



Lämpölattioiden ohjeistuksen kehittäminen

Miska Leppäsalo

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Rakennustuotanto

LEPPÄSALO, MISKA:
Lämpölattioiden ohjeistuksen kehittäminen

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 29 sivua
Huhtikuu 2020

Tämä opinnäytetyö keskittyy kuvaamaan vesikiertoisien lämpölattian asennusprosessia ontelolaattarakenteisella uudiskerrostalotyömaalla. Opinnäytetyö tehtiin Bonava Suomi Oy:n toimeksiannosta.

Lämpölattiat ovat viime vuosina yleistyneet kerrostalorakentamisessa. Nopean kasvun ja jatkuvan tuotekehityksen myötä työskentelytavat eivät kuitenkaan ole vielä täysin vakiintuneet. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Bonava Suomi Oy:lle yksityiskohtainen työohje lämpölattioiden tekemisestä. Tavoitteena oli, että työohjeesta tulee kattava ja kompakti, ja sen avulla ammattitaitoinen työnjohtaja kykenee johtamaan lämpölattiatyön onnistuneesti ilman aiempaa kokemusta kyseisestä työvaiheesta.

Opinnäytetyössä seurattiin Bonava Suomi Oy:n kohteen Kalevan Paletti 2:n lämpölattiatöitä. Muina tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuusselvityksiä, materiaalien valmistajien sekä kyseisiin töihin erikoistuneiden yritysten tuoteselostuksia ja työohjeita, asiantuntijoiden haastatteluita ja havaintoja sekä mittaus tuloksia työmaalta.

Tämän opinnäytetyön tuloksena syntynyt työohje koettiin toimeksiantajayrityksen edustajan puolesta kattavaksi ja kompaktiksi, ja työ saavutti niiltä osin tavoitteen. Lopullista arviota työohjeen soveltuvuudesta yleiseen käyttöön ei opinnäytetyön aikana pystytty tekemään. Lopullinen arvio saadaan vasta käytännön kokemusten perusteella. Työohjeen uskottiin helpottavan myös työntekijöiden työhön perehdyttämistä sekä kokonais kuvan ja tavoitteiden selvittämistä. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että vastaavanlaisille työohjeille on työmailla kysyntää.

Asiasanat: lämpölattia, työohje, betonitasoite, lattialämmitys

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Production

LEPPÄSALO, MISKA:
Developing Instructions for Heated Floors

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 29 pages
April 2020

This thesis focuses on describing the installing process of water circulate heated floors in apartment houses made of hollow-core slabs. This thesis was made for Bonava Suomi Oy.

Heated floors have become more commonplace in new apartment houses over the past few years. No consensus has so far been established on the best working methods due to fast growth and continuous product development. The purpose of this thesis was to produce a specific work instruction of how to make heated floors. The aim was to make the work instruction comprehensive and compact, so a professional foreman could supervise the job successfully without previous experience of the working phase.

Bonava Suomi Oy's project Kalevan Paletti 2 was observed in this study. Data was obtained also by a literature review, reading product descriptions and work instructions from manufacturers and companies specialized in the work in question, conducting expert interviews and observations as well as measurements at the working site.

The work instruction created in this thesis was found to be comprehensive and compact, so the goals were reached in this respect. It was not possible to do the final evaluation of the instruction in general use during this thesis. The final evaluation can be done once the instruction has been used in practice for some time. The company believed the work instruction will ease the induction of workers as well as clarify the overall picture and the expected result. As a conclusion it could be said that these kinds of instructions are needed in construction sites.

Key words: heated floor, work instruction, flowable concrete floor, underfloor heating

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LÄMPÖLATTIAT.....	6
	2.1. Historiasta nykyaikaan	6
	2.2. Rakenne	9
	2.3. Materiaalit	10
	2.3.1 Lämmitysjärjestelmät.....	10
	2.3.2 Valumassat.....	12
3	TYÖSUORITUS ESIMERKKIKOHITESSA	14
	3.1. Työjärjestys ja aikataulu	14
	3.2. Lämpölattioiden toteutus	16
	3.2.1 Pohjatyöt	17
	3.2.2 Lämmitysjärjestelmän asennus.....	18
	3.2.3 Valutyö	20
	3.3. Olosuhdehallinta	22
	3.3.1 Jälkihoito	23
	3.3.2 Kuivatus	24
	3.4. Käyttöönotto ja pinnoitettavuus	25
	3.5. Laadunvarmistus.....	27
4	VAIHTOEHTOISET MENETELMÄT JA KEHITYSIDEAT	28
	4.1. Työjärjestys.....	28
	4.2. Aikataulu	29
	4.3. Runkotyöt ja talotekniikan nousulinjat	29
	4.4. Alustan tasoitus.....	31
	4.5. Jälkihoito.....	31
5	OHJEEN TARKASTELU.....	33
6	POHDINTA.....	34
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	39
	Liite 1. Ohje lämpölattioiden tekemiseen.....	40
	Liite 2. Asiantuntijoiden haastattelut.....	13
	Liite 3. Sisävaihe aikataulu lämpölattioiden osalta	62
	Liite 4. LujaFlow -työohje	63
	Liite 5. Olosuhderaportti.....	67

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö keskittyy kuvaamaan vesikiertoisen lämpölattian asennusprosessia kokonaisuudessaan ontelolaattarakenteisella uudiskerrostalotyömaalla. Opinnäytetyössä nostetaan esille työvaiheen kriittisiä kohtia ja esitetään toimintatapoja, joilla työ sujuu laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Lämpölattiat ovat viime vuosina yleistyneet valtavasti kerrostalorakentamisessa, ja ovatkin tällä hetkellä paikoin jopa yleisin lämmitysmuoto. Nopean kasvun ja jatkuvan tuotekehityksen myötä työskentelytavat eivät kuitenkaan ole vielä täysin vakiintuneet. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Bonava Suomi Oy, ja tarkoituksena on tuottaa toimeksiantajayritykselle työohje lämpölattioiden tekemiseen, työohje on liitteessä 1. Opinnäytetyössä haetaan perspektiiviä käsittelemällä lämpölattioita laajasti ja seurataan Bonava Suomi Oy:n kohteen Kalevan Paletti 2 lämpölattiatöitä aina pohjatöistä pinnoittamiseen asti.

Idea opinnäytetyön tekemiseen syntyi mielenkiinnosta uudehkoa ja kehittyvää rakennustapaa kohtaan, sekä työmaalla havaituista epäselvyyksistä ja haasteista työtavoissa ja -järjestyksessä. Tutkimusmenetelminä opinnäytetyössä on käytetty kirjallisuusselvityksiä, materiaalien valmistajien sekä kyseisiin töihin erikoistuneiden yritysten tuoteselostuksia ja ohjeita, liitteessä 2 olevia asiantuntijoiden haastatteluita ja havaintoja sekä mittaustuloksia työmaalta. Materiaalien pohjalta laaditaan yksityiskohtainen ohje, jolla osaavan työnjohtajan tulisi pystyä johtamaan lämpölattiatyö onnistuneesti ilman aiempaa kokemusta kyseisestä työvaiheesta. Työohjeen tulee sisältää kaikki lämpölattiatyön työvaiheet. Tavoitteena työohjeelle on, että työvaiheet on kuvattu yksityiskohtaisesti ja yksiselitteisesti, kuitenkin niin, että ohje on mahdollisimman lyhyt ja selkeä.

Opinnäytetyössä käsitellään yleisellä tasolla erilaisia lämpölattiaratkaisuja ja -tuotteita. Varsinainen työohje rajataan kuitenkin koskemaan tyypillistä Bonava Suomi Oy:n uudiskerrostalokohdetta, joka toteutetaan ontelolaattaholvilla. Myös työohjeen rakennusmateriaalit rajataan ainoastaan Bonava Suomi Oy:n sopimus-kumppaneiden tuotteisiin, eli LK Systems Oy:n LK Lattialämmityslevy Silent 30 -lattialämmitysjärjestelmään tarvikkeineen sekä Lujabetoni Oy:n LujaFlow 20/60 -betonitasoitteeseen.

2 LÄMPÖLATTIAT

Lämpölattioilla käsitetään lattialämmitysjärjestelmän sekä rakenteellisten ratkaisujen kokonaisuus. Suomen suurimman vesikiertoisiin lattialämmityksiin erikoistuneen yrityksen, Warmia Oy:n myyntipäällikkö Tero Heikkilän (2020) mukaan mm. yleisen tietotaidon kasvaminen rakennusalalla, rakennusten vaatimusten tiukentuminen sekä yhä parempaan energiatehokkuuteen pyrkiminen ovat johtaneet lämpölattioiden yleistymiseen kerrostalorakentamisessa. Lämpölattioista puhuttaessa on syytä tehdä ero patterilämmitteisten talojen WC- ja kylpyhuone-tilojen sähköiseen lattialämmitykseen, joka ei ole varsinainen lämmitysjärjestelmä vaan vain mukavuutta lisäävä tekijä. Lämpölattiat ovat siis rakennuksen tai tilan pääasiallinen lämmitysjärjestelmä. Lämpölattiat ovat perinteiseen patteriverkostoon nähden energiatehokas lämmitysmuoto, jossa lämmönlähde on jakautunut tasaisesti huoneistoon, siten myös lämmönvaihteluihin reagoiminen on nopeampaa (Saint-Gobain Weber 2018, 3). Lämpölattioissa toteutuu aina samalla myös askelääneneristys.

2.1. Historiasta nykyaikaan

Lattialämmitys on tuhansia vuosia vanha keksintö. Kivikautisilta kaivauksilta on löydetty merkkejä alkeellisista lattialämmityksistä, joissa kuumaa savukaasua on johdettu tulisijoista maalattiaan. Näin lämmitetyistä lattioista on saatu lämpöä myös yöllä. Ensimmäiset nykyaikaisia lattialämmityksiä muistuttavat järjestelmät kehitettiin kuitenkin vasta 1920-luvun Britanniassa ja Ranskassa. (Thermotech n.d.) Ensimmäiset sähköiset lattialämmitysratkaisut Suomessa on tehty 1970-luvun alussa (Ensto Pro: Lattialämmitys 2008). Vesikiertoisia järjestelmiä alettiin käyttää 1980-luvulla (Nieminen 2020). Pitkään lattialämmityksiä käytettiin vain tiloissa missä lattian pintamateriaali aiheutti kylmän tunteen, kuten pesutiloissa. 1990-luvulla vesikiertoisten lattialämmitysten yleistyessä lattialämmityksiä alettiin käyttää myös pientalojen pääasiallisena lämmönjakotapana. (Ensto Pro: Lattialämmitys 2008.)

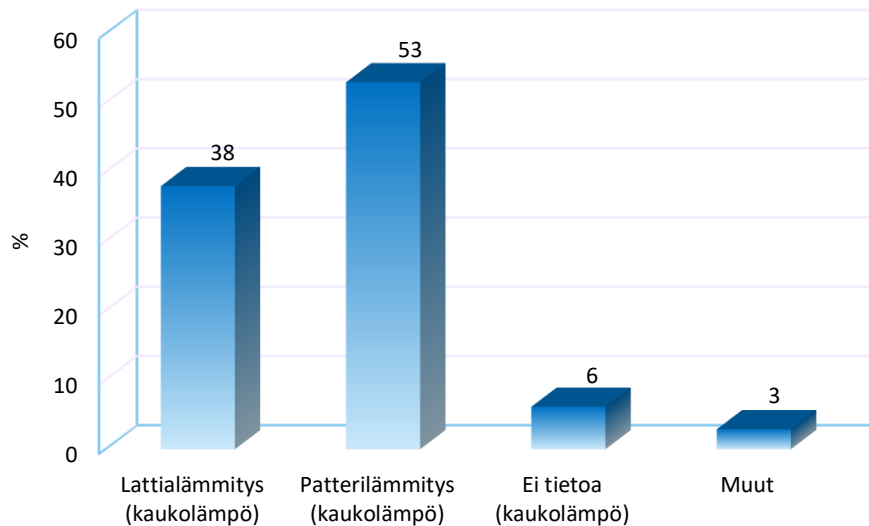
Uponor Oy:n lattialämmityksen tuotepäällikkö Saija Niemisen (2020) mukaan nykyään uusista pientaloista pitkälti yli 90 % toteutetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä. Samanlainen trendi on selvästi nähtävissä myös kerrostalorakentamisen puolella, tosin se on noin 10 vuotta jäljessä. Vuonna 1998 voimaan tulleessa Ympäristöministeriön määräyksessä *C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa* asuntojen askelääneneristysvaatimus kiristyi 58 dB:stä nykyiseen 53 dB:iin. Äänenvoimakkuuden logaritmisesta asteikon takia tämä tarkoittaa merkittävää, noin 68 % leikkausta äänen intensiteettiin. Tämä alkoi viedä rakennusliikkeitä kohti kelluvia lattiarakenteita, mikä kasvatti lämpölattioiden kilpailuvalttia suhteessa patteriverkoston, sillä eristeestä ja työtavasta ei tullut enää lisäkustannuksia (Heikkilä 2020). *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä* (796/2017) korvasi 1.1.2018 alkaen osan RakMK:n osasta C1, mutta askelääneneristysvaatimukset eivät siinä tiukentuneet. Ko. asetuksen 5 ja 6 §:ää on muutettu vielä asetuksella (360/2019), mutta ne eivät koskeneet askelääniä.

Osaltaan lämpölattioiden yleistymiseen on vaikuttanut *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta* (176/2013), jossa säädettiin rakennusten energiatehokkuuden vertailuluvun, eli E-luvun laskennasta. E-luvun laskenta tiukentui vielä uudella asetuksella (1048/2017) vuonna 2017. Uponorin (2012) *Vähäenergiaratkaisut* -esitteessä vesikiertoisen lattialämmityksen energiatehokkuuden kerrotaan perustuvan suuren lämmitettävän pinta-alan avulla saavutettuun matalaan menoveden lämpötilaan (35 °C). Lisäksi lattialämmitys ehkäisee vedon tunnetta ja mahdollistaa siten huonelämpötilan laskemista mukavuudesta tinkimättä. Yhden asteen lasku huonelämpötilassa tuo noin viiden prosentin säästön lämmitysenergiassa. Usein huoneilman lämpötilaa voidaan laskea lattialämmityksen avulla 1-2 asteella. (Uponor 2012, 15-17.) Tämä parantaa rakennuksen E-lukua entisestään. Kun otetaan huomioon myös asuinkerrostalorakentamisessa yleistyvä lämpöpumpputeknologia, on energiansäästö 5-15 % (Heikkilä 2020).

Tiukentuneet vaatimukset askelääneneristävyyden ja energiatehokkuuden suhteen ovat lisänneet selvästi lämpölattioiden kysyntää, mikä puolestaan on lisännyt kilpailua ja tuotekehitystä valumassoissa ja työtavoissa etenkin 2010-luvulla. Rakennusliikkeiden hyvät kokemukset lämpölattioista, laatuajattelun kehittymisen koko kuluvan vuosikymmenen aikana sekä asiakkaiden vaatimukset ovat kas-

vattaneet entisestään lämpölattioiden suosiota. Omakotitaloissa lattialämmitykseen tottuneet ja palveluiden perässä kerrostaloihin muuttavat ihmiset ovat valmiita maksamaan hieman lisää lämpölattioista. Kun hintaero perinteiseen patteriverkostoon on koko ajan kaventunut, ja joissain tapauksissa päästään nykyään jo samaan hintaan, ovat lämpölattiat Ruuhka-Suomen gryndikohteissa jo yleisin lämmönjakotapa (Heikkilä 2020).

Kuviossa 1 on esitetty asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n kaikkien välillä 1.2.2018-14.2.2020 haettujen rakennuslupien lämmönjakotavat. Vesikiertoinen lattialämmitys oli pääasiallisena lämmönjakotapana 38 %:ssa, vesikiertoinen patteriverkosto 53 %:ssa, muut tai ei tiedossa olleet olivat 9 % (Laapotti 2020). Vuonna 2019 ARA-asuntojen osuus kaikista asuntoaloituksista oli 20 %. (ARA 2020.) Lattialämmityksen osuutta voidaan pitää merkittävänä, sillä ARA-asunnot ovat asiakkaille kohtuullisen kustannuksen asuntoja, joten usein myös rakennusvaiheessa hinta korostuu ratkaisuisissa.



KUVIO 1. ARA-asuntojen lämmönjakotavat 1.2.2018-14.2.2020

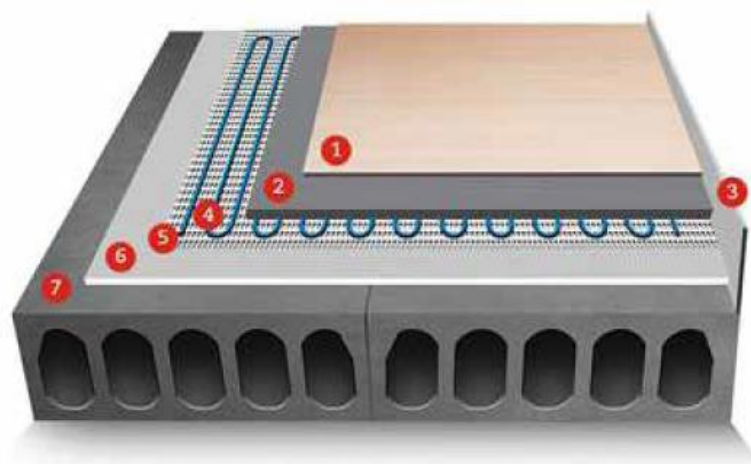
Tämän hetken tilanteen valossa lämpölattioiden tulevaisuus näyttää todella kirkkaalta. Saint-Gobain Weberin tuote- ja kehittämispäällikkö Hassan Raadin (2020) mukaan tulevaisuuden kasvupotentiaalikin löytyy vielä mm. uusiutuvasta energiasta ja viilennyksestä. Uusiutuvia energiamuotoja voidaan hyödyntää lämpölattioiden kanssa menoveden matalan lämpötilan ansiosta (Uponor 2012, 14). Tä-

mäkin parantaa rakennuksen E-lukua, mutta vielä tällä hetkellä uusiutuvat energiamuodot ovat melko harvinaisia kerrostalorakentamisessa. Lämpölattiat soveltuvat myös lattian viilennykseen esimerkiksi kaukokylmän tai maalämpöjärjestelmästä saatavan kylmän veden avulla (Uponor n.d). Lattiaviilennys toimii lattialämmityksen tavoin, ilman lämpötilaa voi siis myös viilentää huonekohtaisesti.

