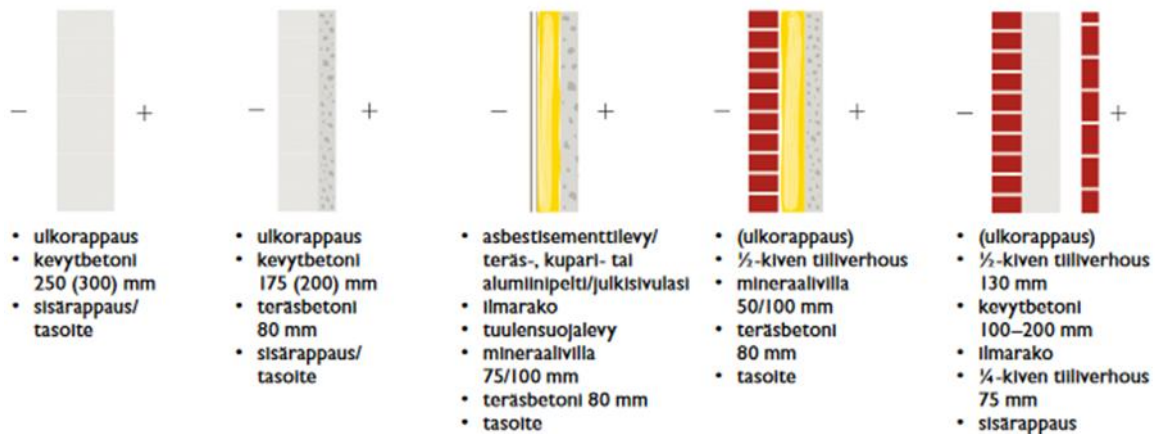
KANTAVA BETONISEINÄ



Kuva 1. Yleisimpiä ulkoseinärakenteita.
(Neuvonen 2009, 19.)

EI-KANTAVA BETONISEINÄ

Kantavana rakenteena poikittaiset väliseinät tai teräsbetonipilarit



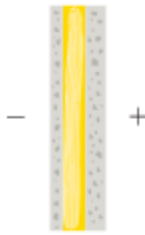
Kuva 2. Yleisimpiä ulkoseinärakenteita.
(Neuvonen 2009, 19.)

Elementtien yleistyminen syrjäytti vähitellen kerrostalojen ulkoseinärakenteet 1950–1960-luvun vaihteessa. Suurmuottitekniikan kehityksen myötä 1960-luvun alkupuolella ulkoseinä rakenteet ovat osittain sekarakenteita. Rakenteita valettiin suurmuottitekniikalla paikan päällä ja osa rakenteista toimitettiin elementteinä. 1960-luvulta asti asuinkerrostalojen ulkoseinärakenteet ovat suurimmaksi osaksi elementtirakenteisia. Elementtijärjestelmiä on käytetty kahta erilaista tyyppiä: kuorielementtejä, joiden sisäkuori asennettiin valmiina elementtinä ja eristys sekä ulkokuori tehtiin paikallaan sekä elementtejä, joissa sisäkuori, ulkokuori ja eriste ovat valmiina. (Kouhia, Nieminen & Pulakka. 2010, 14.)

1960-luvun loppupuolelta lähtien ulkoseinärakenteet ovat yleisimmin betoni-sandwich-elementtejä, joissa sisä- ja ulkokuori sekä eriste ovat valmiina. Ulkokuoren paksuus elementeissä on noin 50 – 80 mm ja sisäkuoren 80 mm:stä ylöspäin, kuva 3. Lämmöneriste on 1960- ja 1970-luvun taloissa 100 – 120 mm. Ulkoseinien U-arvot vaihtelevat 0,3 ja 0,4 W/m²K:n välillä, mutta rakenteita on tehty heikommillakin eristevahvuuksilla. Vuonna 1985 ulkoseinän U-arvovaatimus oli 0,28 W/m²K, mikä tarkoittaa 140 mm:n lämmöneristystä. Nykyinen vaatimus ulkoseinälle on 0,17 W/m²K, joka lämmöneristykseen paksuutena tarkoittaa 200 - 240 mm. (Kouhia, Nieminen & Pulakka. 2010, 14.)

**PITKÄT SIVUT:
EI-KANTAVA ULKOSEINÄ**

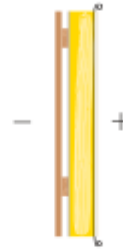
Kantavana rakenteena poikittaaiset väliseinät



Sandwich-elementti:

- teräsbetoni 40/50 mm
- mineraalvilla 90 mm
- teräsbetoni 80 mm

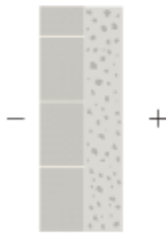
PARVEKKEEN TAUSTASEINÄ



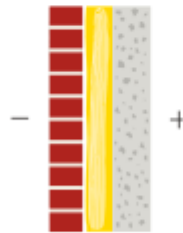
Puurunkoinen elementti:

- ulkoverhouslauta/asbestisementtilevy/teräspeltti
- ilmarako
- tuulensuojalevy 3 mm
- mineraalvilla 100 mm
- höyrynsulkumuovi
- sisäverhouslevy

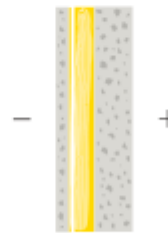
**PÄÄDYT:
KANTAVA BETONISEINÄ**



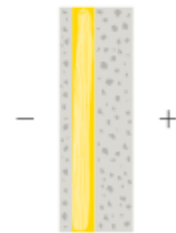
- ulkorappaus
- kevytbetoni 175 (200) mm
- teräsbetoni 150/160 mm
- sisärappaus/tasoite



- (ulkorappaus)
- ½-kiven tiiliverhous
- mineraalvilla/lastuvillalevy/korkki
- teräsbetoni 150/160 mm
- sisärappaus/tasoite



- teräsbetoni (kuorielementti)
- mineraalvilla 90 mm
- teräsbetoni 150/160 mm
- sisärappaus/tasoite



- Sandwich-elementti:
- teräsbetoni 40/50 mm
 - mineraalvilla 90 mm
 - teräsbetoni 150 mm

Kuva 3 Yleisimpiä ulkoseinärakenteita.
(Neuvonen 2009, 37.)

4 RAPPAUS JA ERISTERAPPAUS

Rappaus julkisivussa on satoja vuosia vanha tapa. Julkisivurappauksella saadaan lähes saumaton julkisivu, joka suojaa rakennusta säältä ja mekaanisilta rasituksilta. Hyvin ja oikein toteutettu rappaus kestää ilman merkittäviä korjauksia vuosikymmeniä. Saneerauskohteissa useasti vanha julkisivu on päässyt niin huonoon kuntoon, että toimivin rappausratkaisu on eristerappaus, jossa rappaus asennetaan suoraan lämmöneristeen päälle. Eristerappauksella saadaan vanha rakenne suojaan pakkasrapautumiselta ja karbonatisoituminen saadaan pienenemään tai loppumaan kokonaan, koska rakenne pääsee kuivempaan ja lämpimämpään tilaan. (RT 38080.)

4.1 Tuulettuva levyrappaus

Tuulettuvalla levyrappauksella tarkoitetaan rappausta, joka suoritetaan rappausalustana olevan levyn päälle. Levy on säänkestävä ja sen kosteus- sekä lämpötilamuutokset ovat pieniä. Levyjen taustalla on tuuletusrako, minkä vuoksi levyrappausta voidaan käyttää myös rankarakenteisten rakennusten julkisivuissa. Levyrappausjärjestelmiin kuuluu levyt, kiinnikkeet sekä levysaumojen käsittely. Levyjen päälle suoritetaan ohutrappaus, joka yleensä toteutetaan levytoimittajan ohutrappausjärjestelmällä, mutta voidaan myös toteuttaa toisen valmistajan rappausjärjestelmällä. (Lahdensivu 2011, 50.)

4.2 Ohutrappaus-eristejärjestelmä

Kaksikerrosrappaus koostuu kahdesta eri kerroksesta: pohja- ja pintarappauksesta. Kaksikerrosrappaus voidaan toteuttaa kalkkisementti- ja sementtilaasteilla. Kalkkisementtilaasteilla toteutettu rappaus muistuttaa kolmikerrosrappausta, mutta ilman täyttörappauskerrosta kokonaispaksuus on luokkaa 10 – 15 mm. Sementtilaasteilla tehty rappaus eroaa materiaaleiltaan, ominaisuuksiltaan ja työtekniikoiltaan merkittävästi kalkkisementtilaasteilla tehdystä rappauksesta. Sementtilaasteilla tehdyn rappauksen kokonaispaksuus on luokkaa 10 mm. Pohjarappaus tehdään kahtena noin 3 – 5 mm paksuisena kerroksena. Pintarappauksella muodostetaan julkisivuun

haluttu struktuuri ja väri. Kaksikerrosrappauksien laastiyhdistelmien lujuudet heikkenevät pintaa kohden. Ohutrappauksen omapaino on noin 0,15...0,2 kn / m². (Kivitalo info; Haukijärvi, 6.)

Ohutrappaus-eristejärjestelmässä rappauskerros muodostaa lämmöneristeen ulkopintaan taipuisan ja sitkeän yhtenäisen pinnan, joka vahvistetaan lasikuituverkolla. Eristejärjestelmässä lämmöneristeet kiinnitetään alustaansa liimalaastilla sekä tarvittaessa mekaanisilla kiinnikkeillä. Alusrakenteeseen kauttaaltaan kiinnitetyn eristeen päällä olevan rappauksen liikuntasaumot tehdään rakennuksen rungon liikkeiden mukaan. Ohutrappaus-eristejärjestelmällä saadaan lähes saumattomat julkisivut. Rappaus alustan lämmöneristeenä käytetään yleisesti rappaus alustaksi kehitettyä mineraalivillaa tai EPS-eristelevyjä. (Lahdensivu 2011, 50.)

