

# Betonilattian, kipsivalulattian ja sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasotelattian kustannusvertailu kelluvassa lattiarakenteessa

Janne Kautto

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2019  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), Rakennusalan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Kautto, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2019
	Sivumäärä 86	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Betonilattian, kipsivalulattian ja sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian kustannusvertailu kelluvassa lattiarakenteessa</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), Rakennusalan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Haapamaa, Jukka Konttinen		
Toimeksiantaja(t) Peab Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen aiheena oli vesikiertoisella lattialämmityksellä varustettavien kelluvien pintalattioiden kustannusvertailu. Vertailtavat materiaalit olivat lattiabetoni, kipsilattiamassa ja sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite. Opinnäytetyön tilaajana oli rakennusliike Peab Oy.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kokonaiskustannuksiltaan edullisin tuotantoratkaisu kelluvien pintalattioiden toteutukseen kahdelle erilaiselle pintamateriaalityypille. Tutkimusaineiston keräämiseen käytettiin Keski-Suomessa valmistuneiden hankkeiden toteutuneita kustannuksia, alihankkijoiden tarjoushintoja sekä Peabilla toimihenkilönä työskentelevien henkilökohtaisia muistiinpanoja. Aineiston perusteella tehtiin materiaaliakohtaiset kustannuslaskelmat eri rakennetyypeille, joiden avulla suoritettiin kustannusvertailu. Kustannuslaskelmien lisäksi työssä tutkittiin vertailumateriaalien ominaisuuksia ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä käytännön näkökulmasta.</p> <p>Kustannusvertailujen tuloksina saatiin edullisimmat tuotantoratkaisut sekä uivan että alustaan liimattavan pintamateriaalin alustaksi. Laskelmien ja vertailutuloksien lisäksi tutkimustuloksista saatiin jokaiselle vertailumateriaalille toteutuksessa hyödynnettävää kokemusperäistä tietoa. Vertailumateriaalien yhteisenä, tärkeänä kustannuksiin vaikuttavana tekijänä pidettiin kelluvan lattiarakenteen joustavan kerroksen kustannusta sekä toteutuksen laadunvalvontaa ja sen merkitystä.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) kustannusvertailu, kelluva pintalattia, kipsivalulattia, betonilattia, sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite		
Muut tiedot <b>Opinnäytetyö sisältää salassa pidettävää aineistoa. Salattuun aineistoon kuuluvat tutkimuksen tulokset ja liitteet 3-9. Julkisuuslaki 621/1999 24§, kohta 17 ja 20. Salassapitoaika kaksikymmentäviisi (25) vuotta. Salassapitoaika päättyy 1.10.2043.</b>		

Author(s) Kautto, Janne	Type of publication Bachelor's thesis	Date March 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 86	Permission for web publication: X
Title of publication <b>Cost comparison of concrete floor, gypsum floor and cement-based pump filled floor in floating floor structure</b>		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Haapamaa Hannu, Konttinen Jukka		
Assigned by Peab Oy		
Abstract  <p>The subject of the thesis was a comparison of the costs on surface floating floor with water underfloor heating. The compared materials for floor levelling were concrete floor, gypsum-based pump filled floor and cement-based pump filled floor. The thesis was assigned by Peab Oy.</p> <p>The aim of the thesis was to find out the most cost-effective production solution for the implementation of floating surface floors with two different types of floor surface materials. The research material is a combination of various materials collected in Central Finland containing documents from completed projects, bidding prices from subcontractors and Peab Oy employees' personal notes of relevant to this study. Based on these research materials, material-specific costs for the different types of structures were calculated and a cost comparison was performed. In addition to cost calculations, the research materials were studied regarding the features and cost drivers from a practical point of view.</p> <p>The result of cost comparisons made it possible to determine the most cost-effective production solutions for floating floor surface material and glued floor surface material. In addition to calculations and comparison, this study gained valuable research material for practical implementations and experiences. This study establishes that all materials share common cost-related factors, which are the importance of cost-control for floating floor material, quality control of the implementation and importance of the quality control during every step of the process.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) cost comparison, floating surface floor, gypsum floor, concrete floor, cement-based pump filled floor		
Miscellaneous The thesis contains material considered classified. Classified material includes research results and appendices 3-9. Publicity law 621/1999 24§, Paragraphs 17 and 20. The period of confidentiality is twenty-five (25) years. The confidentiality period ends on 1.10.2043.		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>7</b>
1.1	Lähtökohdat .....	7
1.2	Toimeksiantaja Peab Oy .....	8
1.3	Tutkimuksen tavoite .....	9
<b>2</b>	<b>Kelluvan lattiarakenteen toteutus</b> .....	<b>10</b>
2.1	Kelluvat lattiarakenteet.....	10
2.2	Kelluva betonilattia .....	16
2.3	Kelluva kipsivalulattia .....	25
2.4	Kelluva sementtipohjainen kuituvahvistettu tasoitelattia.....	32
2.5	Kustannuksien vertaaminen.....	36
<b>3</b>	<b>Kustannusvertailu</b> .....	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>Haastattelut</b> .....	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Tulokset (salainen)</b> .....	<b>48</b>
5.1	Kustannusvertailun tulokset.....	48
5.2	Haastatteluiden tulokset.....	48
<b>6</b>	<b>Johtopäätökset</b> .....	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Pohdinta</b> .....	<b>50</b>
	<b>Lähteet</b> .....	<b>54</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>57</b>
Liite 1.	Rakennetyypit.....	57
Liite 2.	Haastattelurunko.....	66
Liite 3.	Kustannusvertailulaskelmien hintataulukko (salainen) .....	67
Liite 4.	Betonin kuljetus- ja pumppauslaskelmat (salainen) .....	68