2.2. Rakenne

Lämpölattia on kelluva lattiarakenne, eli se erotetaan sekä alustasta että pystyrakenteista. Sen voi tehdä minkä tahansa kantavan lattiarakenteen päälle. Tosin maata vasten valettujen laattojen päällä kosteuden nousun estämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kantavan rakenteen päälle levitetään eristelevyt, jotka estävät lämmön karkaamista rakenteisiin ja toimivat samalla askeläänieristeinä. Suurin sallittu askelääni asuinrakennuksissa on 53 dB (796/2017, 4 §). Eristeiden päälle tai osin sisään asennetaan lämmitysputkisto, joka peitetään kuituvahvistetulla valumassalla (Kuvio 2). Useiden valmistajien lämpölattiaratkaisuissa käytetään vahvikkeena myös lasikuituverkkoa, esim. Weber Comfort ja Fescon Termo (Saint-Gobain Weber 2018; Fescon 2019).

1. Lattiapinnoite
2. Fescon FlowFiber / HS / GS pumpputasoite 40 mm
3. Fescon reunanauha 8x150 mm
4. Lattialämmitysputkisto + putken U-kiinnike
5. Fescon lasikuituverkko (FlowFiber / HS)
6. Askeläänieristelevy, esim. elastisoitu EPS 30 mm
7. Aluslattiarakenne, esim. ontelolaatta



KUVIO 2. Fescon Termo -lämpölattian rakenne (Fescon 2019, 4)

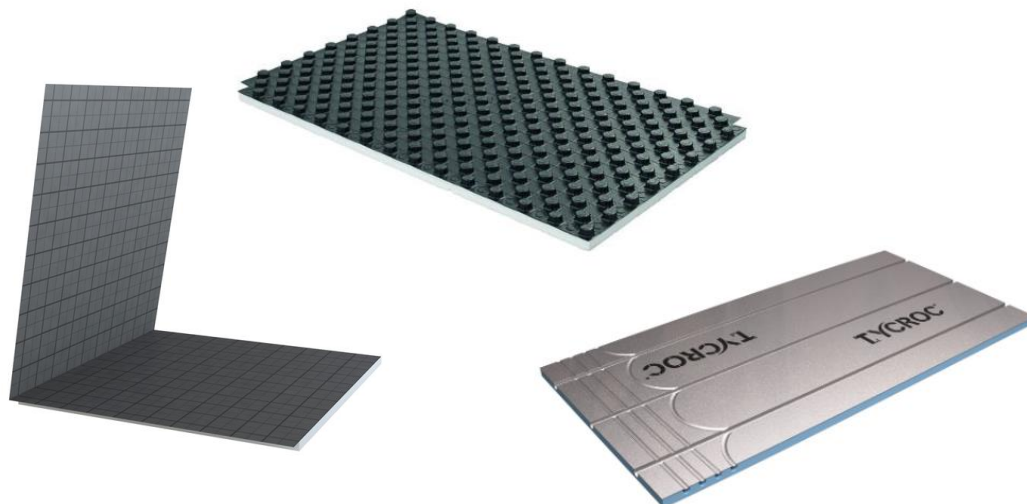
Lämpölattioiden tavanomaiset rakennepaksuudet ovat 60-80 mm ilman pintamateriaalia. Kovat kuituvahvisteiset valumassat mahdollistavat ohuen rakenteen. Paksuihin, raudoitettuihin betonilaattoihin verrattuna nykyaikaiset valumassat reagoivat huomattavasti nopeammin lämpötilanvaihteluihin niiden pienemmän massan ansiosta (Raad 2020). Tämän tuloksena on miellyttävä ja tasainen sisälämpötila ja pienempi energiankulutus (Saint-Gobain Weber 2018, 3).

2.3. Materiaalit

Lämpölattioita voidaan tehdä monilla erilaisilla tuotteilla. Useimmat lämpölattiatoimitteet sopivat minkä tahansa eriste-lämmitysputkiritkaisun kanssa. Jotkin valmistajat ovat kehittäneet kokonaisen tuoteperheen, jolla työ tehdään alusta loppuun, esim. Weber Comfort ja Fescon Termo (Saint-Gobain Weber 2018; Fescon 2019). Myös jotkin työhön erikoistuneet yritykset ovat valikoineet tietyt materiaalit, joilla ne tekevät toimivan kokonaisuuden. Lämpölattioita tulee aina ajatella kokonaisuutena ja keskustella kaikkien osapuolten kanssa jo hyvissä ajoin töitä suunniteltaessa.

2.3.1 Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmään kuuluvat lämmitysputket ja jakotukki tarvikkeineen sekä eristelevyt ja reunanauhat. Eristeenä käytetään usein EPS-eristelevyjä, jollain valmistajilla on myös XPS-levyjä, esim. Tycroc UHP (Tycroc 2011-2020). Tyypillinen levyn paksuus on 30-70 mm. Levyjä on sekä sileäpintaisia että uritettuja. Sileäpintaisiin levyihin lämmitysputket asennetaan vapaasti päälle, kun taas uritetuissa levyissä putket kulkevat uria pitkin. Uritettuja levyjä on sekä vapaamuotoiseen putkien asennukseen että tarkalle putkien sijainnille. Tarkan sijainnin levyissä on erikseen kääntöpalat, joten niiden asentaminen on varsinkin monimuotoisissa asunnoissa työläämpää. Levyissä on usein jokin heijastava pinta yläpuolella, jotta lämpöenergia heijastuu ylöspäin. Kuviossa 3 on LK Systems Oy:n (vasen), Uponor Oy:n ja Tycroc Oy:n (oikea) lattialämmityslevyt.



KUVIO 3. Erilaisia lattialämmityslevyjä (Tycroc 2011-2020; Rakennustieto n.d; LK Systems n.db)

Pääasiassa lämpölattiat ovat vesikiertoisia, vaikka markkinoille on tullut myös ilmakiertoisia järjestelmiä. Ilmakiertoisten lattioiden etuina ovat vesivahinkojen riskin poistaminen sekä mahdollisesti muuta kautta rakenteeseen päässeeseen veden kuivattaminen. Esimerkiksi Helsingissä sijaitsevan Amos Rex -taidemuseon betonirakenteet kuivattiin ilmakiertoisella lämmitys-/kuivatusjärjestelmällä, mikä lyhensi huomattavasti rakennusaikaa. Ilmalämmitys on hyvin harvinaista tällä hetkellä, ja sitä käytetään pääasiassa erikoisrakenteiden massiivisten valujen kuivatuksessa ja korjausrakentamisessa. (SafeDrying n.d.)

Vesikiertoisissa lattialämmitysjärjestelmissä käytetään usein muovisia PEX-putkia. Myös kupari- tai komposiittiputkia on mahdollista käyttää, mutta ne ovat muoviputkia kalliimpia eivätkä juuri tuo lisäarvoa ominaisuuksillaan. Lämmitysjärjestelmät ovat suljettuja piirejä, joissa kiertää hapeton vesi. Putket vedetään huoneistokohtaiselta jakotukilta rullatavarana eristeen päälle piireiksi. Lämmitysmuotona kerrostaloissa käytetään usein kaukolämpöä, mutta käytännössä mikä tahansa lämmitysmuoto sopii vesikiertoisen lattialämmityksen kanssa. Samoilla osilla tehtyä putkistoa voidaan käyttää myös viilentämiseen, esimerkiksi kaukokylmän avulla. (Rakentaja.fi 2017.)

2.3.2 Valumassat

Lämpölattioihin soveltuvia valumassoja on monia erilaisia. Omakotitalorakentamisessa ja etenkin kylpyhuoneissa on käytetty jo 1990-luvulla yleisesti lattialämmitystä tavanomaisessa betonivalussa. Betonivalut ovat kuitenkin niin massiivisia, että niiden lämpötilaa ei voi säädellä kovinkaan nopeasti. Vaikka kuituvahvistettuja lattiatasoitteita on ollut jo 1980-luvulta lähtien, vasta 2010-luvulla lämpölattioiden yleistyttyä kerrostalorakentamisessa eri toimijat ovat kehittäneet perinteiselle betonivalulle vaihtoehtoisia ratkaisuja, joilla ohuemmillä paksuuksilla saavutetaan kestäviä ja hyvin lämpöä siirtäviä rakenteita (Jääskeläinen 2020a; Raad 2020). Markkinoille on tullut lämpölattioiden vaatimukset täyttäviä sementtipohjaisia tasoitteita, kipsivalulattioita sekä erikoisbetoneita. Yleisesti kerrostalorakentamisessa käytettävät lämpölattiamassat ovat itsetasoittuvia ja kuituvahvistettuja.

Itsetasoittuvia pumpattavissa olevia lattiatasoitteita kutsutaan yleisesti plaanoiksi. Kaikki plaanot eivät kuitenkaan sovellu lämpölattioiden tekemiseen, mm. liian pienen maksimikerrospaksuuden takia. Pumpattava sementtipohjainen lattiatasoite on alun perin suomalainen innovaatio (Raad 2020). Sen tuotanto alkoi Suomessa Paraisilla 1970-luvun puolivälissä (Finnsementti n.d). Muovikuituja alettiin käyttämään lattiatasoitteissa 80-luvulla, ja niiden ansiosta pystyttiin valamaan lämpölattioille riittävä kerrospaksuus (Raad 2020). Sementtipohjaiset tasoitemassat ovat kuivatuotteita. Ne sekoitetaan ja pumpataan työmaalla joko siilolla ja erillisellä pumpulla tai pumppuautolla (Kuva 1). Valmiin lattian kutistuma on luokkaa $< 0,5$ mm/m (vrt. betonin 0,4-0,7 mm/m), ja ne ovat pinnoitettavissa 1-8 viikossa (Bostik 2017; Saint-Gobain Weber 2019a; Kiilto 2020).



KUVA 1. Pumpputasoiteauto (Kangasalan Pumppauskeskus n.d)

Kipsipohjaisia lattiatasoiteita on niin ikään ollut markkinoilla jo useita vuosia, ja sementtipohjaisten tavoin paksummissa valuissa käytetään kuituvahvistettua massaa. Sementtipohjaisiin valuihin verrattuna kipsin etu on sen äärimmäisen pieni kutisuma (n. 0,1 mm/m). Kipsilattiat ovat myös sementtipohjaisia kovempia, mutta silti joustavampia. Sementtipohjaiset tasoitteet ovat usein lujuudeltaan C16-20, kun taas kipsitasoiteilla päästään jopa C30-36. Koska kipsi ei juurikaan kutistu, eikä lämmittäessä aiheudu lujuuskatoa, voidaan valun kuivumisesta nopeuttaa huomattavasti lattialämmityksen avulla. (Ahveniston Rakennuspalvelu 2017.)

Lujabetoni Oy:n tuotepäällikkö Juha Jääskeläisen (2020a) mukaan LujaFlow 20/60 -betonitasoite on Suomen markkinoilla ainoa lämpölattiamassa, joka toimitetaan työmaalle valmiina. LujaFlow on sekoitus perinteistä betonia ja lattiatasoitetta. Lujabetoni Oy:n tiedotteessa todetaan: ”Tuote ratkaisee merkittävän lattia-rakentamisen haasteen, jossa itsetasoittuva pumpattava tasoite on erittäin kallis täyttökerros, mutta jossa perinteinen pintabetonikerros ei vielä toimi teknisesti oikein.” (Lujabetoni 2017.) LujaFlow valmistetaan betoniasemalla ja kuljetetaan työmaalle tavanomaisella betonikuljetusautolla. Kuljetusautosta massa laskeetaan kourua pitkin ruuvipumppuun, jolla se pumpataan valupaikalle.



KUVA 2. Betonikuljetusauto ja ruuvipumppu

3 TYÖSUORITUS ESIMERKKIKOHITESSA

Tässä opinnäytetyössä on seurattu lämpölattiaprosessia Bonava Suomi Oy:n kohteessa Tampereen Kalevan Paletti 2. Kohde on kahdeksankerroksinen uudisrakennus, jossa on 75 asuntoa. Pinta-aloiltaan asunnot ovat 29-115 m². Kylpyhuone-elementit pois-laskettuna valettavaa lämpölattiapinta-alaa jää yhteensä 2 900 m², josta noin 240 m² ensimmäisessä kerroksessa ja lopuissa seitsemässä noin 380 m²/krs. Kohteen lämpölattiat on toteutettu LK Systems Oy:n lattialämmitys-järjestelmällä ja Lujabetoni Oy:n LujaFlow 20/60 betonitasoiteella.



KUVIO 4. Kalevan Paletti 2 (Bonava 2018)

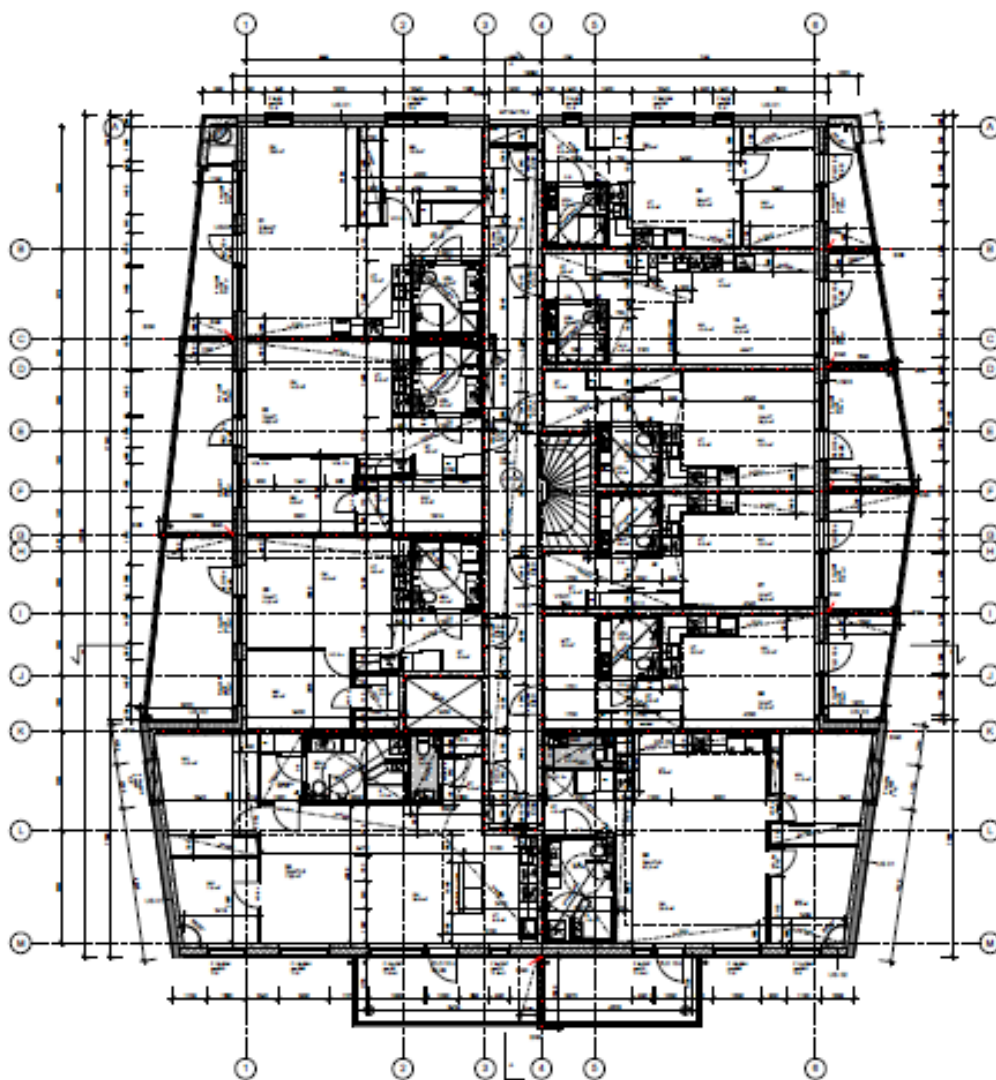
3.1. Työjärjestys ja aikataulu

Lämpölattioiden tekeminen ajoittui kohteessa tammi-huhtikuulle 2020. Talviaikana rungon kuivatus hoituu sisäilmaa lämmittämällä. Rakennuksen runko kuivattiin kaukolämpöjärjestelmään kytketyillä lämpötermoneilla elementtiasennuksen aikana. Ikkuna- ja parvekeoviasennus nousi kaksi kerrosta rungon perässä,

ja heti kun ulkovaippa oli ummessa, asennettiin nousukuiluihin väliaikaiset lämpökatkot ja rakennuksen lämmitys aloitettiin. Lämpökatkoja siirrettiin kerroksittain runkotyön edetessä.

Kohteessa työjärjestykseksi valittiin, että kevyet väliseinät tehtiin ennen lämpölattioita. Lämpölattioiden pohjatyöt alkoivat kuitenkin betonipintojen jälkitöiden yhteydessä alimmista kerroksista runkotöiden ollessa vielä käynnissä ylemmissä kerroksissa. Pohjatöiden jälkeen tehtiin kevyet väliseinät. Kipsilevyniput ja väliseinärangat oli nostettu kerrokseen jo runkovaiheessa. Väliseinätyön aikana tehtiin myös asuntojen sähköputkitukset, sähkönousujen läpiviennit ja käyttövesi- sekä lämmitysputkien eristykset. Kun kaikkien nousulinjojen läpiviennit oli tehty, ne muotitettiin ja valettiin umpeen. Ilmanvaihtokanavien asennuksia alettiin tehdä väliseinätyön perässä.