4.3 Paksurappaus eristejärjestelmä

Paksurappaus toteutetaan teräsverkon kanssa kolmena eri kerroksena eli tartunta-, täyttö- ja pintarappauksena. Tartuntarappauksen eli ns. kynsirappauksen tarkoituksena on tehdä alustaan hyvä tartunta täyttörappaukselle ja tasata alustan imu-kykyä. Täyttörappaus on kerroksista paksuin, tyypillisesti 10 – 20 mm, ja sillä tasoitetaan epätasaisuudet alustasta ja tehdään halutut muodot esim. koristerappauksissa. Tämän takia se käytännössä määrää koko rappauksen ominaisuudet. Pintarappauksella julkisivuun saadaan haluttu väri ja pintastruktuuri. Laastiyhdistelmien lujuudet kolmikerrosrappauksissa heikkenevät pintaa kohti. Paksurappaus rakenteen omapaino on noin 0.5...0,6 kn/m². (Kivitalo info; Haukijärvi, 6.)

Paksurappaus suoraan eristeen päälle muodostaa lämpöeristeen päälle jäykän levyn, joka kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä eristekerroksen läpi alusrakenteeseen. Tämän johdosta rappaus pääsee liikkumaan tasonsa suunnassa melko vapaasti. Rappaus pääsee liikkumaan lämpö- ja kosteusliikkeiden vaikutuksesta, jonka takia joudutaan liikuntasauvoja tekemään sekä pysty- että vaakasuunnassa noin 12 – 15 m välein ja myös rakennuksen rungon liikuntasaumojen kohdalle. (Lahdensivu vuosi, 50-51.)

4.4 Kalkkisementtilaasti

Kalkkisementtilaasteissa sideaineena käytetään ilmakalkin lisäksi myös sementtiä, jonka tarkoituksena on toimia kovettuvana osana kosteuden vaikutuksessa. Sementillä parannetaan laastin säänkestävyyttä ja lujuutta. Sementti laastissa lisää myös kutistumista ja sementtimäärän ollessa suuri se heikentää työstettävyyttä. Laastin ominaisuuksia voidaan muokata kalkki- ja sementtimäärän suhteiden muutoksella. (Kivitalo info.)

4.5 Sementtilaasti

Sementtilaasteissa käytetään sideaineena sementtiä, joka kovettuu reagoidessa veden kanssa. Julkisivurappauksiin valmistetut nykyaikaiset rappauslaastit ovat pääsääntöisesti polymeerimodifioituja laasteja. Kovettumisen ja lujuuden kannalta sementtilaastia täytyy pitää kosteana ensimmäiset vuorokaudet. Sementtilaastien ominaisuuksia parannetaan lisäaineilla ja kuiduilla, jotka parantavat laastin työstettävyyttä, tartuntaominaisuuksia, pakkasenkestävyyttä sekä vedenpidätyskykyä. (kivitalo info.)

4.6 Polymeerilaastit

Nykyaikaisissa pintarappauksissa käytetään usein polymeerilaasteja. Polymeerilaastin mineraaliaineiden osuus on huomattavasti suurempi kuin polymeerien. Polymeeri laastin kokonaispainosta on noin 7-8 % sidosainetta ja 93 % epäorgaanista hiekkaa ja täytteitä. Täyteaineena polymeerilaasteissa käytetään karbonaatteja, titaniumoksidia, sulfaatteja ja oksideja. Hiekkana käytetään kvartsihiekkää, marmorikiveä sekä kalkkikiveä. Polymeerilaastit tarttuvat melkein kaikkiin puhtaisiin, kuiviin ja kantaviin pintoihin. Polymeerilaastit toimitetaan käyttövalmiina suoraan tehtaalta eikä niitä tarvitse työmaalla valmistaa. Polymeerilaastit vastustavat hyvin sadetta ja niillä on hyvä vesihöyrynläpäisevyys. (Nordisk group.)

4.7 Mineraalivilla

Mineraalivillat jaetaan valmistusaineen mukaan kahteen ryhmään: lasivillaan (keräyslasista) ja kivivillaan (kiviaineksista). Mineraalivillat valmistetaan ohuista kuituista, jotka sidotaan yhteen sideaineilla, esim. fenoliformaldehydihartsilla. Mineraalivillojen pääkäyttötarkoitus on lämmöneristys ja äänen eristys. Mineraalivilloissa käytetään boorimineraalia lahon- ja palosuojana. (Työterveyslaitos.)

Eristerappauksissa käytettävät mineraalivillat ovat suurimmaksi osaksi ilmaa ja paikallaan pysyvä ilma tunnetusti johtaa huonosti lämpöä. Mineraalivilla hylkii tehokkaasti vettä ja estää hyvin kapilaari-ilmiön. Korkealla paineella vesi kyllä tunkeutuu villaan, mutta kuivuu myös nopeasti läpäisevän rakenteensa ansiosta. Vesihöyry ei pääse tiivistymään kosteudeksi mineraalivillassa sen rakenteen ansiosta. Ohutrappauksissa käytettävän kivivillan lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo on 0,037 W/mK ja paksurappauksissa käytetyn kivivilla ilmoitettu lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo 0,033 W/mK. Ohutrappauksissa käytetyn lasivilla lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo on 0.037 W/mK, ja paksurappauksissa käytetyn lasivillan lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo on 0,031 W/mK, Lambda design arvo. Eristerappauksissa eristeen kiinnitys alusrakenteeseen liimalaastilla sekä mekaanisilla kiinnikkeillä noin 4 kpl/m². Eristerappauksiin tarkoitetun eristeen paino on 60 – 80 kg/m³. (Paroc 2016, Isover 2016.)

4.8 EPS (expanded polystyrene)

EPS on paisutettua polystyreenimuovia (expanded polystyrene), jota käytetään kestävyytensä ja lämmöneristävyytensä ansiosta laajasti rakennusteollisuudessa ja rakentamisessa. Lämmöneristeessä muoviraaka-aineen määrä on noin 2 - 5 % levyjen tilavuudesta. EPS-tuotteita voidaan kierrättää lähes 100-prosenttisesti. Puhdasta EPS-jätettä, kuten pakkauksia ja ylijäämälevyjä rouhitaan ja rouhetta käytetään uusien EPS-tuotteiden valmistuksessa. EPS-materiaalin hyvä lämmöneristävyys perustuu suljetussa solurakenteessa olevaan liikkumattomaan ilmaan. Materiaalin paisutuksessa käytetään ponneaineena ympäristölle haitatonta pentaania,

joka korvautuu EPS-levyjen valmistusprosessin aikana ilmalla. Näin EPS-eristelevyissä ei ole terveydelle tai ympäristölle haitallisia aineita tai kaasuja. (EPS Rakennusteollisuus.)

Julkisivujen eristerappausjärjestelmille sopiva EPS platina -eriste valmistetaan grafiittia sisältävistä Neopor-rakeista. Materiaali sopii hyvin myös seinien lisäksi kattojen, lattioiden ja erilaisten elementtien eritykseen. Vesihöyryn läpäisevyys δ 5,5–6 x 10⁻¹² kg/msPa ja lämmönjohtavuuden ilmoitettu suunnittelu arvo $\lambda \leq 0,031$ W/mK. Eristeen kiinnitys alusrakenteeseen liimalaastilla sekä tarvittaessa mekaanisilla kiinnikkeillä. EPS-eristeen oma paino 20 kg/m³. (Thermisol; Weber.)

5 VERTAILTAVAT ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMIEN ALUSRAKENTEET

Tarkastelussa käytän DOF-lämpö ohjelman 3:n kylmimmän päivän oletus arvoja ilman paikkakuntakohtaisia tietoja. Sisälämpötila on +20 astetta, sisäkosteus 50 %, ulkolämpötila -20 astetta ja ulkoilman kosteus 90 %. Ulkoseinärakenteista tarkastelussa on tiilirakenne, tiili-kevytbetoni-rakenne ja kevytbetoni-betonirakenne sekä sandwich-elementti. Tarkasteltavien rakenteiden kosteustekninen toiminta tarkastetaan DOF-lämpö -ohjelmistolla. DOF-lämpö -ohjelmistolla saadaan selville, kuinka rakenne toimii kosteus- ja lämpötekniisesti. Laskennassa käytän ohjelmiston omaa materiaalipankkia.

Rakenteet ulkoa sisälle päin:

Tiilirakenne (LIITE 1.)

- 1 ½ kiven tiilimuuri monireikätiilestä
- paksuus 400 mm
- $U=1,09$

Tiili ja kevytbetoni -rakenne (LIITE 2.)

- 1 kiven tiilimuuri
- kevytbetoni 100 mm
- paksuus 370 mm
- $U=0,712$

Kevytbetoni ja betonirakenne (LIITE 3.)

- kevytbetoni 175 mm
- teräsbetoni 150 mm
- paksuus 325 mm

- $U=0,633$

Sandwich-elementti (LIITE 4.)

- teräsbetoni 50 mm
- mineraalivilla 90 mm
- teräsbetoni 150 mm
- paksuus 290 mm
- $U=0,44$

6 ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Tarkastelussa käytetyt arvot ovat samat kuin alusrakenteen tarkastelussa. Eisterappausjärjestelmien vertailua ja soveltuvuutta tarkastelin DOF-lämpö -ohjelmalla. Tarkastelussa olevat järjestelmät: paksurappaus-eristejärjestelmä mineraalivillan päälle ja ohutrappaus-eristejärjestelmä mineraalivillan sekä EPS-eristeen päälle. Vertailtavat eristeet ovat eristerappauksille suunnitellut EPS- ja mineraalieriste. Vertailtavien eristerappausjärjestelmien alusrakenteina on käytetty edellisessä kappaleessa vertailtuja rakenteita. Eisterappausjärjestelmien teossa yleensä alusrakenne on päässyt niin huonoon kuntoon, että rakennuksessa ollut vanha ulkorappaus poistetaan osittain tai kokonaan. Eisterappauksien vertailun tavoitteena on rakenteen kosteusteknisen toiminnan parantaminen. Laskennassa käytettyjen eristerappausmateriaalien arvot ovat materiaalivalmistajien antamia. Laskennassa lämpörappauksen eriste määräksi on laitettu 150 mm.