Liite 5. Betonilattian laskelmat (salainen).....	69
Liite 6. Kipsivalulattian laskelmat (salainen) .....	70
Liite 7. Sementtipohjaisen kuitutasoitelattian laskelmat (salainen).....	71
Liite 8. Kustannusvertailun tulokset (salainen).....	72
Liite 9. Haastatteluiden tulokset (salainen) .....	73

## Kuviot

Kuvio 1. 2018 valmistuneessa Asunto Oy Jyväskylän Helmitikassa on vesikiertoisella lattialämmityksellä varustetut kelluvat pintalattiat. ....	11
Kuvio 2. Kelluvan pintalattian toteutusvaiheessa huomiota on kiinnitettävä liittymien, läpivientien sekä saumojen tiivistykseen. ....	12
Kuvio 3. Kelluvan betonilattiarakenteen periaatekuva. ....	16
Kuvio 4. Asunto Oy Jyväskylän Kultatikassa kelluvat pintalattiat valettiin betonista.....	18
Kuvio 5. Betonilattian halkeilun aiheuttajia. ....	19
Kuvio 6. Lattian tasaisuuden mittaukseen käytettävä mittalauta ja kiilamenetelmä. ....	23
Kuvio 7. Kelluvan kipsimassalattian periaatekuva.....	25
Kuvio 8. Asunto Oy Jyväskylän Gygnaeuksenkatu 9 toteutettiin kelluvilla kipsimassalattioilla.....	27
Kuvio 9. Kipsimassa pumpataan kohteeseen käyttötarkoitukseen soveltuvalla pumppauskalustolla. ....	28
Kuvio 10. Kipsijauho voidaan toimittaa 30, 1000 kg tai 1200kg pakkauskoossa, joka valitaan kohteen koon ja pumppauskaluston mukaan. ....	30
Kuvio 11. Kipsimassalattiassa lattialämmitys voidaan kytkeä päälle varhaisessa vaiheessa.....	31

Kuvio 12. Sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian periaatekuva....	33
Kuvio 13. Keski-Suomen ensi- ja turvakodin kelluvat pintalattiat valettiin sementtipohjaisella kuituvahvistetulla tasoitteella. ....	34
Kuvio 14 Sementtipohjaisen kuituvahvistetun lattiatasoitteen lisävahvikkeeksi asennetaan lasikuituverkko. ....	35
Kuvio 15. Kustannuksien hintakehityksen suhteellista muutosta kuvataan rakennuskustannusindeksillä.....	37
Kuvio 16. Kustannusvertailulaskelmat tehtiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.....	40

## **Taulukot**

Taulukko 1. Vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykselle .....	14
Taulukko 2. Alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat .....	22

## **Sanasto**

### **Alustaan liimattava pintamateriaali**

Lattianpäällyste, esimerkiksi PVC-, tekstiili- tai linoleummatto, kiinnitetään alustaan liimaamalla, jolloin rakenne on yhtenäinen.