Sisävaihe aikataulussa lämpölattioiden pohjatöihin ja betonipintojen jälkitöihin oli varattu aikaa kaksi viikkoa, ja varsinaiseen lämpölattiatyöhön viikko kerrosta kohden. Kuviossa 5 on esitetty rakennuksen kolmannen kerroksen pohjakuva. Malliasunnon työt oli suunniteltu tammikuun lopulle ja muut asunnot maaliskuun alusta eteenpäin. Runkovaiheen ja rungon kuivatuksen onnistuttua hyvin jopa hieman aikataulua edellä, päästiin betonipintojen jälkityöt ja lämpölattioiden pohjatyöt aloittamaan jo suunniteltua aikaisemmin. Tästä seurauksena väliseinätyöt päästiin aloittamaan jo kolme viikkoa aikataulua edellä. Lämpölattioiden valu-urakoitsijalla ei ollut kuitenkaan muiden työmaiden kiireiden takia mahdollista siirtää valupäiviä kuin viikkoa aikaisemmaksi. Koska aikataulussa oli siis pelivaraa, päästettiin lämmitysjärjestelmäurakoitsija kerrokseen muutamaa päivää aiemmin, jolloin lämpölattioiden kokonaistyöaika venyi noin seitsemään työpäivään kerrosta kohden. Valujen jälkeen sisävaihe aikataulussa kovettumiselle oli varattu aikaa vähintään viikko, ja sen jälkeen aloitettiin alakattotyöt. Valun ja parkettityön väliin oli suunniteltu noin 14 viikkoa aikaa. Sisävaihe aikataulu on lämpölattioiden osalta liitteessä 3.



KUVIO 5. Pohjakuva 3. kerros (Kalevan Paletti 2, työpiirustus)

3.2. Lämpölattioiden toteutus

Runkovaiheesta saadun aikatauluedun ansiosta kohteen lämpölattioiden toteutukseen jäi hieman ylimääräistä aikaa. Valitettavasti tätä aikaa ei saatu siirrettyä valun kuivumiseen. Valun kuivuminen sinänsä ei ollut ongelma, mutta ensimmäisten kerrosten kohdalla valu olisi saanut olla muovin alla viikon tai pari pidempään. Näin valu olisi varmasti kerennyt kovettumaan kunnolla, ja kuivumisen alku olisi ollut tasaisempaa, mikä olisi hillinnyt lattian käyristymää. Tässä osiossa kerrotaan hyvin yksityiskohtaisesti lämpölattiatyön kulku esimerkkikohteessa. Liitteessä 1 olevassa ohjeessa on lisää kuvia työvaiheista.

3.2.1 Pohjatyöt

Kohteen pohjatyöt aloitettiin ontelolaattakentän hiomisella kuparilaikalla varustetulla lattianhiomakoneella, sekä suurimpien valupurseiden ja pykälien piikkaamisella tai jyrsimisellä. Suurin haaste alustan tasaisuudelle oli vierekkäisten ontelolaattojen korkoero (kuva 3). Korkoero johtuu esijännitettyjen ontelolaattojen valmistustoleransseista (SFS-EN 1168:2005+A3:2011). Ontelolaattojen lujuusluokka on C40-70, joten koholla olevien laattojen ohentaminen on erittäin työlästä. Tämän seurauksena työmaalla päädyttiin muutaman asunnon kohdalla nostamaan valmiin lattian korkoa 5 mm. Hionnan jälkeen lattia imuroitiin ja ontelolaattojen reiät ja raot massattiin tavallisella akryylimassalla, jotta tasoite ei valunut onteloihin tai alempaan kerrokseen. Talotekniikan pystylinjojen läpiviennit olivat vielä osin tekemättä kylpyhuone-elementtien yhteyksissä, joten niiden ympärökset nauhoitettiin rajausnauhalla.



KUVA 3. Vierekkäisten ontelolaattojen korkoero

Ennen tasoittamista ontelolaattakenttään levitettiin tartuntapohjuste kauttaaltaan. Tartuntapohjuste paitsi parantaa tartuntaa, myös ehkäisee ilmakuplien syntymistä sekä estää tasoitteessa olevan veden liian nopean imeytymisen alustaan (Saint-Gobain Weber 2019b). Alustan esikäsittelyn jälkeen ontelolaattojen saumat, paikallavalujen pinnat, sekä muut selvästi muuta pintaa alempana olevat kohdat tasoitettiin käsin tavallisella lattiatasoiteella. Tasoituksella pyrittiin vähintään +/- 5 mm tasaisuuteen kahden metrin matkalta mitattuna, mikä on LK Lat-

tialämmityslevy Silent 30 -eristeen alustan minimivaatimus. Käytännössä työmaalla päästiin kuitenkin huomattavasti parempaan lopputulokseen. Kun tasoite oli kuivunut, sen päälle levitettiin vielä uudestaan tartuntapohjuste, jotta pinta oli helpompi pitää puhtaana muiden työvaiheiden aikana. Kun varsinaiset pohjatyöt oli tehty, aloitettiin väliseinätyöt, viimeisteltiin läpiviennit ja tehtiin loput valut.

3.2.2 Lämmitysjärjestelmän asennus

Lämmitysjärjestelmien jakotukit asennetaan kylpyhuone-elementteihin tehtaalla kiinni asennettuihin kaappeihin jo nousulinjoja kytkettäessä, jotta linjat voidaan koeponnistaa. Lämpölattiaeristeet, -reunanauhat ja -putket tarvikkeineen nostettiin kerrokseen valmiiksi, kun väliseinätyöt ja ilmavaihtokanava-asennukset olivat valmiit.

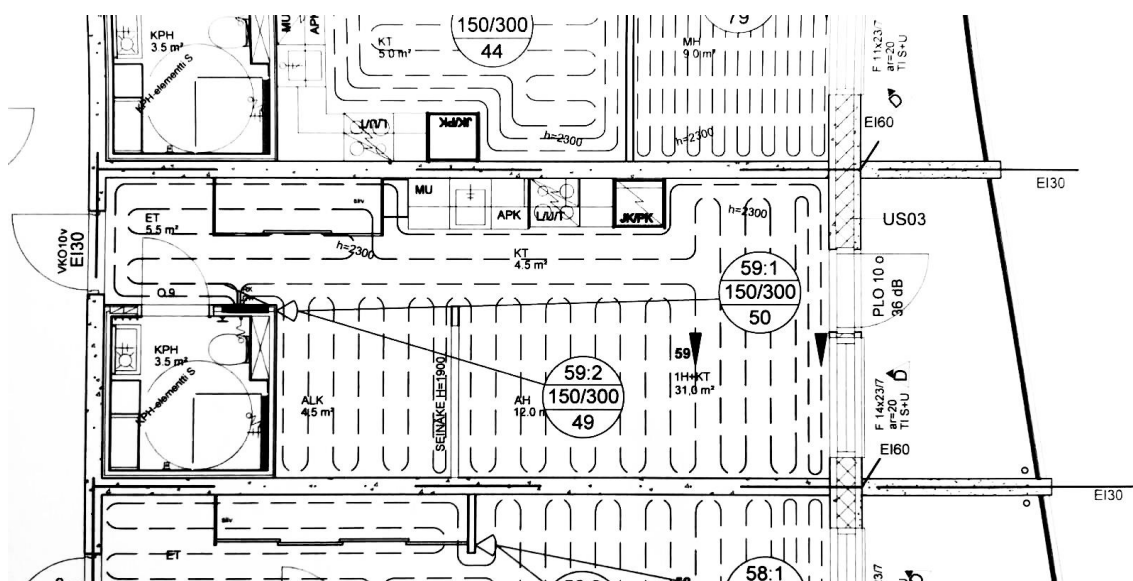


KUVA 4. Jakotukkikaappi

Lattialämmitysjärjestelmän asennus aloitettiin 8 mm paksuisten reunanauhojen asennuksella. Reunanauhan tehtävä on irrottaa kelluva lattialaatta pystyrakenteista. Sen paksuudella voidaan säädellä laatan elämisvaroja sekä hallita käyritymistä. Oikein mitoitettu paksuus antaa laatalle tarvittavan tilan liikkua, mutta kuitenkin hillitsee laatan nurkkien nousemista. Reunanauhan asentamisessa on-

kin tärkeää, että kaista on sisänurkissa kunnolla seinissä kiinni, ja ettei sitä ulkonurkissa kiristetä liian tiukalle. Nauhan alareunassa on kiinni muovikaista, joka levitetään eristelevyjien päälle, ettei valumassa pääse reunanauhan ja eristelevyn väliin (LK Systems n.da). Reunanauhojen asennuksen jälkeen lattiapinnalle levitettiin 30 mm paksuiset EPS-eristelevyt. Eristelevyt toimivat samalla askeleenieristeinä. Niiden yläpinnassa on foliokalvo, jossa on putkien asennusta ja näytepalamittausta helpottava ruudukko viiden ja kymmenen senttimetrin välein.

Lattialämmityspotket asennettiin eristeen päälle LVI-suunnittelijan laatimien piirustusten mukaisesti (kuvio 6). Asennusväli oli muuten 300 mm, mutta ikkunoiden ja parvekeovien edessä 150 mm. Eri huoneille voidaan tehdä omat piirit, tai piirejä voidaan jakaa useampaan huoneeseen. Esimerkiksi vaatehuoneen ollessa makuuhuoneen piirissä, voidaan vaatehuoneen puolella kasvattaa asennusväliä, koska lämmitystarve ei ole niin suuri kuin makuuhuoneessa. Suurten ikkunoiden ja parvekeovien edustalla asennusväliä tihennetään lämpöhäviöiden takia. Piirit asennetaan suunnitelmapiirustusten mukaisesti. Keskimääräinen piirin pituus on noin 50 metriä, maksimin ollessa noin 70 metriä. Rullatavarana tuleva putki painettiin kiinnitinsangoilla eristeen pintaa vasten ja putkipiirin päät kiinnitettiin ja kytkettiin jakotukkiin.



KUVIO 6. Lattialämmityspiirustus (Kalevan Paletti 2, työpiirustus)

3.2.3 Valutyö

Valutyö alkoi tarvittavan massan paksuuden mittaamisella. Huoneistot kierrettiin tasolaserin kanssa, ja eristeeseen merkittiin 0,5 – 1 metrin välein eristepinnan ja halutun valupinnan välinen korkeusero. Merkkien kohdalle tehtiin mittaustuloksen mukaiset muoviset korkolaput, joiden avulla massan valaminen onnistui oikeaan korkoon. Samalla laatan halkeamisen kannalta kriittisiin paikkoihin, kuten pilasterien ulkonurkkiin, lisättiin lasikuituvahvikkeet. Oviaukkoihin ja huoneiden välisille linjoille tehtiin uretaanivaahdolla kutistumasaumat. Kutistumasaumoilla keskitetään laatan kutistumisen seurauksena syntyvien pakkovoimien aiheuttamat halkeamat haluttuihin kohtiin (Betoni.com n.d). Uretaanivaahto ohentaa valua halutulla kohdalla niin, että siihen syntyy kutistumahalkeama.

Valupäivinä työmaa-alueelle järjestettiin riittävä tila betoniautolle sekä erilliselle ruuvipumpulle. Letkulinja vedettiin kerroksiin porrashuoneen sisäreunaa pitkin siten, että se ei vaikeuttanut muuta työntekoa tai aiheuttanut vaaratilanteita. Valumassan saavuttua työmaalle ja kaiken ollessa valmiina valutyötä varten, tehtiin massalle leviämäkoe. Leviämäkokeessa tasaiselle, imemättömälle alustalle asetettu 2,84 dl mitta-astia kaadetaan täyteen massaa. Kun astia nostetaan pois, massa leviää alustalle ja alustassa olevista mittarenkaista nähdään massan leviämä. Leviämän tulee olla välillä 200-260 mm. Massan valuporukka voi tarvittaessa notkistaa massaa sen ollessa liian jäykkää, mutta käytännössä sille ei ole ilmennyt juurikaan tarvetta (Jääskeläinen 2020a).

Kun massan laatu oli todettu hyväksi, aloitettiin valu valettavan alueen kauimmaisesta nurkasta, jotta letkua ei tarvinnut lisätä kesken työn (kuva 5). Massaa laskettiin letkua tasaisesti ja rauhallisesti pyörittäen siten, että korkolaput peittyivät juuri ja juuri. Kun massaa oli valettu sopiva määrä, hevostettiin se siihen tarkoitukseen tehdyllä työkalulla, jotta massa sekoittui ja tasaantui kunnolla, eikä vesi erottunut pintaan. Huono massan koostumus tai puutteellinen hevostaminen johtaa veden erottumiseen, mikä ei välttämättä näy edes vielä valuvaiheessa, mutta ilmenee massan kuivuttua ja veden haihduttua epätasaisuutena ja pehmeänä kuonakerroksena valun pinnalla. Hevostuksen yhteydessä valuu suihkutettiin varhaisjälkihoitoaine huoneittain, jotta hevostetun massan päälle ei tarvinnut mennä enää kävelemään.



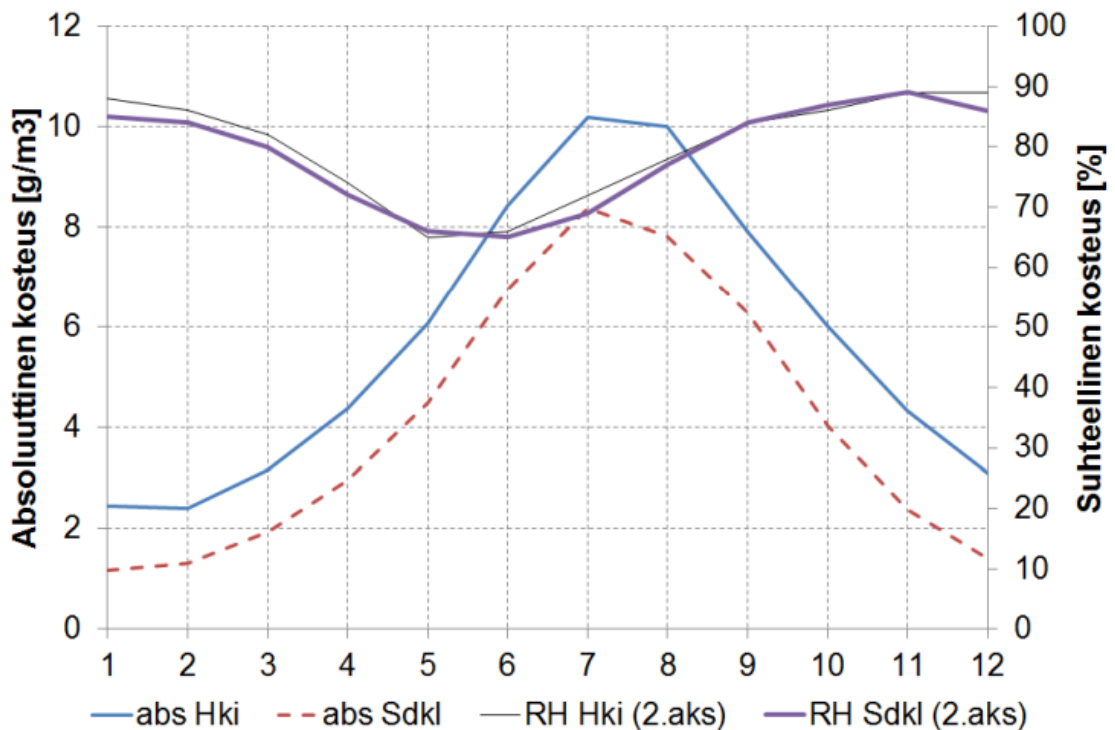
KUVA 5. LujaFlow'n valu

Varhaisjälkihoitoaine vähentää merkittävästi plastisen kutistuman seurauksena syntyvää halkeilua. Plastinen kutistuma on betonin varhaisvaiheessa tapahtuvaa kutistumaa, joka johtuu veden haihtumisesta betonin pinnalta (Suomen Betoniyhdistys 2018, 74-75). Valun jälkeisen ensimmäisen 24 tunnin aikana tapahtuva plastinen kutistuma voi olla suuruudeltaan jopa 7 mm/m, jos valuolosuhteet ovat huonot ja betonin pinta on kosketuksissa liian kuivan ilman (RH 20... 40 %) kanssa tai tuulen vaikutukselle alttiina (Sisäilmäyhdistys n.d).

LujaFlow'n ohjeen mukaan työnaikaisen lämpötilan tulee olla +10 ja +23 asteen välillä, työohje on liitteessä 4. Sementin sitoutumis- ja kovettumisvaiheessa ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla mahdollisimman suuri. Ihanne RH on 100 %. Myös lämpötila vaikuttaa oleellisesti, sillä sementin ja veden välinen hydrataatio on lämpösidonnainen reaktio. (Finnsementti 2007, 29-31.) Mahdollisimman tehokkaan lujituksenkehityksen kannalta tulisi siis olla kostea ja lämmin ilma. Ilman lämpötilaksi riittää hyvin +20 °C, mikä on syytä pitää rakennuksessa muitakin työvaiheita ajatellen. Valun korkea kosteusprosentti järjestettiin heti valun jälkeen suihkutettavalla varhaisjälkihoitoaineella.

3.3. Olosuhdehallinta

Rakennuksen sisäilman lämpötilalla ja kosteudella on suuri merkitys betonitasoitteen kovettumisen ja kuivumisen kannalta. Esimerkkityömaalla sisäilman olosuhteita tarkkailtiin rakennuksen keskikäytävillä olleilla lämpötila- ja kosteusmittareilla. Olosuhteraportti on liitteessä 5. LujaFlow -betonitasoitteen ohjeen mukainen sisäilman olosuhde on kovettumisen ja kuivumisen aikana RH 50 % ja lämpötila välillä +10... +23 °C. Korkeampi RH hidastaa kuivumista, joten RH ei saisi ylittää 60 %. Huomattavan alhainen RH ei kuitenkaan nopeuta kuivumista merkittävästi, joten alle 30 %:n RH:ta voidaan pitää jo lämmitysenergian hukkaamisena. (Sisäilmayhdistys n.d.) Tämä tarkoittaa käytännössä aina talviaikaan ilman lämmittämistä ja kesäaikaan kuivattamista. Lauhanakin talvena ulkoilman lämpötilan ollessa 0 °C, ilmaan mahtuu maksimissaan 4,85 g/m³ vettä, mikä tarkoittaa +20 °C lämmittämisen jälkeen RH 28 %. Kesällä taas lämpötilan ollessa noin +20 °C, on RH tyypillisesti Suomessa noin 70 % (kuvio 7).



KUVIO 7. Ulkoilman suhteellinen ja absoluuttinen kosteus kuukausikeskiarvona Helsingissä ja Sodankylässä (RIL 107–2000).