Rakenteet ulkoa sisälle päin:

Tiilirakenne (LIITE 5-7.)

- rappaus 10-30 mm
- eriste 150 mm (EPS/mineraalivilla)
- 1 ½ kiven tiilimuuri monireikätiilestä
- ohutrappaus paksuus 560 mm
- paksurappaus paksuus 580 mm

Tiili ja kevytbetoni rakenne (LIITE 8-10.)

- rappaus 10-30 mm
- eriste 150 mm (EPS/mineraalivilla)
- 1 kiven tiilimuuri
- kevytbetoni 100 mm

- ohutrappaus paksuus 530 mm
- paksurappaus paksuus 550 mm

Kevytbetoni ja betonirakenne (LIITE 11-13.)

- rappaus 10-30 mm
- eriste 150 mm (EPS/mineraalivillavilla)
- kevytbetoni 175 mm
- teräsbetoni 150 mm
- ohutrappaus paksuus 485 mm
- paksurappaus paksuus 505 mm

Sandwich elementti (LIITE 14-16.)

- rappaus 10-30 mm
- eriste 150 mm (EPS/mineraalivilla)
- teräsbetoni 50 mm
- mineraalivilla 90 mm
- teräsbetoni 150 mm
- ohutrappaus paksuus 450 mm
- paksurappaus paksuus 470 mm

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Eristerappausjärjestelmillä saadaan siirrettyä kastepiste pois vanhasta ulkoseinärakenteesta. Kastepisteen sijainti vanhan rakenteen sisältä siirtyy eristerappauksessa eristeen ja rappauksen rajapintaan. Eristerappausjärjestelmissä käytetyillä laasteilla on suuri merkitys kuivumisen kannalta. Eristeen valinnalla ja määrällä ei myöskään laskennallisesti ole suurta merkitystä, onko se mineraalivillaeristettä vai EPS-eristettä. Ohutrappaus EPS-eristeen päälle ja paksurappaus mineraalivillan päälle antavat rakenteelle lähes saman U-arvon jokaisessa tarkastelutapauksessa. DOF-lämpö -ohjelmalla laskiessa ainoa huono puoli on, että se ei ota huomioon varjon puolella olevaa rakennetta. Kosteusteknisesti eristerappaus rakenne on tuulettumaton, jonka kuivuminen tapahtuu auringon ja tuulen vaikutuksesta eikä ohjelma ota sitä huomioon. Tämän johdosta tulisi kyseiset seinät toteuttaa tuulettavana rakenteena. Tuulettuvan levyrappausjärjestelmän käyttö kosteusteknisesti on kaikista rappausjärjestelmistä varmin ratkaisu.

Vertailtavaksi kohdaksi eristerappausjärjestelmän suunnittelussa jää tämän johdosta hinta sekä rappauksen toteutukseen menevä aika. Rakenteen toiminnassa sekä eristerappausjärjestelmän valinnassa on myös huomioitava tulevaisuudessa tapahtuvat ilmastonmuutokset. Ilmaston lämpenemisen johdosta asuntoja viilennetään kesäisin. Rakennuksen viilennys tarpeet kasvavat. Rakennuksen viilentämisen johdosta rakenteen toiminta muuttuu päinvastaiseksi, minkä johdosta ulkopuolella ulkoseinärakennetta vesihöyrynvastus pitäisi olla suurempi.

VTT:llä tehdyn tutkimuksen mukaan eristerappausrakenteissa käytettävän EPS-eristeen kuivuminen on hitaampaa verrattuna mineraalivillaeristeeseen. Tutkimuksessa EPS-eristeen kuivuminen rappauksen rajapintaan oli niin hidasta, että rajapintaan ei muodostunut kondenssia eikä jäätymisriskiä. Hitautensa ansiosta jäätymis- ja sulamissykliä aiheuttama vaurioitumisriski rappauspinnalle voi tämän vuoksi pienentyä. (Ojanen & Salonvaara 2002, 62.)

Laskennallisesti rakenteiden toimivuus kosteusteknisesti rajoittuu ideaalisiin rakenteisiin. Kosteusteknisellä tarkastelulla laskennallisesti on melko vaikeaa tuoda esiin korjausratkaisuun liittyviä muita riskitekijöitä. Laskennasta saatujen tulosten analy-

sointiin tarvitaan asiantuntevan näkemys laskennan ulkopuolelle jääviin osiin. Alusrakenteissa olevat vauriot ja niiden syyt pitää ottaa huomioon korjausten suunnittelussa sekä toteutuksessa. Vika alusrakenteessa ei välttämättä korjaannu uuden rakenteen alla, vaan ongelmien syyt on selvitettävä ja poistettava. Alusrakenteen vaurion syy voi olla eri paikassa missä vaurio esiintyy. Mikään esimerkkirakenne ei välttämättä poista tai korjaa alusrakenteessa havaittuja vaurioita. Mikäli rakennuksen painesuhteet eivät ole hallinnassa, ei laskennallisesti toimiva rakenne voi toimia turvallisesti. Sisätiloissa oleva ylipaine sekä siitä aiheutuvat ilmavuodot eivät poistu rakenteita parantamalla. Korjauksessa tulisi rakennus saattaa myös alipaineiseksi. Hyvä korjausrakenne ratkaisu ulkoseinään ei riitä onnistuneeseen lopputulokseen. Laskennallisesti toimiva rakenne antaa yleiskäsityksen kuivumiskyvystä sekä valitun rakenneratkaisun materiaalivalintoihin liittyvistä riskeistä. Alusrakenteen suuri kosteus tai uusien rakennusmateriaalien kostuminen työn aikana lisää epäonnistumisen riskiä. (Nieminen ym. 2013, 128.)

LÄHTEET

- Aeroc jämerä oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.10.2016]. Saatavana: <http://www.aeroc.fi/index.php?page=737&lang=fin>
- DOF-LÄMPÖ versio 2.2, ohjelmiston käsikirja. 2003. DOFtech Oy.[Verkkosivu]. [Luettu 10.10.2016]. Saatavana: <http://www.dof.fi/www/files/DOF-lampo.pdf>
- EPS Rakennusteollisuus. 5.6.2012. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.10.2016]. Saatavana: <http://www.eps-eriste.fi/mita-eps-on>
- Haukijärvi, M. 2005. JUKO-Ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. [verkkosivu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 16.10.2016]. Saatavana. http://www.julkisivuyhdistys.fi/julk-kari2/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Rapatut%20julkisivut/Suunnitteluohjeet_rapattu_uusiminen.pdf
- Isover. 2016. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.10.2016]. Saatavana: <http://www.iso-ver.fi/tuotteet/isover-fs5-0>
- Kivitalo info. Ei päiväystä. [verkkosivu]. [Viitattu 15.10.2016]. Saatavana: <http://www.kivitaloinfo.fi/laastit/laastityypit/>
- Kouhia, I., Nieminen, J. & Pulakka, S. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energia-korjaukset. [Verkkosivu]. Espoo: Asumisen rahoitus- ja kehityskeskus ARA (VTT-R-04017-10). [Viitattu 16.10.2016]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>
- Lahdensivu, J. 2011. Eriste- ja levyrappausten suunnitteluun ja toteutukseen. [Verkkolehtiartikkeli]. By 57 Eriste- ja levyrappaus 2011. [Viitattu 14.10.2016]. Saatavana: betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1101_48-55.pdf
- Lehtinen, E., Nippala, E., Jaakkonen, L. & Nuutila, H. 2005. Asuinrakennukset vuoteen 2025: Uudistuotannon ja perusparantamisen tarve. [verkkosivu]. Helsinki. [Viitattu 11.11.2016]. Saatavana: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/asuinrakennukset_vuoteen_2025.pdf
- Neuvonen, P. 2009. Kerrostalon julkisivukorjaus. [Verkkosivu]. Suomen ympäristö 2009. [Luettu 17.10.2016]. Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38032/SY37_2009_Kerrostalon_julkisivukorjaus.pdf?sequence=1
- Nieminen, J., Kouhia, I., Ojanen, T. & Knuutti, A. 2013. Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja. [Verkkosivu]. Espoo: VTT Technology. [Viitattu 12.11.2016]. Saatavana: <http://www.hometalkoot.fi/file/15846.pdf>

- Nordisk group. 2016. Polymeeriset julkisivulaastit. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.10.2016]. Saatavana: <http://nordisk.fi/wp-content/uploads/2016/04/Polu%CC%88meersed-fassaadikrohvid-FIN.pdf>
- Ojanen, T. & Salovaara, M. 2002. Kuivumiskykyiset ja sateen pitävät rakenteet. [Verkojulkaisu]. Espoo: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. [Viitattu 11.11.2016]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2168.pdf>
- Paroc Group Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [viitattu 20.10.2016]. Saatavana: <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/rakennusten-eristaminen/uudisrakentaminen/ulkoseinat/rapatut-ulkoseinat>
- RT 38080. 2011. Weber rappaus- ja eristerappausjärjestelmät. Helsinki. Rakennustieto.
- Sisäilmäyhdistys ry. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.10.2016]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Ulkoseinat>
- Thermisol. Ei päiväystä. [verkkosivu]. [Viitattu 10.10.2016]. Saatavana: http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/tuotteet/Thermisol_Platina_Rappari.pdf
- Tiili info. 2016. [Verkkosivu]. [Luettu 16.10.2016]. Saatavana: <http://www.tiili-info.fi/tiili-materiaalina/>
- Työterveyslaitos. 30.7.2016 [Verkkosivu]. [Viitattu 10.10.2016]. Saatavana: http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/eristevillat/Sivut/default.aspx
- Weber. 2016. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.11.2016]. Saatavana: http://weber.evia-net.fi/view.php?page=index&content_group_id=114&vastaus_id=13930&action=phase3&rakennusosa=6460&rakennuskohde=1773&alusta=&rasitusluokka=&tasaisuusluokka=&tasoitustarve2=&rappaustyyppi=&pintalaatu=&iskunkestavyysluokka=&uarvo=&eristepaksuus=&jalkikasittely=