### **AU**

Aliurakoitsija. Laskelmissa esiintyy työn ja materiaalin sisältäviä alihankkijahintoja sekä pelkkää työtä koskevia hintoja.

### **Betonin alkalinen kosteus**

Betonin korkea pH-arvo. Alkalisuus voi aiheuttaa liimojen ja lattianpäällysteiden hajoamista ja muodostaa haitallisia päästöjä sisäilmaan. Matala-alkalisella tasoitekerroksella pyritään ehkäisemään betonin ja alustaan liimattavien pintamateriaalien kosketus toisiinsa. (Lattiatietoa 2018.)

### **Hinta**

Rahassa mitattava määrä, jolla työn suorittaja tai toimittaja on valmis tekemään tietyn työn, tehtävän tai suoritteen. Hintaan vaikuttaa yleinen markkinatilanne.

### **Kelluvan lattian joustava kerros**

Pintalattian ja kantavan rakenteen väliin asennettava materiaali, joka muodostaa joustavan kerroksen. Joustavan kerroksen tarkoituksena on irrottaa rakenteet toisistaan ja estää äänien haitallinen siirtyminen kantavaan rakenteeseen. (BLY-9 By48 2002, 6.)

### **Kustannus**

Tuotannon tuotteiden valmistamisesta tai hankkimisesta rahassa mitattava menetys. Kustannukset koostuvat rakennusliiketoiminnassa pääosin työstä ja materiaalimenekistä.

### **Lattialämmityslevy**

Joustavan kerroksen toteutukseen suunniteltu eristelevy. Levyn pinta voi olla sileä tai muotoiltu. Sileän levyn pinnassa on pinnoite, joka kestää lattialämmityspotkiston kiinnikkeiden asennuksen. Muotoilun avulla lattialämmityksen voi asentaa ilman kiinnikkeitä levyn pintaan.

### **Lattian hienotasointus**

Lattian pinta tasoitetaan hienorakeisella tasoitteella. Hienotasointuksen tarkoituksena on saada alustasta pintamateriaalin vaatimusten mukainen.

## **Littera**

Kustannushallinnassa käytettävä nimike kohdistusnumerolle. Kohdistusnumeroiden avulla kustannukset kohdistetaan nimikkeistön mukaisiin tehtäväkokonaisuuksiin.

## **Nopeammin päällystettävä betoni (NP)**

NP- betoni kuivuu kaksi – kolme kertaa nopeammin kuin normaalisti sitoutuva betoni. Nopea kuivuminen edellyttää tilan riittävän alhaista ilman suhteellista kosteutta (< RH 50 %) ja lämpötilaa (+ 20 °C). NP- betonia käytetään mm. nopeaa aikataulua vaativissa kohteissa. (Lattiabetonit n.d.)

## **Pumpputasoitus**

Lattiatasoitteiden koneellinen pumppaaminen kohteeseen. Pumppaus suoritetaan tarkoitukseen soveltuvalla pumppauskalustolla.

## **Työmenekki**

Työmenekin yksikkö on tth, eli työntekijätunti. Yksi työntekijätunti vastaa yhden työntekijän tekemää tunnin työtä. Työmenekkiin vaikuttavat kohteen ominaisuudet, suoritemäärä ja olosuhteet. (ROK 2018, 13.)

## **Uiva pintamateriaali**

Pintamateriaalia eli lattianpäällystettä ei kiinnitetä alustaan. Uivia pintamateriaaleja ovat esimerkiksi lautaparketti ja laminaatti. Alustana voi olla esimerkiksi betonilaatta, kipsivalulattia tai sementtipohjainen kuitutasoitelattia.

# 1 Johdanto

## 1.1 Lähtökohdat

Tutkimuksen aihe nousi esille ammattikorkeakoulun työharjoittelujakson aikana keväällä 2018, jolloin työmaalla käytiin keskustelua lattioiden jälkitöihin liittyen. Tutkimuksen aihevalintaan päädyttiin toimeksiantaja yrityksen Peab Oy:n työpäällikkö Matti Väisäsen kanssa. Tutkimusaiheen lähtökohtana ovat betonilattioiden valun jälkeen tehtävät jälkityöt, jotka aiheuttavat kustannuksia. Työtä aiheuttavat reunojen ja halkeamakohtien nousujen lisäksi koholla olevat kohdat sekä valuvaiheessa vajaaksi jääneet alueet. Jälkityöt tuovat lisäkuluja niin materiaalien kuin työnkin puolesta.