3.3.1 Jälkihoito

Noin vuorokausi valun jälkeen, kun valu kesti kävelyn, koko valun pinta peitettiin muovilla. Se esti kosteuden poistumista ja siten hidasti kuivumista sekä pienensi käyristymää. Lisäksi muovi ylläpiti valun hyviä kovettumisolosuhteita, mutta antoi sisäilmalle mahdollisuuden tuulettua. Lattialämmitys kytkettiin päälle kolme vuorokautta valun jälkeen tasaisen kovettumisen ja kuivumisen varmistamiseksi. Vesikierron lämpötila oli +20 °C ja sisäilman lämpötila noin +18... +23 °C ja suojaukset ulkotiloihin säilytettiin.

Ensimmäisen kerroksen valujen suojauksessa käytettiin kuvassa 6 vasemmalla puolella näkyvää ohutta muovia. Muiden töiden edetessä muovi todettiin liian heikoksi pysymään paikoillaan niiden aikana, joten seuraavissa kerroksissa siirryttiin kuvan 6 oikeanpuoleiseen 0,2 mm:n rakennusmuoviin. Laser-mittauksilla todettiin, että laatan nurkat alkoivat nousta aina muovin poistamisen jälkeen. Valitettavasti tämän opinnäytetyön puitteissa ei ollut aikaa tutkia ylempien kerrosten käyristymiä pidemmällä aikavälillä. Myös muovin käyttöajan pituutta suhteessa laatan käyristymiseen olisi ollut mielenkiintoista tutkia.



KUVA 6. Jälkihoidossa käytetyt muovit

3.3.2 Kuivatus

Betonitasoitteen kuivumisen aikaiset olosuhteet vaikuttavat suuresti laatan käyristymiseen. Plastisen kutistuman lisäksi kovettunut betoni kutistuu kuivuessaan, tätä kutsutaan kuivumiskutistumaksi. (Suomen Betoniyhdistys 2018, 74-75.) Kuivumiskutistuma on sementin materiaaliominaisuus, eikä sitä voida täysin poistaa. Hyvin onnistuneella massan suhteituksella ja olosuhdehallinnalla kuivumiskutistumasta johtuvaa laatan käyristymistä voidaan kuitenkin vähentää merkittävästi.

Ensimmäisen kerroksen osalta muovi poistettiin laatan pinnalta tasoitteen ruiskutuksen alettua noin kaksi viikkoa valun jälkeen. Tasoitetyöstä syntyvästä ilmastokosteudesta huolimatta laatan nurkat nousivat jo muutamassa päivässä muovin poiston jälkeen. Laatan nurkkien korkoa tarkkailtiin ensimmäisessä kerroksessa koko kovettumisen ja kuivumisen ajan tasolaser-mittauksilla. Tyypillinen nurkkien nousu oli 2-8 mm. Betonilattioiden käyristymistä on Suomessa tutkinut varsinkin Jari Hietala (2001, 2003). Hietalaa lainaten:

Kelluvan betonilaatan kaareutuminen johtuu laatan epätasaisesta kuivumisesta ja siihen liittyvästä kuivumiskutistumasta. Laatan yläpinta kuivuu ja kutistuu voimakkaammin kuin alapinta ja tästä kutistumaerosta johtuen laatta pyrkii kaareutumaan ja laatan nurkat nousevat ylöspäin. (Hietala 2003, 6.)

Aikaisintaan kolme viikkoa valun jälkeen laatan pinta hiottiin auki kuivumisen vauhdittamiseksi. Hionnalla myös oikaistiin mahdolliset epätasaisuudet ja tasoitettiin nurkkien ylösnousut. Olosuhteiden lisäksi laatan käyristymiseen vaikuttaa laatan omapaino, laatan leveys sekä eristeen kimmoisuus (Hietala 2001, 55-64). Nurkkien maltillinen nousu ei ole sinänsä vaarallista, ja ne painuvat jonkin verran takaisin, kun laatta on kauttaaltaan kuivunut. Palautumisessa kestää kuitenkin käyristymisen suuruuden mukaan jopa useita viikkoja, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia pintamateriaalin ja listoituksen kanssa. Lämpölattioiden suoruusvaatimus määritellään suunnitelmissa. Usein asuinkerrostaloissa käytetään kuitenkin SisäRYL 2013:n tasaisuusluokkaa 2, jonka mukaan suurin sallittu poikkeama on +/- 3 mm kahden metrin matkalta mitattuna (taulukko 1). Joidenkin parkettien alustan suoruusvaatimus voi tosin olla +/- 2 mm kahden metrin matkalta mitattuna, joten se on syytä tarkistaa jo sopimusvaiheessa.

TAULUKKO 1. Parketin alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat (SisäRYL 2013, 209)

	Mittaus- pituus L, mm	Suurin sallittu poikkeama, mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Hammastus		0	0
Tasaisuus- poikkeama	2000	± 2	± 3

3.4. Käyttöönotto ja pinnoitettavuus

Lujabetoni Oy:n ohjeen mukaan valettu lattia kestää kävelyn noin vuorokauden kuluttua valusta, jos lämpötila on ollut +20 °C, ja noin kolmen vuorokauden kuluttua lämpötilan ollessa +10 °C. Työmaalla kävelynkesto saavutettiin aina seuraavana päivänä valusta. Tilassa voi tehdä muita töitä heti kun valu kestää kävelyn, kunhan valun pinta suojataan muovilla. Mitään painavia tavaroita ei kuitenkaan saa säilyttää laatan päällä kovettumisvaiheen aikana. Alakattoihin tarvittavat kipsilevyt varastoitettiin käytävälle, ja tasoitesäkit nostettiin lämpölattioiden päälle tsaaisesti ja asuntokohtaisesti aikaisintaan kaksi viikkoa valun jälkeen, juuri ennen niiden käyttöä.

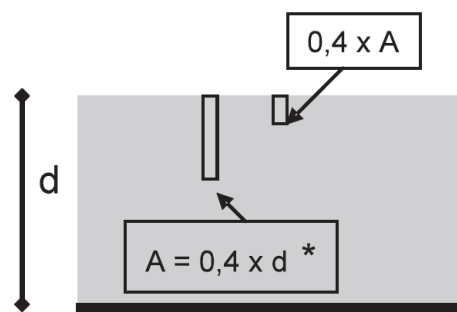
Pinnoitettavuudessa itsestään tasoittuva betonitasoite ei poikkea tavanomaisesta betonilaatasta. Esimerkkityömaalla lämpölattiat olivat pinnoituskuivia noin neljän viikon kuluttua muovin poistosta. Vahanen Oy:n tutkimuspäällikkö Sami Niemi (2010, 422-424) kertoo artikkelissaan *Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen* pinnoitettavuuteen vaikuttavan oleellisesti mm. pinnoitusmateriaalin vesihöyrynläpäisevyys, kosteudensietokyky sekä asennustapa. Kelluvan parkettipäällysteen alustan pinnan RH:n tulee olla $\leq 75\%$ ja 40 % syvyydellä laatan paksuudesta $\leq 85\%$ (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. Alustabetonin suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvoja päällystyshetkellä (Betonirakentamisen päällystämisen ohjeet 2008)

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1...3 cm:n syvyydellä (0,4 x A)
Mosaikkiparketti		
– normaali betoni	85	75
– erikoisbetoni (v/s < 0,5)	85	
Kerrokselliseksi asennettava (kelluva) lautaparketti ja alusmateriaali	85	75
Alustaan liimattava lautaparketti		
– normaali betoni	85	75
– erikoisbetoni (v/s < 0,5)	85	

Alustan kosteus mitataan ja dokumentoidaan ennen pinnoitusta. Ohueen ja huo-koiseen kuituvahvistettuun laattaan soveltuva menetelmä on näytepalamittaus. Porareikämittaus ei ole sinänsä ohjeiden vastaista, mutta käytännössä mittaus-tuloksissa on havaittu suurta poikkeamaa. Näytepalamittauksella päästään noin 2-3 % tarkkuuteen. Kaikki asunnot valokuvattiin ennen valua, jotta putkia ei vau-rioitettu näytepaloja piikatessa. LK Lattialämmityslevy Silent 30:ssä oleva ruu-dukko auttaa mittauspaikan määrittämisessä valokuvan perusteella.

Näytepalamittauksessa betoniin piikataan noin 10x10 cm kolo, josta otetaan näytteet porareikämittauksen tapaan kahdelta syvyydeltä (kuvio 8). Molemmilta syvyyksiltä otetaan vähintään kaksi näytettä. Näytteet kerätään kolon keskeltä mahdollisimman nopeasti, kun ne on saatu piikattua irti. Näytteeksi kerätään mahdollisimman suuria betoninmurusia, jotka mahtuvat koeputkiin. Koeputket täytetään vähintään 1/3 asti, kuitenkin niin, että mittapäät mahtuvat myös putkiin. Lopuksi koeputket suljetaan tiivistysmassalla ja viedään säilytykseen haluttuun vakio- lämpötilaan. Tulokset ovat luettavissa 5-10 tunnin kuluttua. Näytepalamit- tauksessa betoniin syntyvät kuopat täytetään tarkoituksenmukaisella valumas- salla. (Niemi 2010, 421.)



KUVIO 8. Näytteenotto yhteen suuntaan kuivuvasta laatasta (Niemi 2010, 420)

3.5. Laadunvarmistus

Lämpölattioiden laadunvarmistus keskittyy pääasiassa pintojen suoruuteen, suunniteltujen korkojen varmistamiseen ja olosuhteiden hallintaan. Pohjien suurusvaatimuksen, +/- 5 mm kahden metrin matkalla, määrittävät eristelevyt. Sitä suuremmilla korkoeroilla levyt eivät muotoudu kunnolla pohjaa vasten, mikä saattaa aiheuttaa kopinaa laatassa ja pahimmillaan johtaa jopa laatan halkeamiseen. Pohjatöiden aikana korko on syytä tarkistaa +/- 10 mm tarkkuudella, jotta yllätyksiltä vältytään myöhemmässä vaiheessa.

Eristysten osalta huomiota tulee kiinnittää saumojen tiiveyteen sekä reunanauhojen asennukseen. Reunanauhojen tulee olla seinissä kiinni ja muovihelman tulee olla tiiviisti eristettä vasten. Myös ulkonurkkiin on syytä kiinnittää huomiota, reunanauhat eivät saa olla niissä kireälle vedettyinä. Putkituksen kuvien mukaisuus ja riittävä kiinnitys alustaan tarkistetaan silmämääräisesti, sekä varmistetaan, että jakotukille nousuissa on käytetty putkentaivutustukia. Taivutustuet estävät muoviputkea lommahtamasta. Kaikki huoneistot valokuvataan putkituksen jälkeen.

Korkoja merkittäessä eristeeseen ennen valua varmistutaan vielä, että laatan paksuus osuu välille 40-60 mm. Ennen valua massan oikea koostumus varmistetaan leviämäkokeella, tarvittaessa materiaalintoimittajan edustaja voi vielä säätää massaa lisäaineilla. Leviämäkoetehdään jokaiselle uudelle kuormalle. Luja-betoni Oy suorittaa myös betoniasemilla omia laadunvarmistustoimenpiteitä massan valmistuksen aikana. (Jääskeläinen 2020a.) Valun jälkeinen olosuhdehallinta suojauksineen on ratkaisevassa osassa pinnan suoruuden takaamiseksi. Olosuhteita tarkkaillaan valuun asennettujen kosteus-/lämpömittareiden avulla. Myös sisäilman kosteutta ja lämpöä on syytä edelleen mitata kokonaiskuvan saamiseksi.

4 VAIHTOEHTOISET MENETELMÄT JA KEHITYSIDEAT

Lämmitysjärjestelmän asennukseen tai valutyöhön ei luonnollisesti ole vaihtoehtoisia työmenetelmiä vaihtamatta materiaaleja, sillä materiaalinvalmistajilla on omille tuotteilleen yksityiskohtaiset työohjeet. Eri materiaalien työohjeisiin ei ole tässä opinnäytetyössä tarkoituksenmukaista mennä sen enempää kuin kohdassa 2.1 Materiaalit, on käsitelty. Vaihtoehtoisia työmenetelmiä voidaan siis hakea työjärjestyksestä, aikataulusta, rungon viimeistelytöistä, alustan tasoituksesta sekä jälkihoidosta.

4.1. Työjärjestys

Lämpölattioiden tekemiseen on oikeastaan kaksi vaihtoehtoista työjärjestystä, lämpölattiat tehdään joko ennen väliseinätöitä, tai niiden jälkeen. Valun vähintään noin kuuden viikon kuivumisajan takia työn siirtäminen myöhemmäksi ei ole enää suositeltavaa, jotta lattian pinnoittaminen ei viivästy. Kahden vaihtoehtoisen työjärjestyksen väliltä valittaessa, tulee punnita vaikutuksia kokonaisuudessa ja selvittää valittujen urakoitsijoiden kannalta paras mahdollinen ajankohta. Yhteistyön tekeminen jo suunnitteluvaiheessa takaa parhaan lopputuloksen ja aikataulussa pysymisen.

Lämpölattioiden tekeminen ennen väliseinätöitä antaa valulle pisimmän mahdollisen kuivumisajan ja on itse valutyön kannalta yksinkertaisin vaihtoehto. Siihen päädyttäessä on väliseinien paikat kuitenkin merkittävä kahteen kertaan, jotta lattialämmitysputket eivät mene seinien ali. Lattiavalun päältä lähtevät seinät ovat asunnon omistajan kannalta paras ratkaisu mahdollisten myöhempien tilamuu-
tosten tarpeiden takia.

Kokonaistyömäärään peilaten on kevyiden väliseinien tekeminen ennen lämpölattioita paras ratkaisu. Seinien toisen paikalleenmittauksen lisäksi siinä säädetään väliseinämateriaalien siirroissa, sillä kipsilevyniput ja rangat voidaan nostaa kerrokseen runkotyön edetessä, eikä niitä tarvitse siirrellä lattiatöiden tieltä

pois. Ensin tehdyt seinät antavat myös paremmin mahdollisuuden sähköputkitusten viemisen alakautta, jos tarvetta sellaiseen ilmenee. Alakautta putkittaminen hidastaa lämpölattian eristystyötä, joten sitä tulee kuitenkin välttää.

4.2. Aikataulu

Lämpölattioiden aikatauluun vaikuttaa monet asiat, kuten kohteen alustava sisävaiheaikataulu, sekä muiden töiden eteneminen ja työvaiheiden tahdistus. Etenkin LVIS-työt tahdistavat monesti sisävalmistusvaiheen muita töitä. Uudisrakennustyömaat etenevät usein kerroksittain, joten lämpölattiatkin on syytä jakaa kerrolla valettaviin alueisiin kerroksittain. Yhden työpäivän aikana yksi työryhmä pysyy tavanomaisessa asuinkerrostalokohteessa valamaan jopa 400-500 m². Samankokoisen alueen lämmitysjärjestelmän asentamiseen kuluu työparilta aikaa noin 3-4 työpäivää.

Valupäiviä ei välttämättä kannata ajoittaa perjantaille, sillä valut pitää peittää muovilla seuraavana päivänä. Aina samana viikonpäivänä valaminen on selkeyden vuoksi paras vaihtoehto, etenkin jos koko sisävaiheaikataulu on tahdistettu viikon tai kahden kerrosetenemälle. Aikatauluun vaikuttavat kuitenkin monet asiat, ja sitä tulee aina suunnitella kokonaisuutena.

4.3. Runkotyöt ja talotekniikan nousulinjat

Rakennustyömaalla seuraava työvaihe on edellisen asiakas, niin myös lämpölattioiden kohdalla. Runkovaiheen onnistuminen tai epäonnistuminen näkyy välittömästi sisävalmistusvaiheen aloituksessa. Lämpölattioiden kannalta rungon asennustoleransseissa pysymisen ja paikallavalettujen betonipintojen laadun ohella rungon kuivatus on erityisen tärkeää työn aloituksen kannalta. Jotta työt päästään aloittamaan mahdollisimman nopeasti runkovaiheen jälkeen, tulee rungon kuivatus aloittaa välittömästi ikkunoiden ja ovien asennusten jälkeen.

Esimerkkikohteessa kylpyhuone-elementtien kololaattojen ympärökset valettiin pääosin runkotöiden yhteydessä, mikä helpotti lämpölattioiden pohjatöitä (kuva

7). Kokonaan kylpyhuone-elementtien ympäryksiä ei runkotöiden aikana kuitenkaan voida valaa, sillä rungon kosteuden pitää päästä poistumaan myös kylpyhuone-elementin alapuolelta. Lisäksi lämpölinjojen putkien jatkokset jäävät valun sisään, ja ne tulee siten koeponnistaa ennen valua, mikä käytännössä vaatii koko pystylinjan valmiiksi.



KUVA 7. Kylpyhuone-elementin ympäryys

Kylpyhuone-elementtien alapuolen kunnollisen tuuletuksen suunnittelulla ja toteutuksella, sekä lämpölinjojen jatkoskohtien siirtämisellä pois valusta, voisi kaikki valut tehdä runkotöiden aikana. Tämä vaatisi kuitenkin lisäksi myös putkieristysten ja sähköläpivientien tekemistä ennen valuja. Kustannus- tai aikataulusäästöjä tällä työjärjestyksen muuttamisella ei merkittävästi saataisi aikaan, mutta työjärjestystä se selkeyttäisi. Runkovaiheen aikana toteutettu pystylinjojen valu edellyttäisi työn huolellista suunnittelua ja aikatauluista sopimista eri urakoitsijoiden kanssa.