LIITTEET

Liite 1. Tiilirakenne

Liite 2. Tiili-kevytbetoni

Liite 3. Kevytbetoni-betoni

Liite 4. Sandwich

Liite 5. Tiilirakenne ohutrappaus EPS-eriste

Liite 6. Tiilirakenne ohutrappaus mineraalivilla

Liite 7. Tiilirakenne paksurappaus

Liite 8. Tiili-kevytbetoni ohutrappaus EPS-eriste

Liite 9. Tiili-kevytbetoni ohutrappaus mineraalivilla

Liite 10. Tiili-kevytbetoni paksurappaus

Liite 11. Kevytbetoni-betoni ohutrappaus EPS-eriste

Liite 12. Kevytbetoni-betoni ohutrappaus mineraalivilla

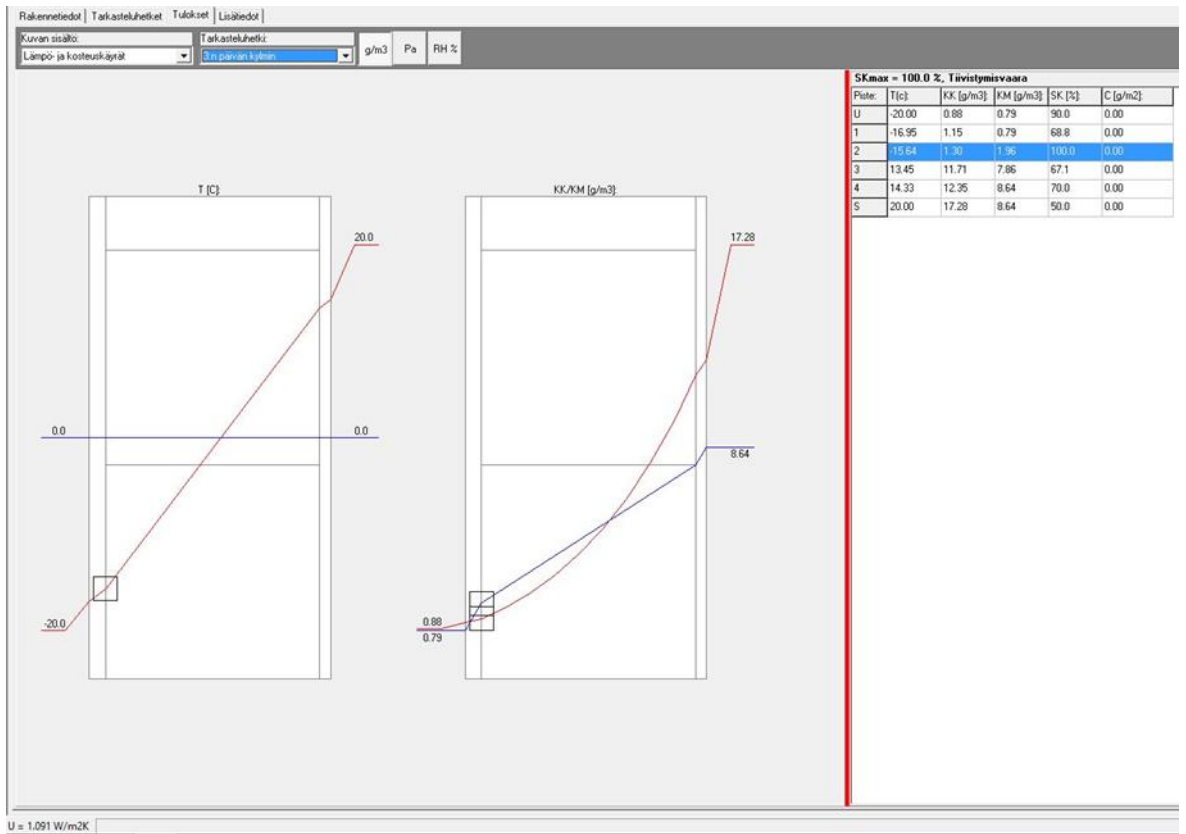
Liite 13. Kevytbetoni-betoni paksurappaus

Liite 14. Sandwich ohutrappaus EPS-eriste

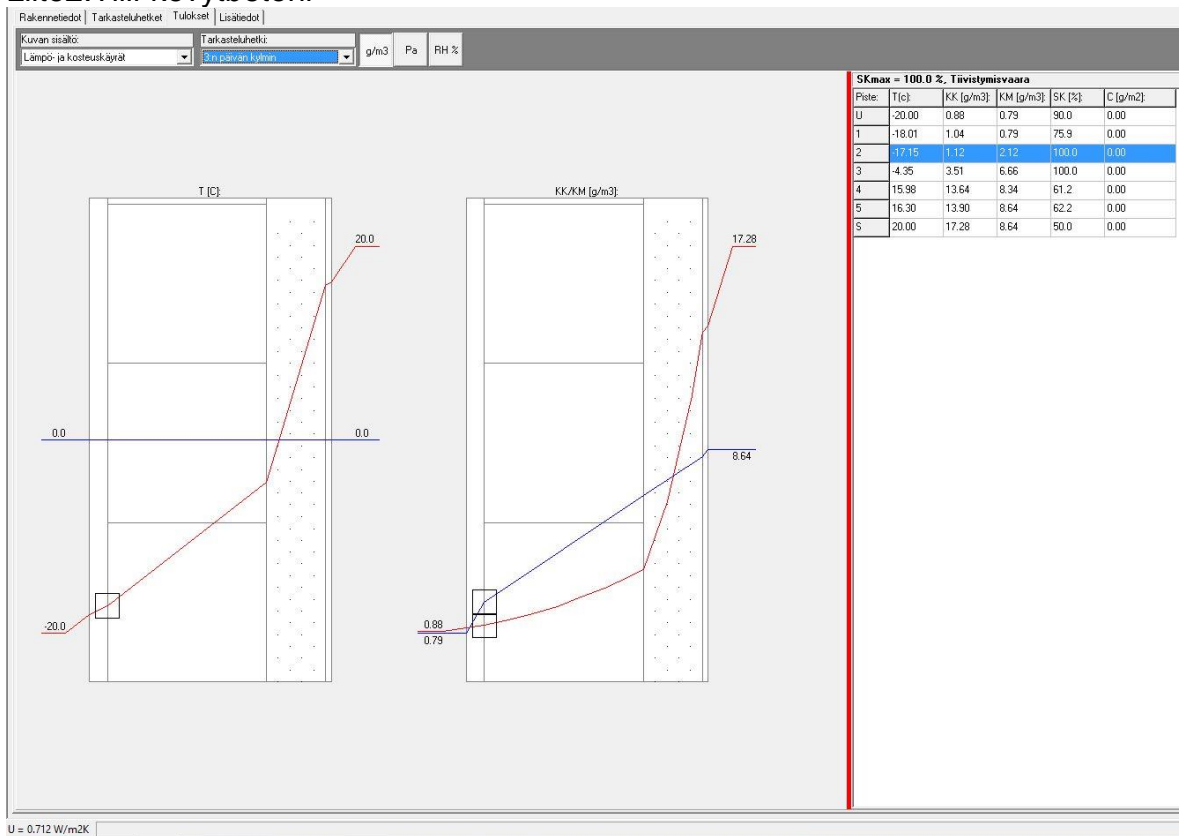
Liite 15. Sandwich ohutrappaus mineraalivilla