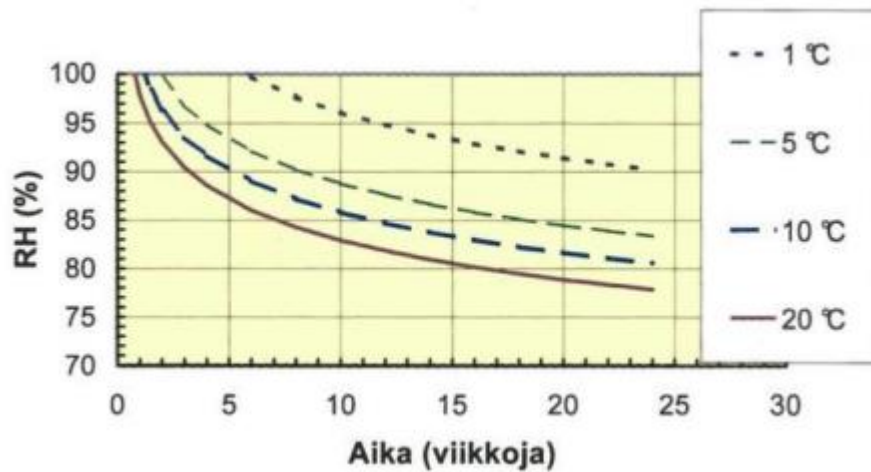
4.4. Alustan tasoitus

Ontelokentän tasoituksen voisi tehdä pelkkien tarvittavien kaistojen käsin tasoittamisen sijaan pumpaamalla kenttä kauttaaltaan plaanolla. Etenkin jos TATE-nousujen läpiviennit olisi tehty runkotöiden tai pohjatöiden aikana, olisi kauttaaltaan tasoittaminen selkeä ja riskitön työvaihe. Muihin pohjatöihin kauttaaltaan tasoittaminen ei vaikuttaisi. Tasoitetyö tulisi tehdä väliseinien jälkeen, jotta väliseinämateriaalit eivät olisi tasoituksen tiellä. Tasoitetta kuluisi noin kymmenkertainen määrä käsin tasoittamiseen verrattuna, ja pumpusta tulisi lisäkustannuksia. Kangasalan Pumppauskeskus Oy:n toimitusjohtaja Pasi Utukan (2020) mukaan ontelolaattaholvien pumppauksessa menekki on pienimmilläänkin 17-26 kg/m². Työmaalla käsin levittämällä päästiin n. 2 kg/m². Liitteen 1, *Ohje lämpölattioiden tekemiseen*, lopussa on taulukoitu tarkemmin esimerkkityömaan työ- ja materiaali-menekit pohjan tasoituksen osalta.

Käsin tasoittamalla työkustannus on suunnilleen sama kuin tasoitepumpun hinta, eli työn kokonaishinnassa ei saada eroa aikaiseksi. Ja koska plaanotasoite on suuruusluokaltaan 2-3 kertaa LujaFlow 20/60 -betonitasoitteen hintaista, ei alustan kauttaaltaan tasoittaminen ole kustannusten näkökulmasta kannattavaa. Etenkin kun käsin tasoittamalla päästään helposti LK Lattialämmityslevy Silent 30 -eristeen alustan vaatimuksiin.

4.5. Jälkihoito

Jos lämpölattiat valetaan perjantaina tai ennen juhlapyyhiä, on valettavat tilat erotettava kuivista tiloista oviaukkoihin asennettavalla muovilla riittävän kosteusprosentin takaamiseksi. Muovin voi poistaa oviaukoista, kun valupinta on peitetty muovilla. Joka tapauksessa se on kuitenkin syytä poistaa muutaman päivän kuluessa, jotta suuri kosteusprosentti ei aiheuta ongelmia muissa rakenteissa. Tämä on erityisen tärkeää, jos kipsilevyväliseinät on tehty ennen lämpölattioita. Yhden VTT:n ja koko Suomen johtavan rakennuksissa olevien lahottajasienten ja homeiden tutkijan, filosofian tohtori Hannu Viitasen mukaan +20 °C lämpötilassa jo seitsemän vuorokautta 85 % suhteellisessa kosteudessa riittää homeen kasvun alkamiseen männyn pintapuussa (kuvio 9).



KUVIO 9. Homeen kasvun alkamiseen johtavat kriittiset kosteus- ja lämpöolot sekä niiden vaikutusaika pitkään vakiona olevissa oloissa männyn pintapuussa (Hannu Viitanen / RIL 250-2011)

Valun jälkihoidon voisi hoitaa pinnalle levitettävän muovin sijaan erillisellä kuivan massan päälle levitettävällä jälkihoitoaineella. Kaikki markkinoilla olevat jälkihoitoaineet eivät sovi pinnoituksen kanssa, joten sopivuus tulee tarkistaa ennen aineen valintaa. Länsi-Euroopassa, etenkin Ranskassa, jälkihoitoaineiden käyttö on huomattavasti yleisempää kuin rakennusmuovin (Jääskeläinen 2020b). Käytännön merkitystä jälkihoidon työtavalla ei kuitenkaan juuri ole, joten kyse on enemmänkin tottumiskysymyksestä. Suomessa muovin käyttö on alan yleinen työtapa.

5 OHJEEN TARKASTELU

Tämän opinnäytetyön tuloksena syntynyt *Ohje lämpölattioiden tekemiseen* koostaa koko lämpölattiaprosessin yhteen. Esimerkkityömaalla lämpölattioiden pohjatytöt teetettiin tuntitöinä aliurakoitsijalla ja vuokratyöntekijällä. Lämmitysjärjestelmän asennus ja lattiavalu puolestaan oli urakoitu LK Systems Oy:lle ja Lujabetoni Oy:lle, jotka molemmat toimittivat materiaalit, mutta käyttivät asennuksessa aliurakoitsijoita. Valmiiden lattioiden kosteuden mittauksen hoiti RKM Group Oy. Näiden lisäksi lämpölattiatyöhön liittyi epäsuorasti useita muita urakoitsijoita. Vaikka toimittajilla onkin työohjeet omille tuotteilleen, oli toimeksiantajayrityksessä tilausta tälle ohjeelle lämpölattioiden kokonaisuuden hallinnan helpottamiseksi. Samalla ohjeeseen saatiin dokumentoitua työmaalla hyväksi todettu tapa tehdä lämpölattioiden pohjatytöt. Ohjeen runko muodostettiin Kalevan Paletti 2 -työmaalta otetuista valokuvista. Selitykset valokuvien alle kirjoitettiin kunkin työvaiheen työnjohtajien sekä työntekijöiden haastatteluiden pohjalta.

Pohjatöiden työtapa suunniteltiin työmaalla lattialämmitysjärjestelmän alustan vaatimustason mukaisesti niin, että kustannukset pysyisivät mahdollisimman pieninä. Aiemmin Bonava Suomi Oy:llä ei ollut yhtenäistä tapaa tehdä pohjatöitä, ja niiden laadussa ja kustannuksissa oli poikkeamia. Lämmitysjärjestelmän asentajien mukaan esimerkkityömaan pohjat olivat erinomaisen hyvät. Vaikka pohjatöiden kustannuksista ei ollut aiemmilta työmailta kunnollista vertailukelpoista laskelmaa, voidaan pohjatöitä pitää kokonaisuutena esimerkillisinä. Lämmitysjärjestelmän ja valutyön osalta ohjeessa referoitiin LK Systems Oy:n ja Lujabetoni Oy:n työohjeita sekä haastateltiin töitä tehneitä henkilöitä.

Yksityiskohtaisen työvaiheiden kuvaamisen lisäksi ohjeen loppuun koottiin esimerkkityömaan toteutuneet työsaavutukset työvaiheittain. Tämän tarkoituksena on helpottaa aikataulujen laadintaa ja työn viikkosuunnittelua tulevilla työmailla. Myös pohjatöiden toteutuneet materiaalimenekit listattiin ohjeen loppuun ensimmäisten materiaalitilausten helpottamiseksi tulevilla työmailla. Työ- ja materiaalimenekit saattavat vaihdella suurestikin eri työmailla erityisesti ontelolaattojen valmistus- ja asennustoleranssien takia, kuitenkin suuruusluokan hahmottaminen helpottaa työn suunnittelua ja johtamista.

6 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin lämpölattioiden asennustyöhön ontelolaattarakenteisella uudiskerrostalotyömaalla. Teoriaosuudessa aihetta käsiteltiin laajasti, jonka jälkeen koko asennusprosessin kulku kuvattiin esimerkkityömaalla. Näiden pohjalta tuotettiin Bonava Suomi Oy:lle työohje lämpölattioiden tekemiseen. Tavoitteena ohjeelle oli, että siitä tulee selkeä, yksityiskohtainen ja kompakti, ja sen avulla osaava työnjohtaja pystyy johtamaan lämpölattiatyön ilman aiempaa kokemusta kyseisestä työvaiheesta. Aiempaa työohjetta lämpölattioille kokonaisuutena ei ole ollut, joten etenkin pohjatöiden ja jälkihoidon merkitystä valmiin lattian kannalta saatiin nostettua työssä hyvin esille.

Teoriaosuuteen oli hyvin vaikeaa löytää tietoa lämpölattioiden yleistymisestä ja syistä yleistymisen takana. Lämpölattioiden yleistymisen kerrostalorakentamisessa on voinut nähdä viime vuosina, mutta tarkkoja tilastoja rakennusten lämmönjakotavoista ei Suomessa mikään tahon tuota. Asiantuntijahaastattelut olivat tämän aiheen käsittelyssä ratkaisevassa roolissa. Lähtökohtiin nähden teoriaosuudesta muodostui hyvin kattava selvitys lämpölattioiden tämän hetken tilanteesta Suomessa.

Työsuoritus esimerkkikohteessa sujui suunnitelmien mukaan, joten ohjeeseen ei tarvinnut tehdä suuria muutoksia työn edetessä. Esimerkkityömaan lämpölattioiden asennuksen perusteella työohjeessa esitetyt työtavat ovat toimivia ja työmaan työnjohtajien mukaan ohje vastaa toteutusta yksityiskohtaisesti ja selkeästi. Työohjetta ei kuitenkaan ole testattu vielä muilla työmailla, eikä näin ollen lopullista arviota ohjeen soveltumisesta yleiseen käyttöön voida vielä tehdä. Lopullinen arvio saadaan vasta työmaiden käytännön kokemusten perusteella. Näiden kokemusten sekä LujaFlow 20/60 -betonitasoitteen jatkuvan tuotekehityksen myötä on todennäköistä, että ohjeeseen tulee vielä pieniä muutoksia. Ohje on tehty sellaiseen muotoon, että mahdollisia muutoksia on helppo tehdä myöhemmin, eli ohje toimii varmasti hyvänä pohjana työtapojen ja materiaalien kehittyessä edelleen.

Esimerkkityömaalta saatu palaute ohjeesta oli hyvää ja sitä pidettiin onnistuneena. Ohjeen ulkoasu koettiin selkeäksi ja sisältö kattavaksi, kuitenkin niin, että ohje pysyi tiiviinä. Työnsuunnittelun ja -johdon lisäksi ohjeen uskottiin helpottavan ja selkeyttävän myös työntekijöiden työhön perehdyttämistä sekä tavoitteiden ja kokonaiskuvan selvittämistä. Kun teoriaosuus oli myös onnistunut, voidaan työtä pitää kokonaisuudessaan varsin onnistuneena. Kuten aiemmin on todettu, ohjetta on syytä kehittää jatkuvasti, mikäli työtavat tai materiaalit kehittyvät. Aikataulusyistä lämpölattioiden jälkihoitoon ja kuivatukseen ei tässä työssä voitu valittavasti paneutua enempää. Niiden osalta jatkotutkimukselle olisi varmasti työmailla tilausta, tosin sellainen tutkimus tulisi tehdä tiiviissä yhteistyössä Lujabetoni Oy:n kanssa.

LÄHTEET

- Ahveniston Rakennuspalvelu. 2017. Kipsivalulattia – mikä se on? Luettu 26.3.2020. <https://www.ahvenistonrakennuspalvelu.fi/kipsivalulattia-mika-se-on/>
- ARA. 2020. Lähes 8000 uutta asuntoa valtion korkotuella ja investointiavustuksella vuonna 2019. Luettu 26.3.2020. [https://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset_ja_tiedotteet/Uutiset_ja_tiedotteet_2020/Lahes_8000_uutta_asuntoa_valtion_korkotu\(55105\)](https://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset_ja_tiedotteet/Uutiset_ja_tiedotteet_2020/Lahes_8000_uutta_asuntoa_valtion_korkotu(55105))
- Betoni.com. n.d. Suunnittelu. Arkkitehtisuunnittelu. Lattiat. Saumat. Luettu 26.3.2020. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/saumat/>
- Bonava. 2018. Tampereen Kalevan Paletti 2. Luettu 17.4. <https://www.bonava.fi/asunnot/tampere/kaleva/kalevanpaletti/kalevan-paletti-2#images>
- Bostik. 2017. 1050 Fiber. Tekninen tuotelehti. Luettu 26.3.2020. https://www.bostik.com/globalassets/tdsdocuments/1050-fiber_finland_fi/technical-data-sheet/p0048_1050_fiber_fi_tds.pdf
- Ensto Pro: Lattialämmitys. 2008. Luettu 26.3.2020. <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1195454056021/5tsDFtExQ/5tsDFjgqm/5tsDET2vU.html>
- Fescon. 2019. Fescon Lattia -järjestelmät, -tuotteet ja -tarvikkeet. Työohje. Luettu 15.4.2020. https://www.fescon.fi/Download/21762/Lattia_2019.pdf
- Finnsementti. 2007. Suomalainen sementti. Luettu 26.3.2020. http://www.finnsementti.fi/files/pdf/FS_Suomalainen_sementti_kirjanen_071112.pdf
- Finnsementti. n.d. Kuivamenetelmä yleistyi, BES käyttöön. <https://finnsementti.fi/yritys/historia/kuivamenetelma-yleistyi-bes-kayttoon/>
- Heikkilä, T. 2020. Myyntipäällikkö. Insinöörin opinnäytetyö lämpölattioista. Sähköpostiviesti. Luettu 23.3.2020.
- Jääskeläinen, J. 2020a. Tuotepäällikkö. Insinöörin opinnäytetyö lämpölattioista. Sähköpostiviesti. Luettu 2.3.2020
- Jääskeläinen, J. 2020b. Tuotepäällikkö. Puhelinkeskustelu 1.4.2020.
- Pasi Utukka. 2020. Toimitusjohtaja. Puhelinkeskustelu 25.3.2020.
- Kiilto. 2020. Kiilto Plan Base 8-50mm. Tuote-esite. Luettu 26.3.2020. <https://www.kiilto.com/fi/tuotteet/kiilto-plan-base-850-mm/>
- Laapotti, U. 2020. Asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien kuvaus energiato-distuksissa 1.2.2018-14.2.2020. Julkaisematon. ARA. Asumisen kehittäminen ja tietopalvelut.

LK Systems. n.da. LK Lattialämmityslevy Silent 30 kantaviin lattioihin. Työohje. Luettu 26.3.2020. https://www.lksystems.fi/globalassets/inriver/resources/fi.33.c.182_lk-lattialammityslevy-silent-30-kantaviin-lattioihin3.pdf

LK Systems. n.db. Tuotteet. LK Lattialämmityslevy Silent 30. Luettu 15.4.2020. https://www.lksystems.fi/fi/lk-lattialammityslevy-silent-30_11169721.aspx

Lujabetoni. 2017. Lujabetonille merkittävä uutuustuote pintalattioiden betonivaluihin, LujaFlow 20/60. Luettu 26.3.2020. <https://www.lujabetoni.fi/2017/03/16/lujabetonille-merkittava-uutuustuote-pintalattioiden-betonivaluihin-lujaflow-2060/>

Niemi, S. 2010. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Luettu 26.3.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>

Nieminen, S. 2020. Tuotepäällikkö. Insinöörin opinnäytetyö lämpölattioista. Sähköpostiviesti. Luettu 23.3.2020.

Raad, H. 2020. Tuote- ja kehityspäällikkö. Insinöörin opinnäytetyö lämpölattioista. Sähköpostiviesti. Luettu 13.3.2020

Rakennustieto. n.d. RT-tuotetieto. Lattialämmityslevy EPS 30-2mm 14-17mm 1450x850mm. Luettu 15.4.2020. <https://www.rttuotetieto.fi/263784-lattialammityslevy-eps-30-2mm-14-17mm-1450x850mm-1109761.html>

Rakentaja.fi. 2017. Vesikiertoinen lattialämmitys - lämmittää talvella, viilentää kesällä. Luettu 15.4.2020. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10078/vesikiertoinen_lattialammitys_on_turvallinen.htm

SafeDrying. n.d. SafeDrying -järjestelmät. Luettu 26.3.2020. <https://www.safedrying.fi/>

Saint-Gobain Weber. 2018. Comfort Lämpölattia. Työohje. Luettu 26.3.2020. https://www.fi.weber/files/fi/2018-12/8-26%20Comfort_Lampolattia_tyohje.pdf

Saint-Gobain Weber. 2019a. Webervetonit 130 core Comfort Plaano. Tuotekortti. Luettu 26.3.2020. <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-130-core-Comfort-Plaano-Tuotekortti.pdf>

Saint-Gobain Weber. 2019b. Weber MD16 Dispersio. Tuotekortti. Luettu 26.3.2020. <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weber-MD-16-Dispersio-Tuotekortti.pdf>

SFS-EN 1168:2005+A3:2011. 2011. Betonivalmisosat. Ontelolaatat. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Sisäilmayhdistys. n.d. Rakenteiden kuivattaminen. Luettu 26.3.2020. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

Suomen Betoniyhdistys. 2018. By201 Betonitekniikan oppikirja 2018. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Thermotech. n.d. Lattialämmityksen historia. Luettu 26.3.2020.

<https://www.thermotech.fi/Lattialaemmitys/Lattialaemmityksestae/Lattialaemmityksen-historia>

Tycroc. 2011-2020. Tuotteet. Tycroc UPH. Luettu 15.4.2020.

<https://www.tycroc.com/FI/tuotteet/tycroc-uhp>

Uponor. 2012. Vähäenergiaratkaisut. Energiatehokas pientalo. Luettu

26.3.2020. <https://www.uponor.fi/-/media/country-specific/finland/download-centre/general-information/brochures/16002-vahaenergiaratkaisut.pdf>

Uponor. n.d. Lattialämmitys ja -viilennys. Uponor-lattialämmitysjärjestelmä on monikäyttöinen. Luettu 26.3.2020. https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys_viilennys

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 27.2.2013/176.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 20.12.2017/1048.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 24.11.2017/796.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta 22.3.2019/360.

LIITTEET

Liite 1. Ohje lämpölattioiden tekemiseen

Liite 2. Asiantuntijoiden haastattelut

Liite 3. Sisävaihe aikataulu lämpölattioiden osalta

Liite 4. LujaFlow -työohje

Liite 5. Olosuhderaportti

OHJE LÄMPÖLATTIOIDEN TEKEMISEEN

Bonava Suomi Oy

Miska Leppäsalo

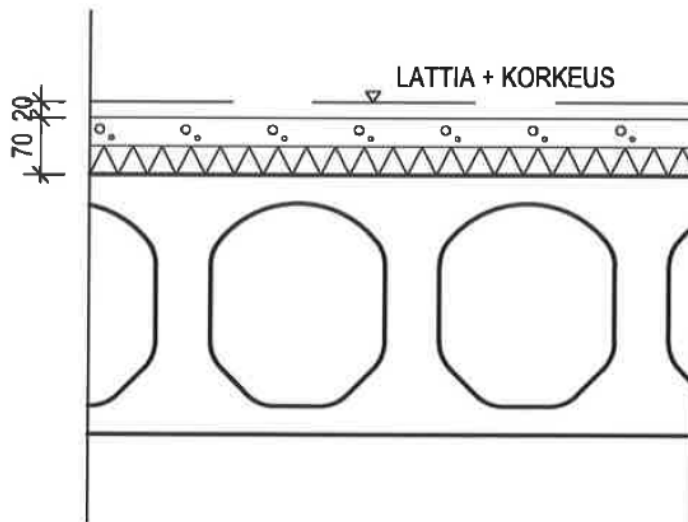
TYÖOHJE
Huhtikuu 2020

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	TYÖVAIHEET	4
2.1	Pohjatyöt	4
2.2	Lämmitysjärjestelmän asennus.....	6
2.3	Valutyö	8
2.4	Jälkihoito ja kuivatus.....	10
2.5	Koepalanäyte ja mestan luovutus	11
3	TYÖSAAVUTUKSET JA MATERIAALIMENEKIT	12

1 JOHDANTO

Tässä ohjeessa käydään läpi työvaiheittain lämpölattioiden asentaminen ontelo-laattarakenteisessa asuinkerrostalossa alustan pohjatöistä valupinnan viimeistelyyn asti. Ohje on tehty LK Systems Oy:n LK Lattialämmityslevy Silent 30 -lattia-
lämmitysjärjestelmälle ja Lujabetoni Oy:n LujaFlow 20/60 -betonitasoitteelle. Oh-
jeen alkuvaiheessa rakennus on vesitiivis ja rungon kuivatus on käynnissä. Lop-
puvaiheessa lattia on valmis parkettiasennusta varten. Lämpölattioiden kanssa
samaa aikaan tehdään myös väliseinä-, tasoitus-, maalaus- ja talotekniikkatöitä.
Niiden sovittamiseen lämpölattiatyön kanssa on useita ratkaisuja. Ohje esittää
yhden työmaalla hyväksi todetun tavan niiltä osin, kun se on lämpölattioiden
asennuksen kannalta oleellista.



20 mm	PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAKENNUSSELOSTUKSEN MUKAAN
70 mm	LÄMPÖLATTIA (ERISTE 30mm + TASOITEVARA 40mm) LATTIA IRROITETAAN RUNGOSTA
320 mm	KANTAVA RAKENNE, ONTELOLAATAT RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN
	PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY/ ALAKATTO RAKENNUSSELOSTUKSEN MUKAAN

2 TYÖVAIHEET

2.1. Pohjatyöt



1. Suurimmat valupurseet piikataan/jyrsitään, ontelolaattakenttä hiotaan kauttaaltaan kuparilaikalla varustetulla lattiahiomakoneella. Myös seinien alareunat suoristetaan min. 150 mm ontelolaatan pinnasta, jotta LK Reunanauha asettuu kunnolla seinää vasten.



2. Pinta imuroidaan ja primeroidaan kauttaaltaan, ontelolaattojen reiät ja raot massataan akryylillä. Kauttaaltaan primerointi ei ole välttämätöntä, mutta se helpottaa pinnan puhtaana pitämistä.



3. Keskeneneräisten TATE-nousujen ympärökset nauhoitetaan rajausnauhalla.



4. Ontelolaattojen saumat, paikallavalujen pinnat ja rajakohdat sekä muut selvästi muuta pintaa alempana olevat kohdat tasoitetaan käsin esim. Weber 3100 -lattiatasoitteella. Alustan laatuvaatimus LK Lattialämmityslevy Silent 30 -eristeelle on +/- 5 mm kahden metrin matkalta mitattuna.



5. Tasoitetut kohdat primeroidaan niiden kuivuttua, jotta tilat on helpompi pitää puhtaana. Alustan suoruus tarkistetaan pitkällä linjaarilla.



6. Rajausnauhat poistetaan, ja sähkön nousulinjoihin asennetaan suojaputket. Suojaputket juotetaan holviin valamalla. Varaus valetaan umpeen putkivarausten kanssa samaan aikaan.



7. Väliseinätyöt voidaan aloittaa. Kun jakotukit on asennettu, TATE-nousulinjat palokatkoineen ovat valmiit ja koeponnistettu, voidaan pystylinjojen läpiviennit muotittaa ja valaa. Valujen pinnat tulee linjata muun alustan kanssa samaan tasoon, jotta niitä ei tarvitse enää tasoittaa.



8. Muotit puretaan, ontelolaattojen kosteus mitataan porareikämittauksella (ellei ole jo mitattu). Väliseinätyöt sähkötoineen tehdään valmiiksi. Huoneiston IV- ja putkihajotukset tehdään väliseinätyön jälkeen.

2.2. Lämmitysjärjestelmän asennus



1. LK Reunanauha Silent 30 kiinnitetään huoneiston seiniin siinä valmiina olevalla liimanauhalla. Nurkkien terävyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.



2. LK Lattialämmityslevy Silent 30 -eristeet asennetaan foliopinta ylöspäin huoneen nurkasta aloittaen. 2000x1000 mm levyissä on kahdella sivulla pidempi foliopinta ja kahdella sivulla liimanauha. Seuraavat levyt kiinnittyvät niiden avulla edellisiin.

3. Pienemmistä paloista tehdyt reunat, joissa ei ole leveämpää folioreunusta, teipataan viereisiin levyihin. LK Reunanauha Silent 30 kiinnitetään LK Lattialämmityslevy Silent 30:een siinä valmiina olevalla liimanauhalla. Alusta on eristetty, ja valmiina putkitusta varten.



4. Putkituspiirien asennus aloitetaan kiinnittämällä putken pää jakotukkiin ja asentamalla jakotukin alapuolella LK Putkentaivutustuki. Putkea kiinnitetään LK Sankakiinnittimellä suunnitelmapiirustusten mukaisesti sitä mukaa, kun sitä vedetään kelalta.

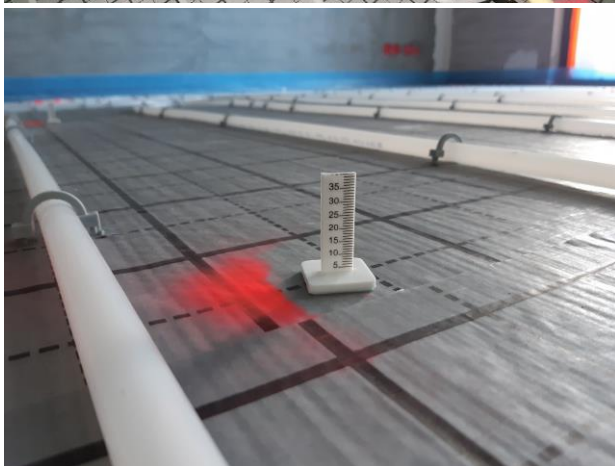


5. Valmis piiri katkaistaan, asennetaan LK Putkentaivutustuki ja liitetään jakotukkiin. Seuraavat piirit tehdään vastaavasti.

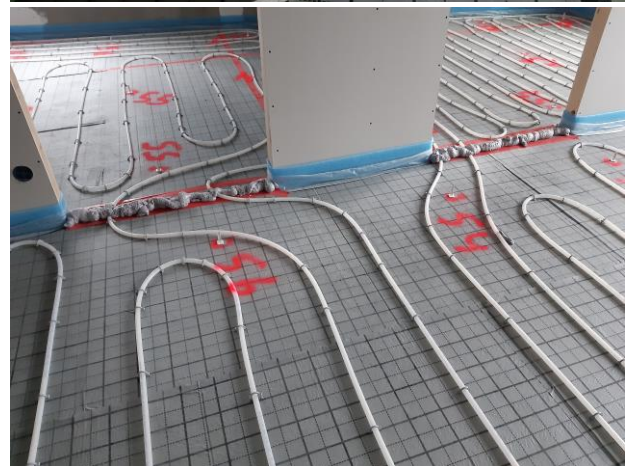
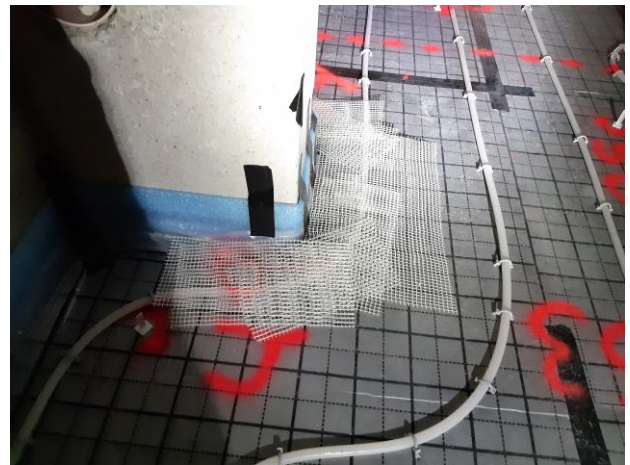


6. Valmiissa huoneistossa putket on asennettu kuvien mukaisesti ja kytketty taivutustukineen sekä vuodonilmaisimineen jakotukkiin.

2.3. Valutyö



1. Lujafloor 20/60 -betonitasoitteen monekki mitataan tasolaserin avulla, ja merkitään eristeeseen 0,5-1 m välein. Merkkien kohdalle tehdään mittaustuloksen mukaiset muoviset korkomerkit.



2. Valun sisänurkkiin lisätään lasikuituvahvikkeet, ja huoneiden välisille linjoille tehdään uretaanivaahdolla kutistumasaumot.



3. Lujafloor 20/60 -betonitasoitteen laatu varmistetaan leviämäkokeella. Massan leviämän tulee olla 200-260 mm.



4. Betonitasoite toimitetaan työmaalle tavallisella kuljetussäiliöautolla ja pumpataan kerrokseen erillisellä ruuvipumpulla.



5. Valu aloitetaan valettavan alueen kauimasta nurkasta. Massaa lasketaan letkusta tasaisesti ja rauhallisesti pyörittäen siten, että korkolaput peittyvät juuri ja juuri.



6. Kun massaa on oikea määrä, se hevos-tetaan, jotta vesi ei erotu pintaan, ja massa leviää kunnolla. Hevostuksen yhteydessä valun päälle suihkutetaan varhaisjälkihoitoaine.



7. Varhaisjälkihoitoaineen levityksen jälkeen valu on valmis. Valu on kävelykuiva noin vuorokauden kuluttua valusta.

2.4. Jälkihoito ja kuivatus



1. Seuraavana päivänä, kun valu kestää kävelyn, levitetään muovi kauttaaltaan valun päälle. Valun päällä voi työskennellä heti seuraavana päivänä, mutta sen päälle ei saa varastoida mitään raskaita tavaroita viiteen viikkoon. Muovia pidetään valun pinnassa vähintään kaksi viikkoa.



2. Muovin poiston jälkeen pinta hiotaan auki kuivumisen nopeuttamiseksi, samalla suoritetaan mahdolliset epätasaisuudet. Valmiin kuivuneen valupinnan tasaisuuden laatuvaatimus on +/- 3 mm kahden metrin matkalta mitattuna. Kuivumisen aikana sisäilman lämpötilan tulee olla +18... +23 °C ja RH:n 50 %.

2.5. Koepalanäyte ja mestan luovutus



1. Lattia on pinnoitettavissa noin neljän viikon kuluttua muovin poistosta. Ennen pinnoitusta valun riittävä kuivuminen varmistetaan näytepalamittauksella. Näytepalamittauksessa laatasta piikataan betonia pinnasta, sekä 40 %:n syvyydestä laatan paksuudesta. Parketilla päällystettäessä alustan pinnan RH:n tulee olla $\leq 75\%$ ja syvemältä otetun näytteen $\leq 85\%$.



2. Näytteet laitetaan koeputkiin, joista RH on mitattavissa 12 tunnin kuluttua.



3. Valmis lämpölattia luovutetaan seuraavalle urakoitsijalle todentamalla pinnan suuruus yhdessä.

3 TYÖSAAVUTUKSET JA MATERIAALIMENEKIT

Alla olevaan taulukkoon on listattu yhden työmaan työsaavutukset aikataulun laadinnan helpottamiseksi. Pohjatöiden työmenekit ja -saavutukset on laskettu toteutuneista työtunneista. Lämmitysjärjestelmän asennuksen ja valutyön työsaavutukset on selvitetty ko. työt tehneiltä urakoitsijoilta. Etenkin lattialämmitysjärjestelmän työsaavutuksissa voi olla suuria eroja kohdekohtaisesti, sillä eristeiden leikkaaminen monimuotoisiin tiloihin on huomattavasti hitaampaa kuin avaraan tilaan. Esimerkkityömaana oli Bonava Suomi Oy:n kohde Tampereen Kalevan Paletti 2. Kohde on kahdeksankerroksinen uudisrakennus, jossa on 75 asuntoa. Pinta-aloiltaan asunnot ovat 29-115 m². Kylpyhuone-elementit pois-laskettuna valettavaa lämpölattiapinta-alaa jäi yhteensä n. 2 900 m², josta n. 240 m² ensimmäisessä kerroksessa ja lopuissa seitsemässä n. 380 m²/krs. Työsaavutukset ovat pyöristettyjä ja suuntaa antavia.

Työvaihe	Työmenekki tth/m ²	Työryhmä RAM+RM	Työryhmän työsaavutus m ² /tv
Pohjatyöt	0,18	1+1	90
- Betonipintojen jälkityöt*	0,026	0+1	310
- Piikkaus, hionta, imurointi	0,078	0+1	100
- Pölynsidonta, akryyli, rajausnauhat**	0,034	1+0	240
- Tasoitus	0,039	1+0	200
Lämmitysjärjestelmän asennus	0,053	1+1	150
- Reunanauha ja eriste	0,067	0+1	120
- Putket	0,04	1+0	200
Lattiavalu	0,083	1+2	290
- Valuvalmistelut	0,015	1+0	530
- Valutyö	0,053	1+2	450
- Valun peittäminen muovilla	0,02	0+1	400

* Ei kuulu lämpölattioiden pohjätöihin, mutta käytännössä sama työryhmä tekee ko. työn.

** Esimerkkikohteessa rajausnauhoja tarvitsi käyttää kerrokseen 6/8 saakka, jolloin nousulinjojen valu saavutti tasoitustyön.

Esimerkkityömaalla pohjätöissä 1000 m² kohden kului tartuntapohjusteena/pölynsidontana Weber MD16:aa 25 litraa, akryylimassaa yksi 12 x 600 ml laatikko ja Weber 3100 -lattiatasoitetta 100 x 20 kg säkkiä.

ASiantuntijoiden haastattelut

Tero Heikkilä. Tekninen myyntipäällikkö. Warmia Oy

1. Kuinka kauan Warmia on toimittanut lattialämmitysjärjestelmiä Suomessa, mikä on muuttunut vuosien varrella?

Warmia Oy on perustettu vuonna 2003 eli tänä vuonna tuli 17 vuotta ikää firmalle. Warmian pääasiallinen tarkoitus on aina ollut tehdä vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää uudis- ja saneerauskohteisiin, pääpainon ollessa uudistuotannossa. Suurimpana muutoksena vuosien varrella on ollut, että hankintaketjut suoristuvat ja sellainen jälleenmyytijätappelu on vähenemässä suuremmissa määrin. Eli toisin sanoen valmistajat ja maahantuojat ovat alkaneet urakoimaan kokonaisuuksia suoraan asiakkaille. Toki myös lattialämmityksen yleistymisen kohteissa on muuttunut vuosien varrella osittain valtiovallan säädösten vuoksi, mutta myös lattialämmityksen etujen vuoksi. Enää tänä päivänä ei tarvitse perustella miksi lattialämmitys on hyvä.

2. Milloin lämpölattioita on alettu käyttämään asuinkerrostalojen pääasiallisena lämmönjakotapana, ja miksi? Mikä muuttui, että niitä alettiin käyttämään?

Lämpölattioita ei käytetä asuinkerrostaloissa vielä kokonaan pääsääntöisenä lämmönjakotapana. Perinteinen radiaattorilämmitys on edelleen voimissaan ja siihen suurin syy on kokonaiskustannus. Radiaattorit eivät lattialämmitystä vastaan ole investointina välttämättä halvempi, mutta kun otetaan huomioon kaikki oheiskustannukset, tulee radiaattorit valitettavasti halvemmaksi (ei tarvita lämpölattiaa, eikä pintavaluja jne.).

Toki se on paljon yleistynyt vuosien varrella. Näkisin siihen monta syytä. Yksi on yleisen tietotaidon kasvaminen rakennusalalla. Toiseksi valtiovallan kiristyneet määräykset ja e-luku laskenta on ajanut käyttämään energiataloudellisempia järjestelmiä. Kolmanneksi kiristyneet askeläänimääräykset, jotka ajavat tekemään

kelluvia lattiarakenteita ja tämä taas auttaa lattialämmitystoimittajia koska silloin ei enää tapella oheiskustannuksia vastaan. Ja tietysti on myös tullut valitettavaa kantapään kautta oppimista rakennusliikkeillä, josta ei kukaan tietysti julkisesti puhu.

3. Onko tilastoja, tai osaatko arvioida, miten lämpölattioiden osuus uudiskerrostalojen pääasiallisena lämmönjakotapana on kehittynyt vuosien varrella ja mikä osuus on tällä hetkellä? Mistä yleistyminen johtuu?