Liite 16. Sandwich paksurappaus

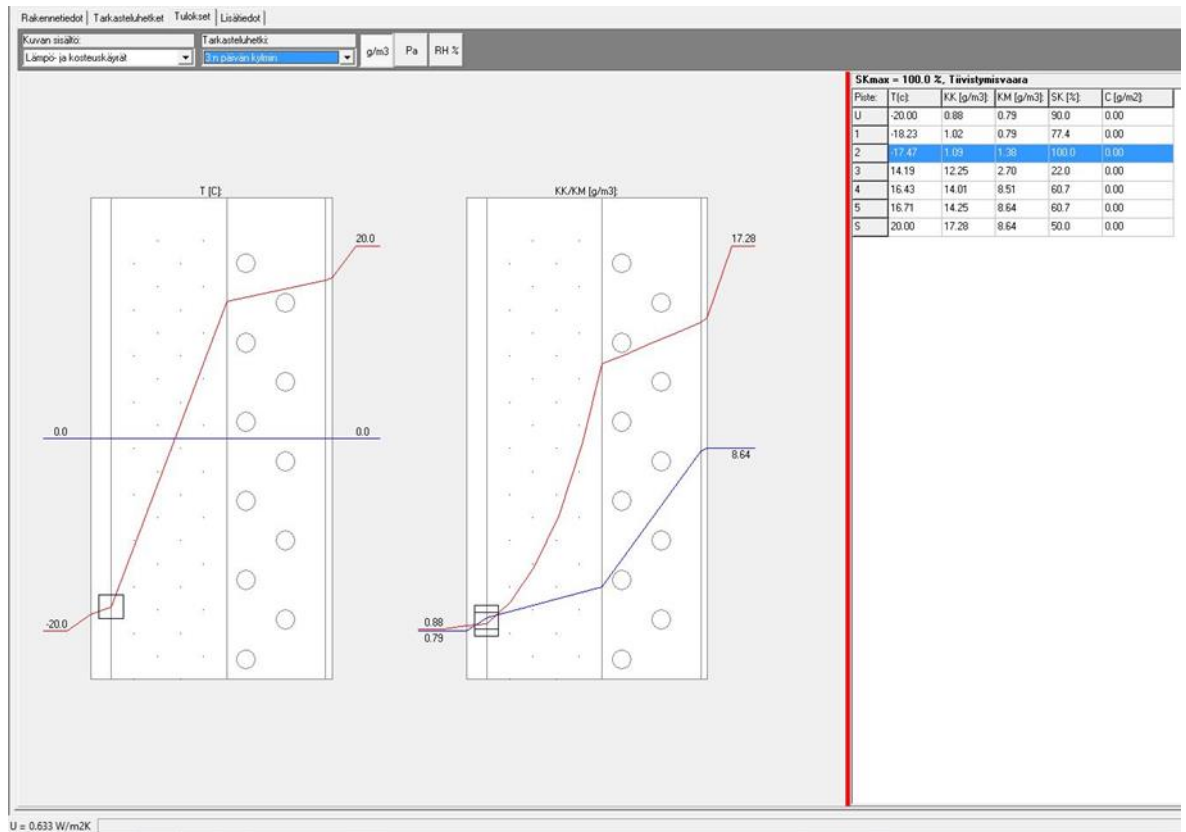
Liite 1.Tiilirakenne



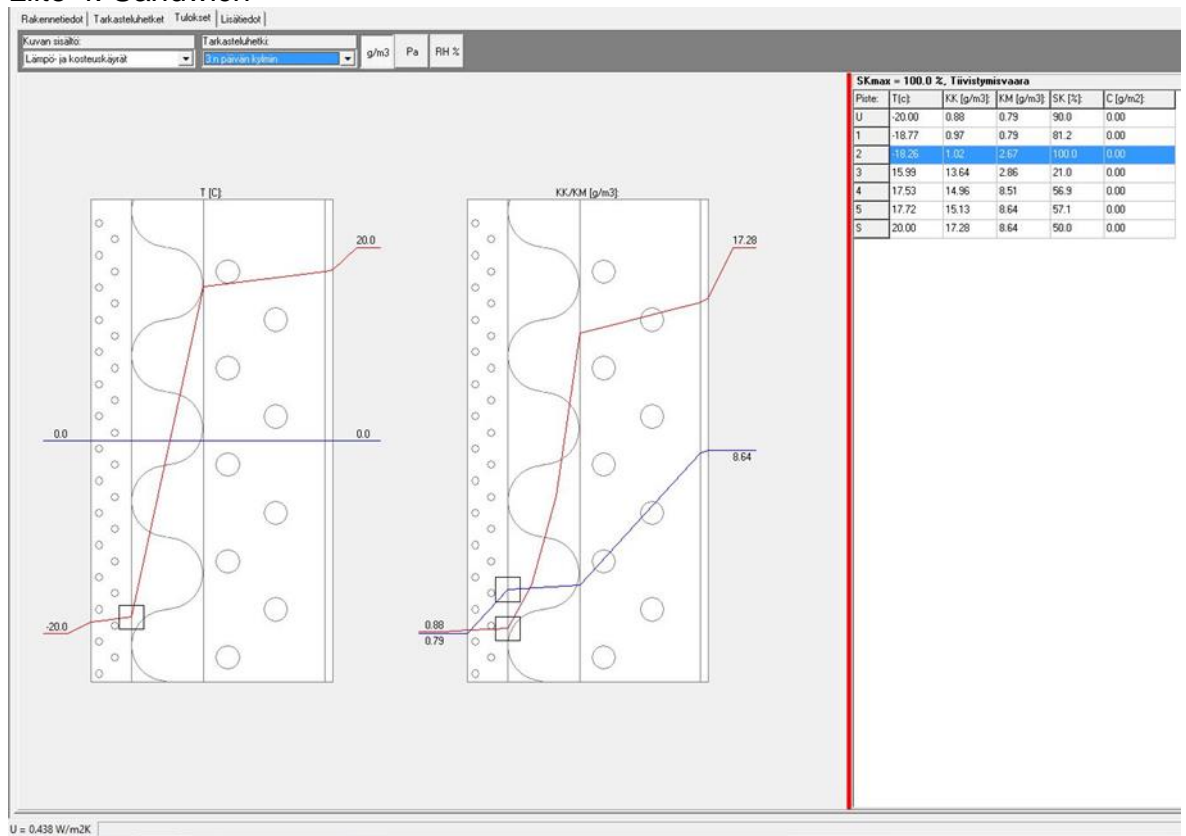
Liite2.Tiili-kevytbetoni



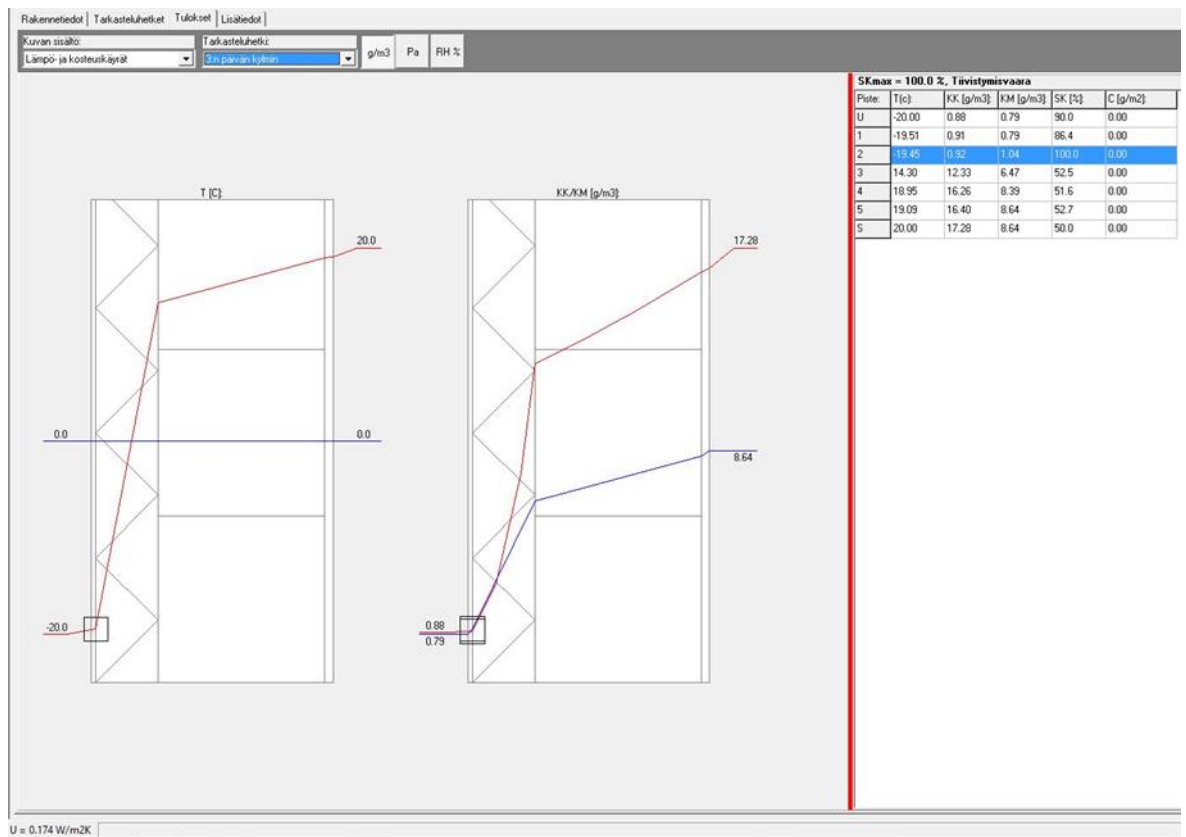
Liite 3. Kevytbetoni-betoni