Valitettavasti minulla ei ole tilastoja ja en tiedä onko sellaista oikeastaan olemasakaan. Se olisi mielenkiintoista dataa myös itselle. Kokemuksesta voin sanoa, että riippuu paljon siitä missä päin Suomea toimitaan. Ruuhkasuomen alueella kerrostalojen lämpölattia on selvästi yleisempää kuin maakunnissa. Siihen tietysti on syynä vaativammat asiakkaat ja yleisesti parempi asuntojen hintataso. Toki pohjoisessa kylmempien olojen takia pitää ajatella myös energiataloutta ja se ohjaa taas lattialämmityksen käyttämiseen.

Myös yksi selkeä syy mielestäni on ostavat asiakkaat. Lattialämmitys on suurimmissa määrin tullut Suomeen 90-luvun taitteessa ja ne ihmiset, jotka nyt haluavat muuttaa kerrostaloihin lähemmäs palveluja ovat jo tottuneet lattialämmitykseen ja näin ollen haluavat sitä.

4. Mikä on lämpölattioiden energiatehokkuus verrattuna perinteiseen patteriverkostoon ja miten se näkyy asunnon omistajan kaukolämpölaskussa?

Suoraan lukua en osaa sanoa, mutta kyllä se on edullisempaa ihan jo mitoituslämpötiloja ajatellen. Radiaattorit mitoitetaan nykyään 55/40 (meno/paluulämpötila) periaatteella kun taas lattialämmitys 35/30 periaatteella. Nyt jos ajatellaan lämmönlähdeä niin esim. lämpöpumpputeknologian yleistyessä myös kerrostaloissa, on energian säästö jopa 5-15% verrattuna muihin lämmöntuottotapoihin. Kyllä se tuntuu jo asunnon omistajankin kukkarossa.

5. Minkälaisena näet lämpölattioiden tulevaisuuden? Onko lämpölattioissa kehittämisen varaa, mihin suuntaan? Onko haastajajärjestelmiä?

Tulevaisuus on valoisa lämpölattioiden suhteen. Elämme tällä hetkellä samaa murrosta kerrostaloissa mikä aikanaan oli pientaloissa. Ei tänä päivänä pientaloiteollisuus edes harkitse muita vaihtoehtoja kuin vesikiertoista lattialämmitystä ja näen että tulevaisuudessa tämä sama tilanne on kerrostaloissa. Toki en usko, että radiaattorit tulevat jäämään kerrostaloissa kokonaan pois milloinkaan mutta uskon että suhde lattialämmityksen hyväksi tulee muuttumaan ja on sitä jo tietyillä alueilla Suomessa tehnytkin.

Varsinaista haastajaa lattialämmitykselle ei ole, mutta toki näkisin, että esim. vesikiertoinen kattoviilennys/lämmitys on jo tänä päivänä tietyntyyppisissä tapauksissa vaihtoehto. Tämä siksi, että lämmitystehontarpeet kerrostalojen asunnoissa on niin pienet ja sitä kautta lattialämmityksen menovedet ovat niin alhaiset, että ei asukas tunne lattiaa lämpimänä, vaikka huoneilma olisi miellyttävän lämmin. Näin ollen ei asukas välttämättä huomaa mistä lämpö tulee ja siksi katto voi myös olla vaihtoehto ja ilmanvaihto sekoittaa ilman kuitenkin tehokkaasti, jolloin lämpö kyllä leviää, vaikka tulisi katosta. Samalla siinä on erilaisia etuja, mm. huonekohmainen viilennys on mahdollista eli toisin sanoen pikkasen kalliimmalla alakattovestoinnilla tilaaja saa tasoitevalmiin alakattopinnan, lämmityksen ja mahdollisesti viilennyksen.

Saija Nieminen. Tuotepäällikkö. Uponor Oyj

1. Kuinka kauan Uponor on toimittanut lattialämmitysjärjestelmiä Suomessa, mikä on muuttunut vuosien varrella?

Uponor on toimittanut lattialämmitysjärjestelmiä jo 80-luvulta lähtien. Näiden vuosikymmenten varrella on muuttunut moni asioita, ohessa vain muutamia esimerkkejä mainitakseni:

- *Rakennusmääräykset, jotka ohjaavat rakentamista ja asettavat sille vaatimuksensa, ovat tänä aikana muuttuneet ja päivittyneet.*
- *Ihmisten toiveet ja tarpeet järjestelmiin ja niiden ominaisuuksiin liittyen on muuttunut (ja muuttuvat toki myös tulevaisuudessa), älykkyys ja integraatiot eri järjestelmien välillä yleistyvät tällä hetkellä kovaan tahtiin.*
- *Lattialämmitys on vuosien varrella noussut lämmönjakotapana pientaloissa selvästi yleisimmäksi lämmönjakotavaksi (nykyään pitkälti yli 90% uusista pientaloista lämmönjakomuotona on lattialämmitys). Nykyrakennuksissa myös viilennyksen tarve on todellinen, joten myös lattiaviilennys on yleistynyt viime vuosien aikana nopeaan tahtiin.*
- *Kerrostalo puolella lattialämmitys lämmönjakotapana ei vielä ole yhtä yleistä kuin pientalo puolella, mutta suosio myös siellä kasvanut tasaiseen tahtiin, viime aikoina jopa kiihtyvään tahtiin.*

Lattialämmityksen ehdottomiin etuihin kuuluu mm: Lämmönjakotapa yleisesti, lämpöä jaetaan tasaisesti suurilta pinta-aloilta (ja se on säädettävissä huonekohtaisesti) ja lämpö jakautuu siten mukavuuden kannalta optimaalisella tavalla huoneeseen. Lattialämmityksellä huonelämpötilana voidaan ylläpitää jopa 2 astetta matalampaa lämpötilaa, niin että se koetaan silti mukavana (näistä voi lukea lisää ISO 7730) □ energiatehokkuutta. Lattialämmitys on myös matalalämpöjärjestelmä, jossa verrattain alhaisilla menoveden lämpötiloilla voidaan saavuttaa haluttu huonelämpötila. Lattialämmitys soveltuu kaikkien lämmitysmuotojen kanssa käytettäväksi ja viilennys ominaisuus on liitettävissä järjestelmään helposti ja kustannustehokkaasti (kun viileän lähde olemassa!), sillä sama putkisto ja säätölaitteet palvelevat myös viilennyspuolella. Myös arkkitehtuurisesti lattialämmitys luo 100% vapauden toteuttaa haluttuja ratkaisuja (ilman näkyviin jääviä elementtejä), kuten esimerkiksi katosta lattiaan olevia ikkunapintoja.

Hassan Raad. Tuote- ja kehityspäällikkö. Saint-Gobain Weber Oy Ab

1. Kuinka kauan Weber on valmistanut lämpölattiamassaa, mikä on muuttunut vuosien varrella?

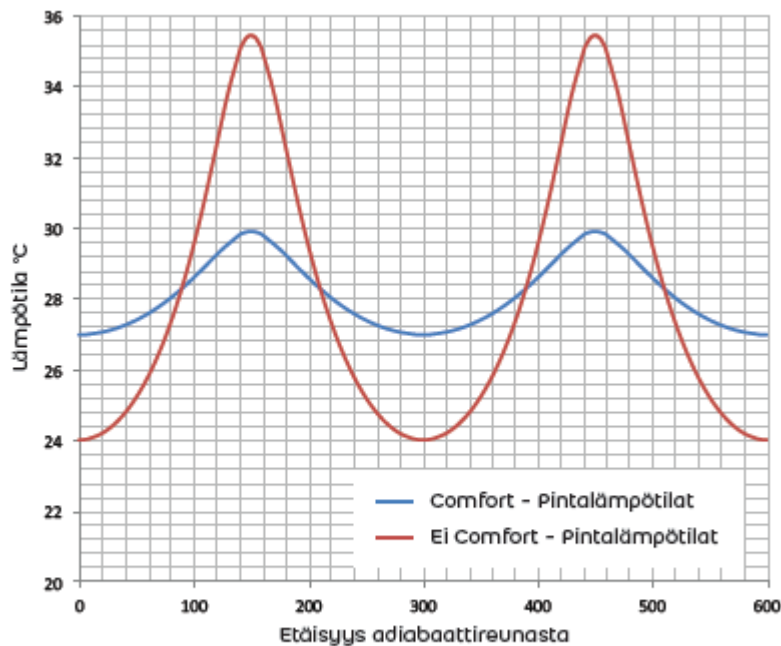
Suomi on ollut edelläkävijä pumpattavien lattiatasoitteiden kehityksessä jo 1970-luvulta lähtien ja siksi koko maailman laajuisen Weberin lattiatasoitteiden globaali osaamiskeskus sijaitsee Suomessa Paraisilla. Pumpattava lattiatasoite on alun perin suomalainen innovaatio ja muut Pohjoismaat, ja sen jälkeen muu maailma seurasivat kehityksessä meidän perässä. Merkittävä kehitysvaihe rakentamisessa oli kuituvahvisteisten lattiatasoitteiden tuominen markkinoille. ”Tuotteiden leviämismominaisuudet eivät heikentyneet, vaikka niihin lisättiin taivutusvetolujuutta nostavia kuituja. Toimme markkinoille vuoden 2014 lopulla uudet tuotteet, joiden hiilijalanjälki oli keskimäärin 15 prosenttia pienempi kuin aiemmin. ”Lattiatasoitteidemme hiilijalanjälki oli jo ennen tätä kehityshanketta hyvin alhainen. Kun tasoitetaan tuhat neliötä lattiaa uudella Plaano Plussalla, hiilidioksidipäästöt vähenevät tuhat kiloa, eli kilon jokaista neliötä kohti. ”Ero hiilidioksidipäästöissä vastaa 250 broilerikilon tuottamista tai kotitalouden keskimääräistä 3,3 kuukauden lämmitysenergiaa. Toinen merkittävä uudistus on weberin Pientalolattiat, jossa maanvarainen laatta, joka perinteisesti tehdään 80 mm:n betonilla, voidaan korvata 50 mm:n plaano-laamalla. Perinteisesti Weberin lattiatasoitteita totuttu yhdistämään liike- ja toimistotilan rakentamiseen. Nykyaikainen pumpattava ja itsesääntävä matala-alkalinen lattiatasoite mahdollistaa työn tehostamisen, nopeuttamisen sekä turvallisen ja riskittömän rakentamisen lisäksi myös huomattavasti betonia ohuemmat lattiarakenteet. Pumpattavien lattiatasoitteiden käyttö on yleistymässä kerrostalo-, liike- ja toimistorakentamisen lisäksi myös pientalorakentamisessa. Tasoitteita on käytetty paljon myös pientaloissa ja koska tiesimme mihin tasoite pystyy, halusimme tuoda pientalolattioihin ratkaisun myös maanvaraisiin lattioihin, joka antaa pientalorakentajille kilpailuedun ja on kustannustehokas ja nopea ja vaivaton ja ennen kaikkea laadukas. Betoni kuivuu 2,5 viikkoa/10 mm – laske kuinka kauan betoni kuivuu. Nopeammalla on pinnoitettavissa jopa 3 vuorokaudessa ja normaalilla ratkaisulla noin kuukauden päästä. Kuivumisen nopeus perustuu optimaaliseen sideainepakettiin, jossa jokainen käytetty sideainekilo kuluttaa kilon vettä, kun vastaavasti normaalisideainepakettikilo kuluttaa noin 300 grammaa vettä.

Kustannustehokkuus, johon ei ole otettu huomioon laatan jälkityöt, esteettiset asiat (käyristyminen) ja kokonaisaikataulun pidentyminen, jota ei voida laskennallisesti osoittaa. Taivutusvetolujuus on betonilla vain noin kymmenesosa puristuslujuudesta, kun se meidän lattiatuotteillamme on noin kolmasosa puristuslujuudesta. Suunnittelijat saattavat edellyttää betonilta lujuutta C50 vain siksi että he tarvitsevat viiden megapascalin taivutusvetolujuuden. Meidän lattiatuotteillamme tämä saavutetaan jo puristuslujuudella 16, mikä on huomattava ero. Käyttämiemme erikoissideaineiden ansiosta tasoitteen kutistuma on vain noin kymmenesosa betonin kutistumasta. Pinnan kuivumiskutistuminen johtaa betonilaatan käyristymiseen, joka on Plaanolla toteutetussa laatassa eliminoitu. Lisäksi laatta on halkeilematon (kosteusmuodonmuutos alle 0,4 mm/m). Asukkaita varmasti kiinnostaa ohuemman laatan nopeampi lämpötilan säätyminen ja reagointi ulkoilman lämpötilavaihteluihin.

2. Miten Weberin Comfort eroaa kilpailevista tuotteista?

Weberillä on käytössä kaksi erilaista Comfort Lämpölattiaratkaisua. Toinen, ns. lippulaivamalli on sellainen, jossa eristeenä on alumiinilla päällystetty EPS-eriste ja toinen on edullisempi eriste, joka on ns. perusratkaisu. Puhutaan ns. lippulaivamallista tässä yhteydessä: Comfort Lämpölattia on lämpölattia, jossa yhdistyy monta toimintaa, kuten askeläänieristys, lämmön tasaisuus uritettujen, alumiinipintaisten lämmönluovutuslevyjen ansiosta sekä luja, ohut ja kerralla suora pintalaatta Weberin kuituvahvisteisesta tasoitteesta. Ohuen ja kevyen pintalaatan ansiosta lattialämpö reagoi äärimmäisen nopeasti lämpötilan vaihteluihin, jolloin tuloksena on erittäin tasainen ja miellyttävä sisälämpötila sekä huomattavat säästöt energialaskussa. Comfort lämpölattialla saavutetaan tasainen ja nopeasti lämmönvaihteluihin reagoiva lattialämmitys ja erinomainen askeläänieristys välipohjissa. Järjestelmä sisältää vesikiertoisen lattialämmityksen ja tyyppihyväksytyn askeläänivaimennuksen. Vesikiertoiset lattialämmitysputket voidaan asentaa kätevästi levyjen uriin, mikä ohuen ja kerralla suoran pintalaatan kanssa vähentää rakennepaksuutta. Alumiinin noin 400 kertaa tasoitetta paremman lämmönjohtavuuden ansiosta lämpö jakautuu tasaisesti sivusuunnassa, jolloin jalka ei tunne lämpötilaeroja putken kohdalla tai niiden välissä. Suora, ohut ja kevyt Weberbetonit 130 Core Comfort Plaano lattiatasoitteesta tehty pintalaatta reagoi nopeasti

lämpötilan vaihteluihin, jolloin tuloksena on erittäin tasainen ja miellyttävä sisälämpötila sekä säästö energialaskussa. Weber Comfort Lämpölattia voidaan päällystää lähes millä vain, esimerkiksi parketilla, klinkkerillä, kokolattia- tai vinyyli- limatolla. Comfort Lämpölattiaratkaisua voidaan käyttää myös viilennykseen, jolloin maalämmöstä, vesistöön asennetusta keruupiiristä tai kaukokylmästä saatavaa energiaa voidaan hyödyntää kesäaikana talon viilennyksessä. Lattiaviilennyksessä, kuten lattialämmityksessäkin, käytetään hyväksi suurta lattiapinta-alaa. Tästä syystä koti viilenee ilman, että lattiapinnan lämpötila laskee alle +20 °C. Viilennystarve vaihtelee suuresti huoneen sijainnin mukaan. Kesäajan viilennyksessä huonetermostaatit säätävät viilennystä samalla tavalla kuin talvella lämmitystä. Käyttömukavuuden takaamiseksi ja kuivumisen nopeuttamiseksi kosteita tiloja ei jäähdytetä.



Lattiapinnan lämpötila, kun pintalaatta on 30 mm

Yllä olevassa kuvaajassa on esitetty 600 mm leveä Comfort Lämpölattia -malli, jossa on kaksi 17 mm:n putkea ja niiden keskellä pistemäinen teho 20 W/m. Mallissa on adiabaattiehto. Y-akselilla on esitetty tasaantuneen pintarakenteen lämpötiloja. Punainen käyrä esittää ilman alumiinilevyä olevan lämpölattian pinnan lämpötiloja ja sininen käyrä esittää alumiinilevyillä varustetun lämpölattian pintarakenteen lämpötiloja. Kellään muulla kilpailijalla ei ole vastaavaa lämpölattiaratkaisua. Kilpailijoilla on yleensä vain EPS-pohjainen eriste, johon saadaan lämpöputket kiinni

3. Mikä on lämpölattiamassan hintataso verrattuna tavanomaiseen planaon, miten eroaa?

Lämpölattiamassa on yleensä sama kuin tasoitusplaanon. Ainoa ero on, että lämpölattiamassassa tulee olla kuituja. Yleinen suositus on, että lämpölattiamassaa, jota käytetään uivissa rakenteissa, tulee olla kuituvahvisteinen.

4. Milloin lämpölattioita on alettu käyttämään asuinkerrostalojen pääasiallisena lämmönjakotapana, ja miksi? Mikä muuttui, että niitä alettiin käyttämään?

Asiaan on paljonkin tutkittu, mutta lopputuloksena aina oikeastaan se, että tilanteita hyvin vaikea verrata toisiinsa, kun käyttäjällä/käyttötottumuksilla niin iso vaikutus asiaan. Periaatteessa kustannuseroa ei teoreettisesti tule lämmitetään ko. tila patterin tai LL:n kautta, sama tehontarve. Yleisesti LL kohteissa mahdollista pitää huonelämpötilaa matalampana verrattuna patteritaloon, ilman että ns. ihmisen kokema mukavuus kärsii. Edellä mainitusta on mahdollista saada noin 5 % säästö/huonelämpötila aste, tyypillisesti 1-2 astetta. Myös tarkalla ohjauksella/dynaamisella voidaan saavuttaa säästöjä, ei yllä lämmitetä tilaa turhaan. Lämmöntuottopuolella on saatavissa isompia säästöjä, LL (lämpölattia) mahdollistaa paremmin uusiutuvan energian käytön. Toki em. ei välttämättä ole argumentti grynderille. Tulevaisuudessa (ja tänä päivänäkin) yhdistämällä LL + viilennys samaan järjestelmään saadaan merkittäviä säästöjä verrattuna patteri + konvektori viilennykseen. Uskoisin edellä mainitun olevan seuraava isompi askel LL järjestelmän penetraation kasvattimessa. Lämpömukavuus perustuu ihmisen kokemaan lämpötilaan, puhutaan operatiivisesta lämpötilasta (ottaa huomioon myös ympäröivien pintojen lämpötilat, huonelämpötilan lisäksi). Ihminen kokee standardin mukaan (ISO 7730) olonsa mukavammaksi operatiivisen lämpötilan ollessa lämmityskaudella noin 21 astetta. Standardissa määritellään hyvin laajasti ihmisen kokeman lämpötila. Standardin mukaan aina noin 5 % on tyytymättömiä vallitsevaan lämpötilaan. Ns. lämpöviihtyvyys tutkimusten mukaan LL-taloissa parempi kuin patteritaloissa. LL-järjestelmän tarjoaman mukavuus korostuu ulkolämpötilan laskiessa, eli mitä lähempänä ollaan mitoituslämpötilaa (Helsinki -26), mukavuus ero järjestelmien välillä kasvaa. Edellistä voidaan jonkin verran pienentää lisäämällä mitoitusastetta patterijärjestelmään, mutta tämä kasvattaa patterijärjes-

telmän käyttökustannuksia. Selkeästi korkeissa huonetiloissa tilanne ei päde samalla tavalla kuin aiemmin kuvasin. LL-järjestelmää käyttäen pääosin kaikki pinnat (pois lukien ylimmän kerroksen asuntojen kattoja) ovat lämpimämpiä kuin huoneen lämpö -> kasvattaa mukavuutta. Radiaattori tapauksessa ainoastaan patterin pinta on lämpimämpi -> mukavuus laskee. Energiankulutus: vertailussa tutkittu/simuloitu 4-kerroksista ns. peruserostaloa, maanvarainen alapohja. Talo rakennettu rakennusmääräysten mukaisesti. Tutkimuksissa selvinnyt, että käytetty energian määrä LL- järjestelmässä kokonaisuudessaan noin 13 % pienempi kuin patterijärjestelmässä saman operatiivisen lämpötilan saavuttamiseksi -> energiansäästö, myydään mukavuudella asiakkaille.

5. Minkälaisena näet lämpölattioiden tulevaisuuden? Onko lämpölattioissa kehittämisen varaa, mihin suuntaan? Onko haastajajärjestelmiä?

Ehdottomasti siirrytään entistä enemmän lämpölattioihin. Antaa suunnitteluvapautta, energiatehokkuutta jne.

Juha Jääskeläinen. Tuotepäällikkö. Lujabetoni Oy

1. Kuinka kauan Lujabetoni on valmistanut lämpölattiamassaa, mikä on muuttunut vuosien varrella?

Alkaen vuodesta 2017/2018, kehitystyö aloitettu 2015. Matkan varrella on muuttuneet raaka-aineet ja lähtökohdat niihin, pumppaus toisenlaisella pumpulla, työmaatoteutukseen tullut detaljeja ja toimintatapoja.

2. Entä muut toimittajat, onko muita tuotteita ollut huomattavasti aiemmin?

Ei vastaavaa betoniasemilta, mutta Euroopasta löytyy.

3. Miten LujaFlow eroaa kilpailevista tuotteista?

Tehdään betoniasemalla ja toimitetaan betoniautoilla (kilpailevat tuotteet kuiva-tuotteita sekoitusasema tai rekka työmaalle, jossa sekoitetaan massa)

4. Mikä on LujaFlow'n hintataso verrattuna tavanomaiseen lattiabetoniin tai plaanoon? Kumpaan LujaFlow luokitellaan, miten eroaa?

Betonilattitatasoite, eli molempia.

5. Minkälaisena näet lämpölattioiden tulevaisuuden? Onko lämpölattioissa kehittämisen varaa, mihin suuntaan? Onko haastajajärjestelmiä?

Ovat tulleet jäädäkseen. Yleisesti lämpölattioissa on mielestäni ongelmana mahdolliset vesivahingot.

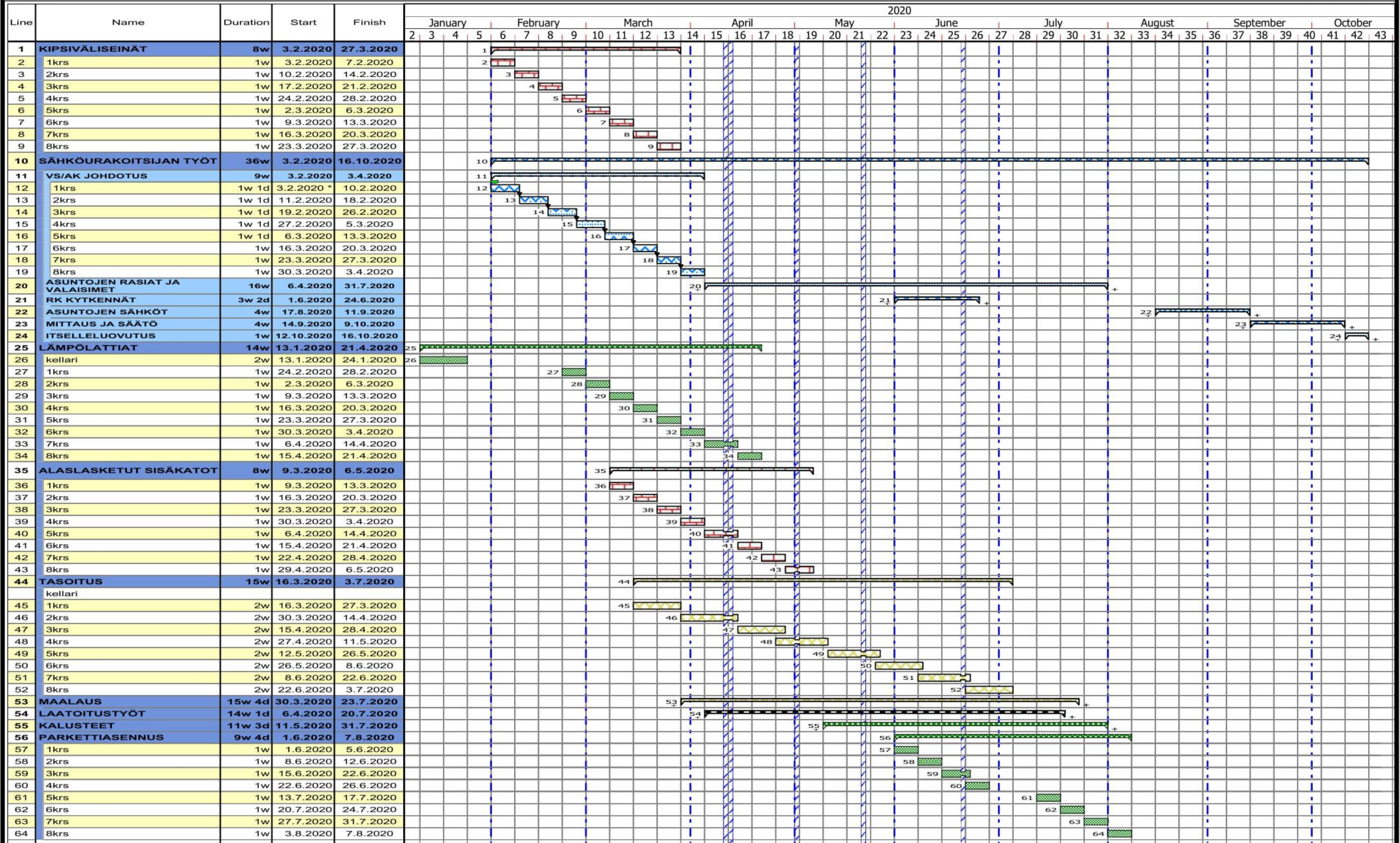
6. Minkälainen laadunvarmistus LujaFlow'lla on? Tehdäänkö leviämäkoe jokaiselle kuormalle, voidaanko massan ominaisuuksia säätää työmaalla?

Jokainen kuorma mitataan työmaalla ja tuotannon aloituksessa tehtaalla. Kuuluu laadunvalvonnan piiriin tehtaalla. Asentajat ohjeistettu säätöjen suhteen, joita tehdään erityisen vähän työmaalla.

Sisävaiheikataulu lämpölattioiden osalta

3.4.2020

Pekka Harmaala



Trades Contractor
 SÄHKÖ (JKK Sähkö) RUNKO (U-Rakennus) LAATOITUS (ForTiles) TASOITE MAALAUUS (Remonttikaksio)

Drawn by: Planner - Chart Properties Dwg No. 00001 Revision No. A Notes: Comment - Chart Properties

Lujabetoni
VAHVIN BETONIOSAAJA

Lujia

Betonitasoite
suoraan
valmisbetoni-
tehtaalta myös
asennettuna.
Nopea ja vaivaton
vaihtoehto

LUJAFLOW 20/60 BETONITASOITE
HUIPPUTUOTE UUDIS- JA KORJAUSRAKENTAMISEEN

LUJAFLOW 20/60 BETONITASOITE - RAKENTAMISEN HUIPPUTUOTE

KÄYTTÖKOHEET

LujaFlow on taloudellinen ratkaisu tasoiterakenteisiin korjaus- ja uudisrakennuskohteissa. Erinomaisen tartuntansa ansiosta LujaFlow soveltuu hyvin asennettavaksi betonipintojen päälle. Pienen kutistuman ja painonsa johdosta se on oiva tuote lattialämmitysrakenteisiin askeläänieristeen päälle.

- lämpölattiat, dB-lattiat, kelluvat lattiat ja suoraan betonipintaan tasoitteeksi
- asuntoihin, liiketiloihin, sairaaloihin ja kouluihin
- tuotetta saatavissa Lujabetonin valmisbetonitehtailta

TOIMITUS

Asiakkaalla on mahdollisuus valita kokonaisratkaisu, joka sisältää betonitasoitteen lisäksi myös valutyön. LujaFlow tilataan ja toimitetaan työmaalle normaalin betonin tavoin. Pumppaus tapahtuu ruuvipumpulla, joka on pienen kokonsa ansiosta oiva ratkaisu varsinkin kaupunkien keskustan ahtaissa kohteissa.

LOPPUTULOS

Valu viimeistellään "hevostelemalla" ja jälkihoitoaineen levityksellä. Rakenne luovutetaan A0-tason suorudella. 20 asteen lämpötilassa askeläänieristeen päälle valettava rakenne kestää päältä kävelyn noin vuorokauden kuluttua valusta.



KYSY LISÄTIETOJA:

Juha Jääskeläinen
tuotepäällikkö 044 585 2849
juha.jaaskelainen@luja.fi

Miro Harjumäki,
tehdaspäällikkö 044 585 2204
miro.harjumaki@luja.fi

Ville Vaherto
myyntipäällikkö 044 585 2185
ville.vaherto@luja.fi

LUJAFLOW - TASOITTEEN OMINAISUUDET:

- helposti tasoittuva
- lujuus C16/20 MPa
- tiheys noin 2150 kg/m³
- suositeltava kerrospaksuus 20 - 60 mm
- ei sisällä kaseiinia
- 40 mm rakenne kuivuu kahdessa viikossa
RH 90% tavoitekosteuteen (T20 °C ja Rh 50%)
- rakenne on kuituvahvistettu
- kestää kävelyn noin vuorokauden kuluttua (+20 °C)
- askeläänieristerakenne kestää kuormitusta noin viikon kuluttua valusta (+20 °C)

SEURAAVA
URAKOITSIJAN
ALOITTAA
TYÖT

TASOITERAKENTEEN LUOVUTUS + 4-5 VK

- vastaanottopöytäkirja täytetään

URAKOITSIJAN VIIMEISTELYTYÖT + 3 VK

- pintojen tasaus-/aukihionta tarvittaessa (aukihionta, jos kosteudet eivät ole läheneet laskemaan alle Rh 90%)
- Lämpötila pidettävä +10 °C - +23 °C
- sisäilmankosteus Rh 50%

JÄLKIHOIDON SEURANTA + 3 pv

- suojaukset ulkotiloihin säilytettävä
 - lämpötila pidettävä +10 °C - +23 °C
 - lattialämmityksen vesikierron voi laittaa päälle 3 pv:n päästä, kun lämpötila on valetussa tilassa ollut +18 °C - +23 °C
 - vesikierron lämpötila on oltava +20 °C ja huoneen ilma +18 °C - +23 °C
 - lattialämmitystä käytettäessä lämpötilan ollessa < +18 °C, lue työohje!
- HUOM! Työmaan on todennettava em. toimenpiteet tehdyiksi.

NORMAALIKUORMITUS + 4-5 vk

- kuormitusala 100 mm² -> 190 kg
- lattialämmityksen normaalikäyttö
- suojaukset ulkotiloihin säilytettävä
- Lämpötila pidettävä +10 °C - +23 °C

ILMAN VAIHTUVUUDEN LISÄYS + 1,5 vk

- huoneistokohtaisen tuuletuksen voi aloittaa kuivumisen nopeuttamiseksi
- suojaukset ulkotiloihin säilytettävä
- lämpötila pidettävä +10 °C - +23 °C
- sisäilmankosteus Rh 50%

KESTÄÄ KÄVELYN + 1 pv

- Jos tiloissa ollut 20 °C:tta, (+10 °C:ssa -> 3 pv)

VALUTAPAHTUMA

- työmaan tarkastuspöytäkirjan täyttö

VALMISTELEVAT TYÖT

- 2-3 pv
- suojaukset
- lämpötilan säätö
- pohjien kunto

URAKOITSIJAN VALMISTELEVAT TYÖT

- 1-2 pv
- Flow-urakoitsija asentaa korko-merkit ja tarkastaa pohjat
- tilaajan suojaukset kunnossa
- lämpötila pidettävä +10 °C - +23 °C

ALOITUSPALAVERI/-KATSELMUS - 1 vk

TILAUS

Lujabetoni
VAHVIN BETONIOSAAJA



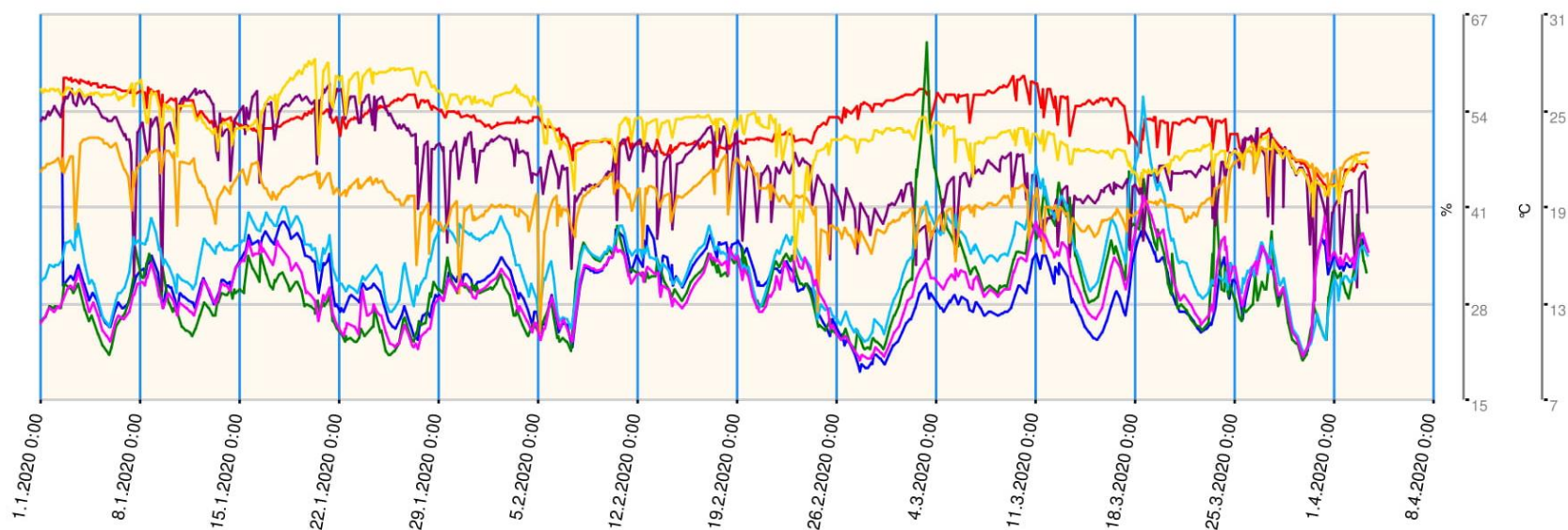
NEUVONTA ON OSA PALVELUAMME.
KÄÄNNY PUOLEEMME, KUN TARVITSET KOKENUTTA
BETONIRAKENTAMISEN ASIAANTUNTIJAA.

Lujabetoni

Raportti sensorin arvoista

Raportin pvm: 1.1.2020 0:00:00 - 3.4.2020 23:59:00

Kohde: Sarvijaakonkatu 1 A,Tampere









● Viimeinen mittaus vähemmän kuin 10 mittauksen intervalleissa

● viimeisin mittaus enemmän kuin 10 mittauksen intervallilla.

● Ei dataa viimeisimmästä mittauksesta

Anturi	Sensorytyyppi	Yksikkö	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Viimeisin mittaus	Viimeisin arvo	Tila
THS (8krs)	Ilmankosteus	%	18.90	46.20	30.19	3.4.2020 9:45:00	35.60	●
THS (8krs)	Lämpötila	°C	19.50	27.20	24.45	3.4.2020 9:45:00	21.60	●
THS 2 (1krs)	Ilmankosteus	%	20.50	63.40	30.14	3.4.2020 9:45:00	32.80	●
THS 2 (1krs)	Lämpötila	°C	13.20	26.70	22.15	3.4.2020 9:45:00	20.90	●
THS 3 (3krs)	Ilmankosteus	%	21.50	56.10	33.91	3.4.2020 9:48:00	34.70	●

THS 3 (3krs)	Lämpötila	 °C	11.20	23.40	19.96	3.4.2020 9:48:00	22.40	
THS 6 (6krs)	Ilmankosteus	 %	20.40	42.70	30.06	3.4.2020 9:46:00	35.10	
THS 6 (6krs)	Lämpötila	 °C	15.80	28.30	24.12	3.4.2020 9:46:00	22.00	

Olosuhteraportti

Tammi-maalis,
kaikki kerrokset