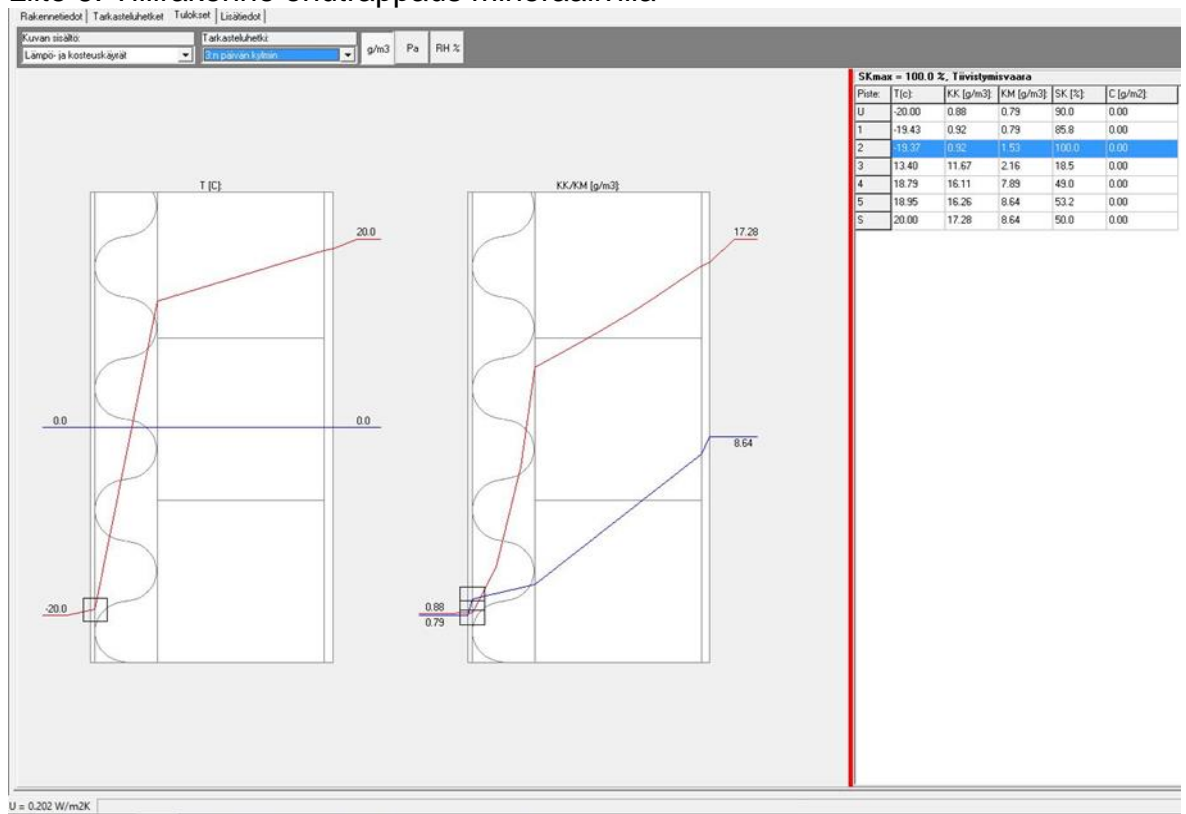
Liite 4. Sandwich



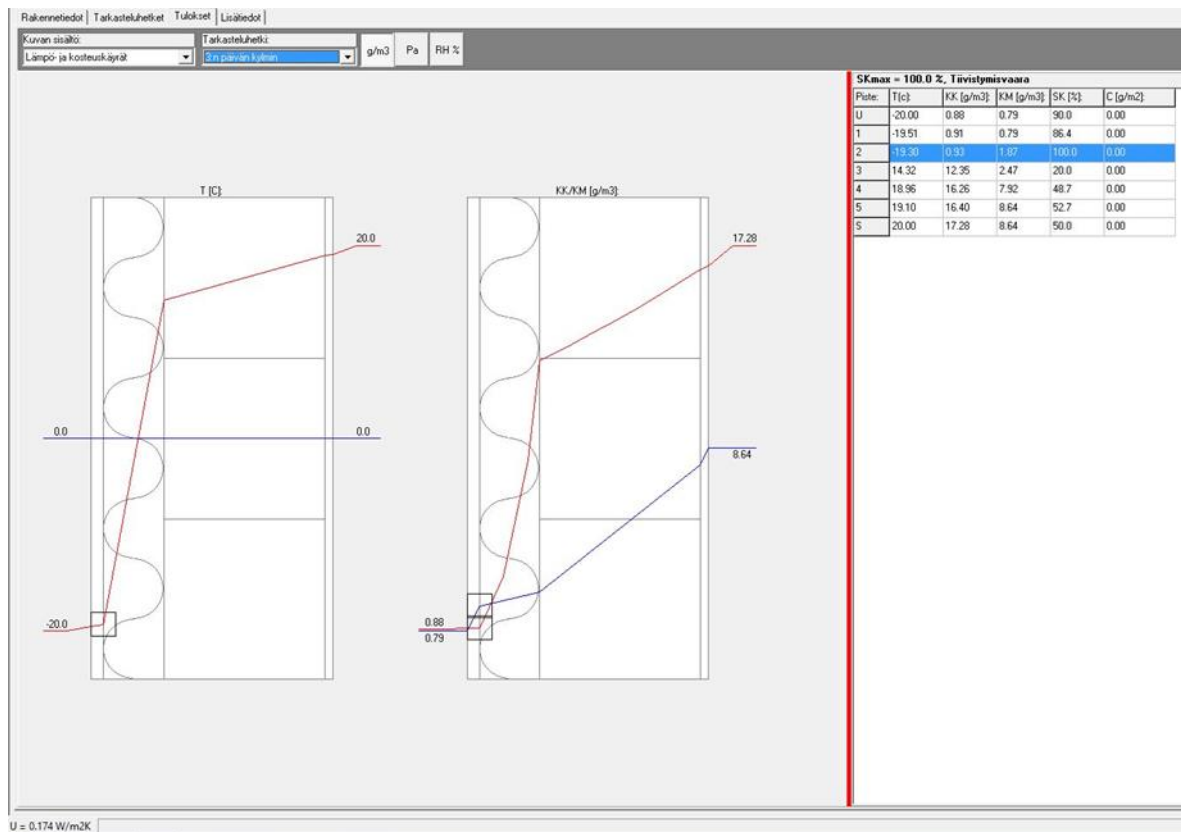
Liite 5. Tiilirakenne ohutrappaus EPS-eriste



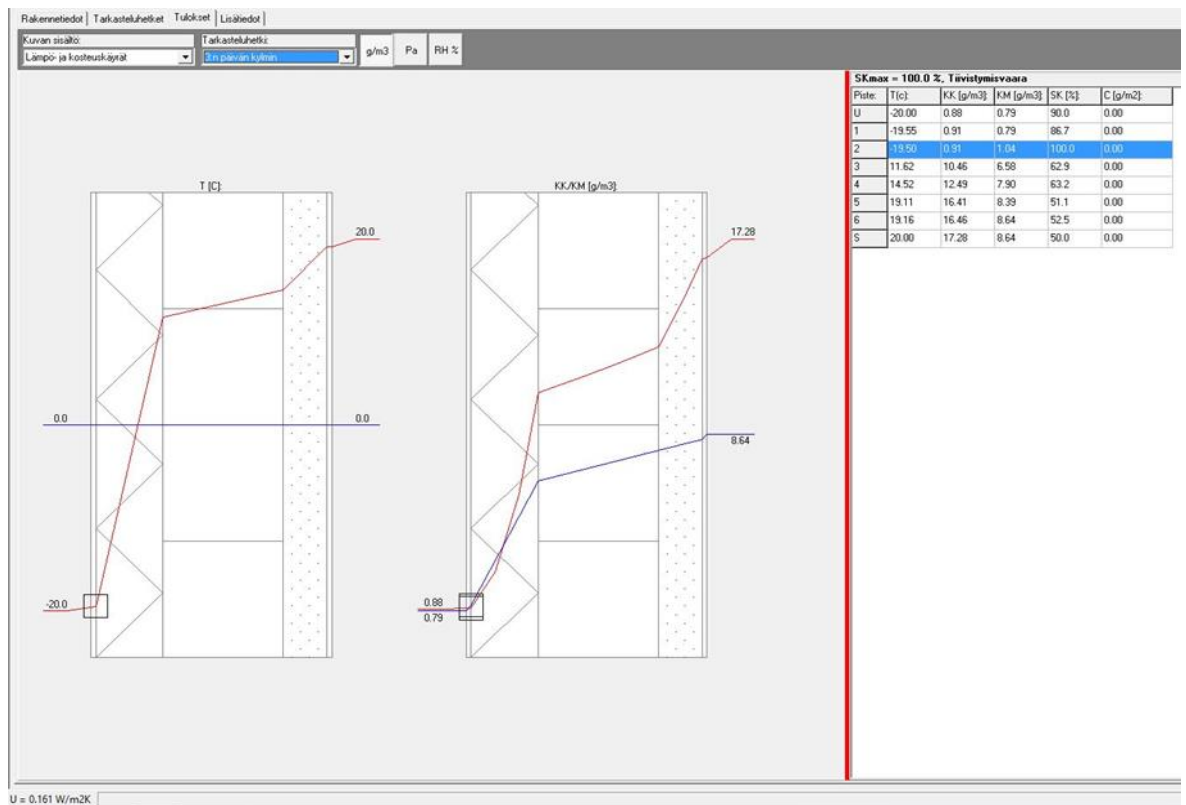
Liite 6. Tiilirakenne ohutrappaus mineraalivilla



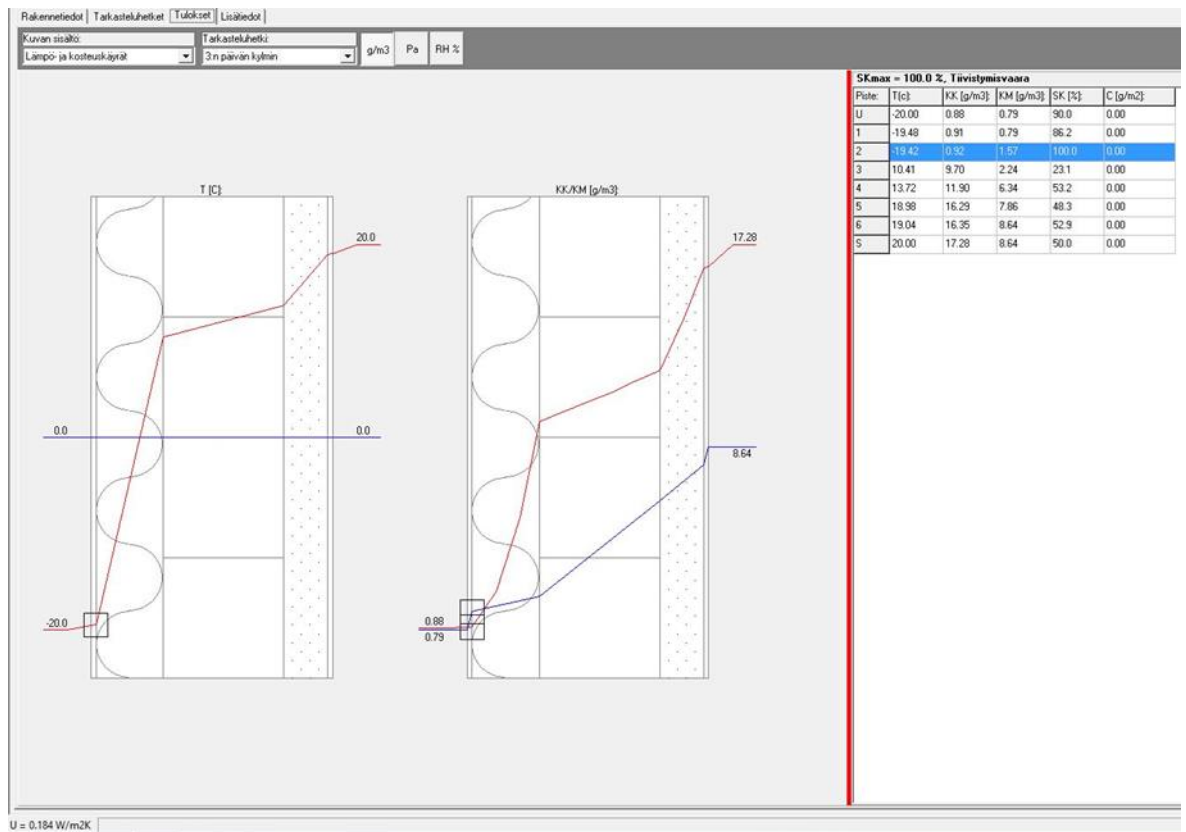
Liite 7. Tiilirakenne paksurappaus



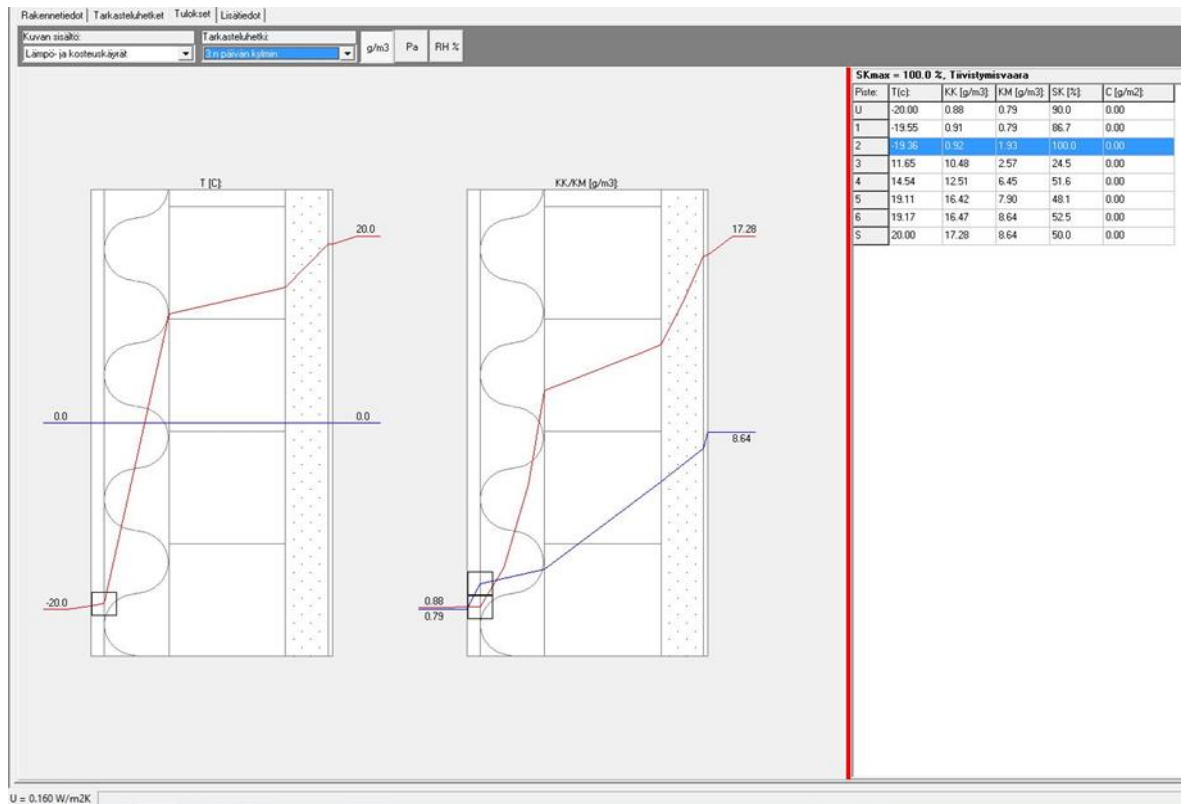
Liite 8. Tiili-kevytbetoni ohutrappaus EPS-eriste



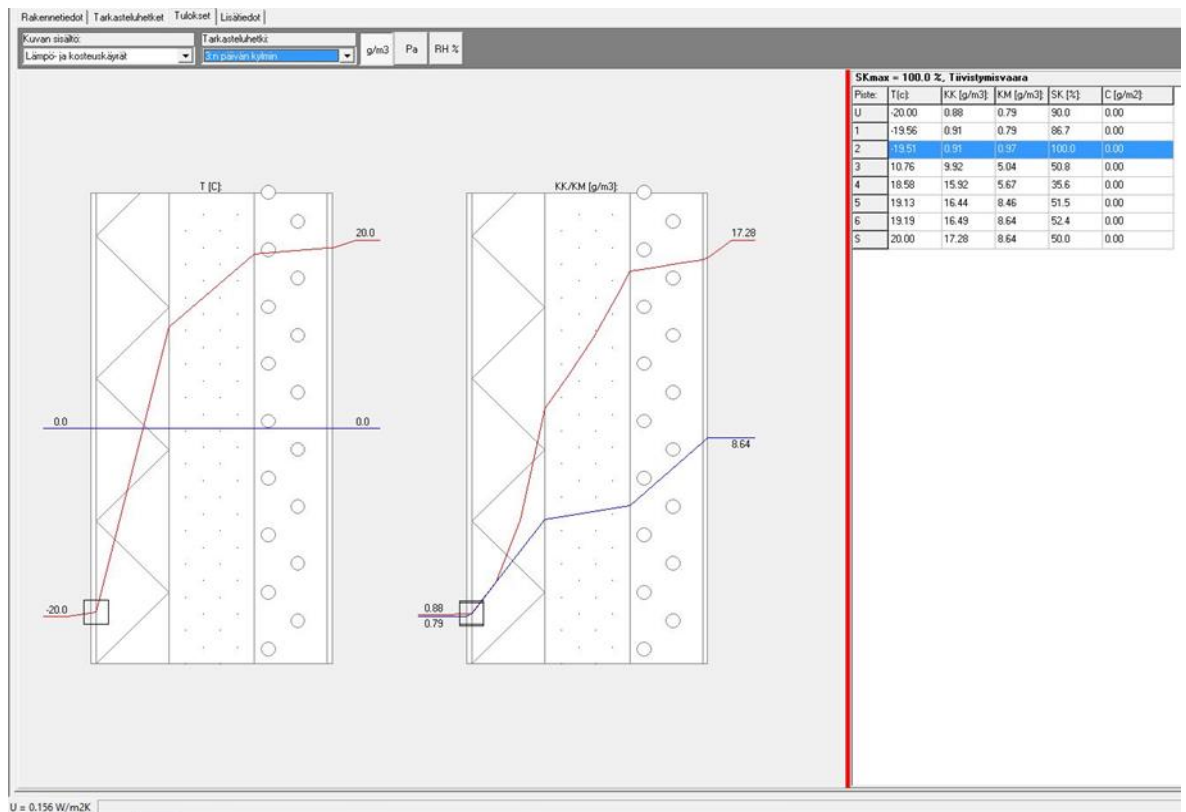
Liite 9. Tiili-kevytbetoni ohutrappaus mineraalivilla



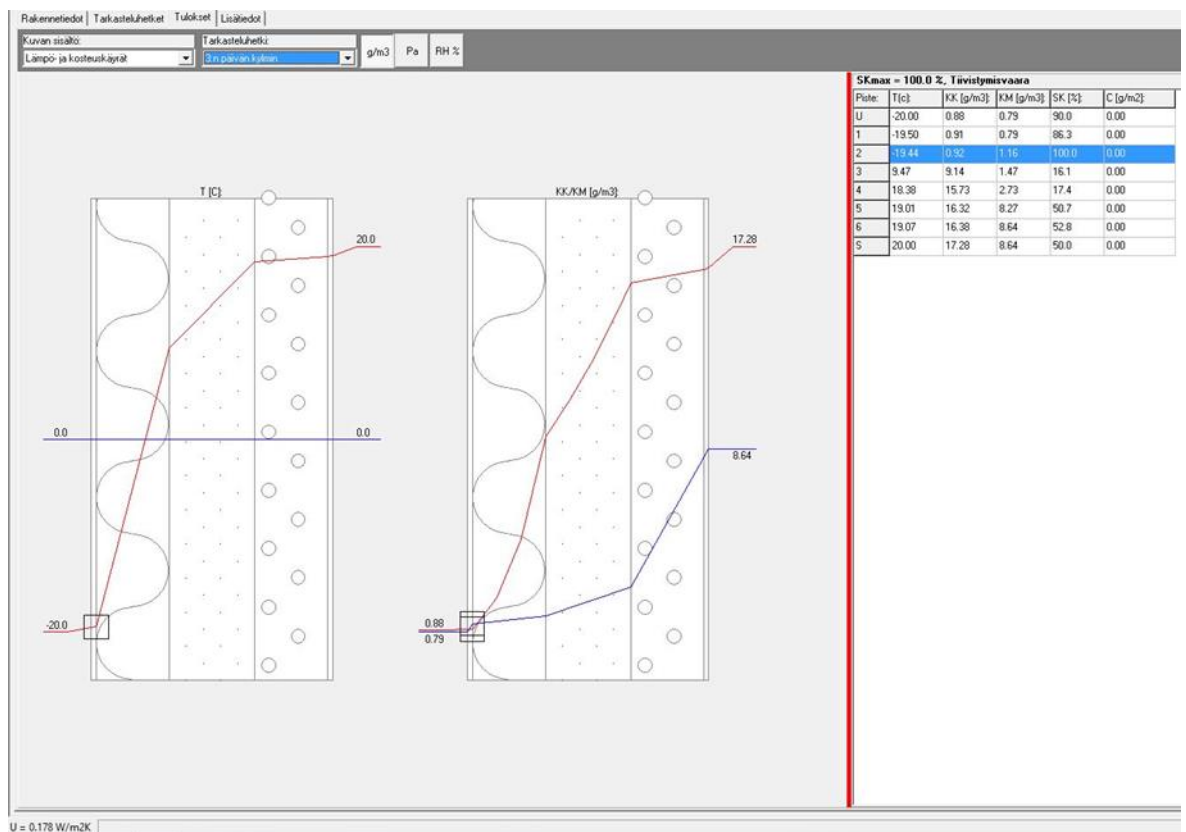
Liite 10. Tiili-kevytbetoni paksurappaus



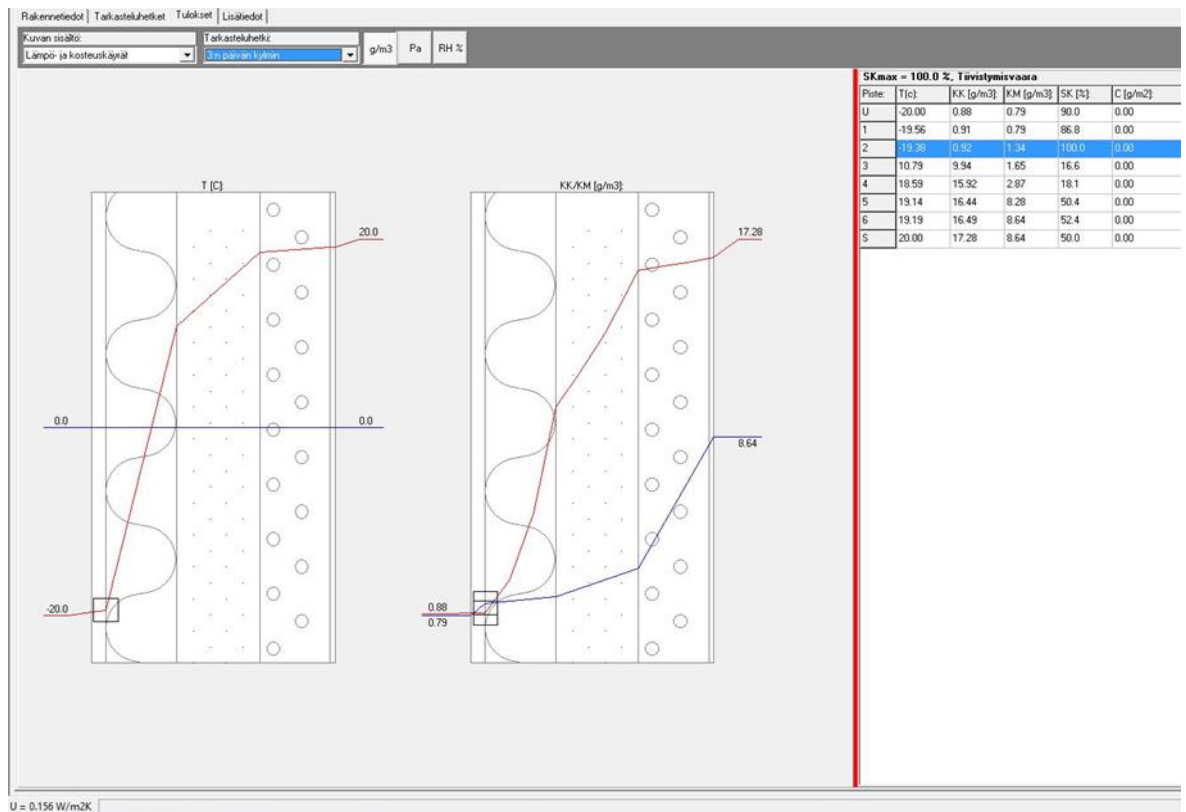
Liite 11. Kevytbetoni-betoni ohutrappaus EPS-eriste



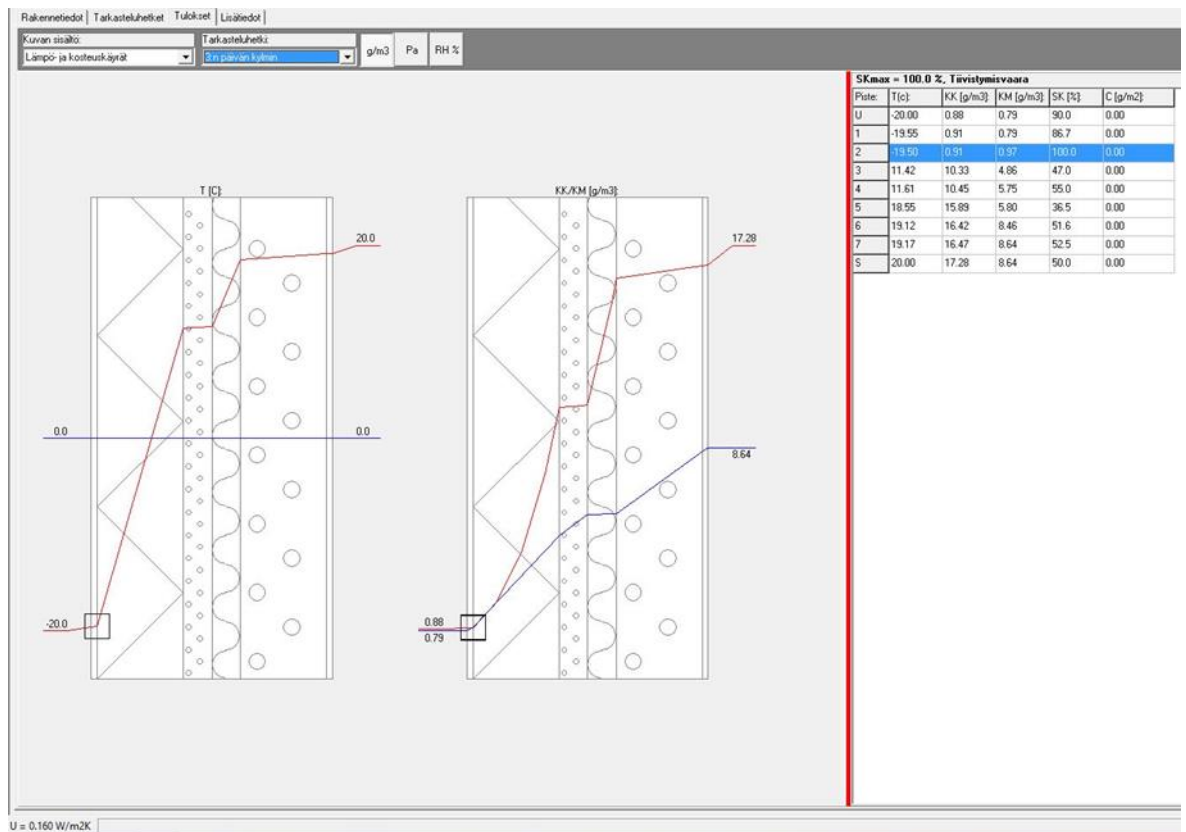
Liite 12. Kevytbetoni-betoni ohutrappaus mineraalivilla



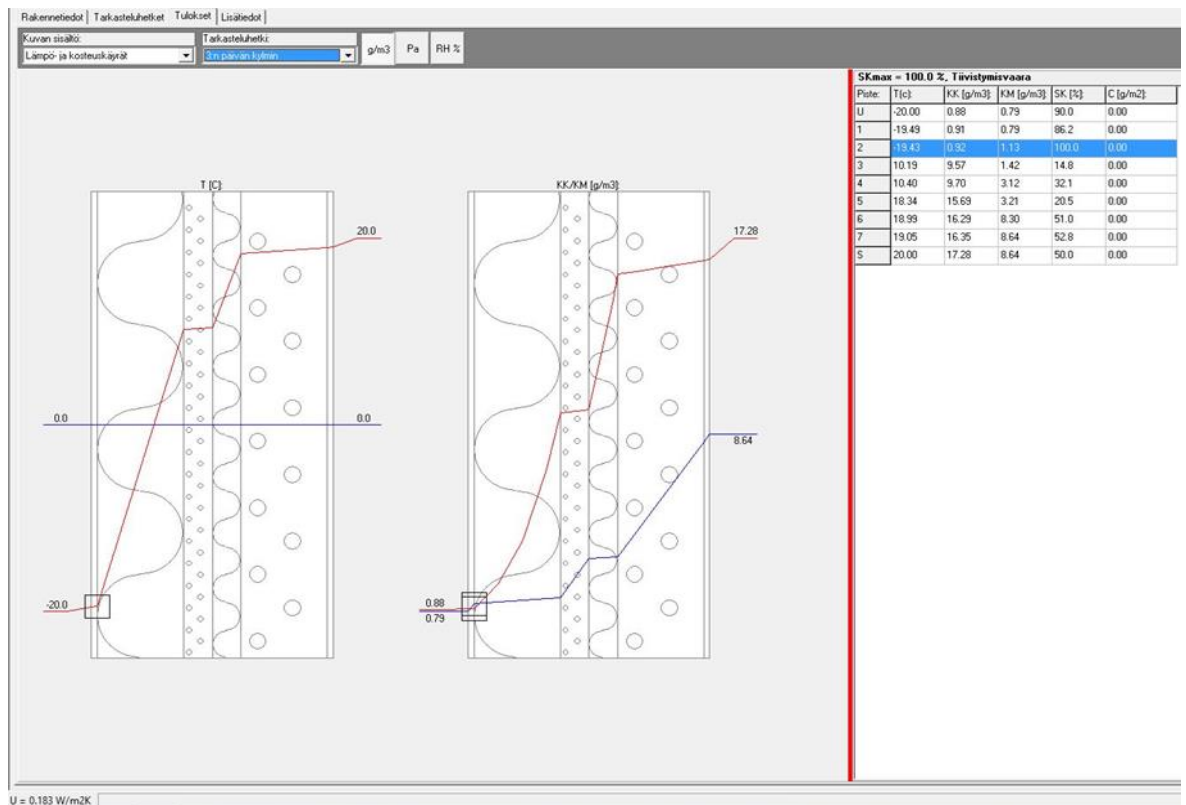
Liite 13. Kevytbetoni-betoni paksurappaus



Liite 14. Sandwich ohutrappaus EPS-eriste



Liite 15. Sandwich ohutrappaus mineraalivilla



Liite 16. Sandwich paksurappaus