Pintalattiat kokonaisuudessaan ovat suuri kustannuserä työmailla ja vaikuttavat aikataulun suunnitteluun sekä toteutukseen merkittävästi. Aiheesta tekee tutkimisen arvoisen toimeksiantajan osoittama tarve kustannusvertailulaskelmalle, josta selviää päätehtävien osalta edullisin pintalattiamateriaali. Mikäli joku kustannusvertailun kolmesta lattiamateriaalista osoittautuu kustannustehokkaimmaksi laskelmien avulla, on analysoidulle tutkimustulokselle käyttöä toimeksiantajan yritystoiminnassa. Vertailtaville materiaaleille ei ole aikaisempaa kokonaiskustannusvertailua saatavilla. Aiemmat aiheeseen osittain liittyvät tutkimukset kohdentuvat pääosin materiaaliominaisuuksiin, yksittäisten materiaalien ja työmenetelmien vertailuun, sekä osasuoritusten kustannuksien muodostumiseen.

## 1.2 Toimeksiantaja Peab Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on rakennusliike Peab Oy. Yritys on pohjoismaissa toimiva ruotsalainen pörssinoteerattu rakennusliike. Peab Oy:n toiminta alkoi 1959, jolloin veljekset Eriks ja Mats Paulsson perustivat maatalouskoneisiin ja jätekuljetuksiin erikoistuneen yrityksen. (Peab historia, 2018.)

Myöhemmin Peab laajeni myös rakennusyhtiöksi. 1990-luvun alkupuolella rakennusliike teki suuren kehityksen rakennusliiketoiminnassaan, kun yhtiö osti omaa kokoaan merkittävästi suuremman rakennusliikkeen ja laajeni omistajamuutoksilla Ruotsin suurimpien rakennusliikkeiden joukkoon. Norjassa toiminta on aloitettu jo 1990-luvulla. Suomeen Peab laajeni 1999. Jyväskylän yksikkö aloitti toimintansa 2010 ja työllistää noin 70 työntekijää sekä 30 toimihenkilöä. (Mts.)

Nykypäivänä yritys työllistää kokonaisuudessaan 15000 työntekijää, joista noin 750 työskentelee Suomessa. Yrityksen päätoimialaa ovat rakentaminen, infrarakentaminen, kiinteistökehitys sekä teollisuus. 2017 Peab konsernin liikevaihto on noin 5,2 miljardia euroa. Jyväskylän vuoden 2018 arvioitu liikevaihto noin 40 miljoonaa euroa. (Mts.)

### 1.3 Tutkimuksen tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää edullisin kelluva pintalattiamateriaali sekä uivalle lattianpäällysteelle että alustaan liimattavalle mattopäällysteelle. Vertailtavat materiaalit ovat kelluva betonilattia, kipsivalulattia ja sementtipohjainen kuituvahvistettu tasoitelattia. Tavoitteena on tutkia, onko pinnoitusvalmis betonilattia jälkitöineen neliöhinnaltaan kalliimpi kuin vaihtoehtoisella materiaalilla toteutetut pintalattiat.

Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisena tutkimuksena. Tutkimusmenetelminä käytetään kustannusvertailulaskelmia sekä puhelinhaastatteluita. Haastatteluiden tavoitteena on tuoda kustannuksiin liittyviä käytännön näkökulmia ja kokemuksia laskelmien tueksi sekä lisätä tutkimuksen luotettavuutta. Haastatteluiden avulla pyritään saamaan tietoa kustannuksiin liittyvistä tärkeistä tekijöistä, joita kelluvien lattiarakenteiden toteutuksessa on tullut ilmi ja mitä tutkimuksessa tulee huomioida. Haastattelutuloksilla pyritään lisäksi tuomaan esille asioita, joihin kannattaa lattiarakenteiden toteutuksessa kiinnittää jatkossa huomiota.

Opinnäytetyö on rajattu tukemaan suunnittelunohjausta sekä työmaan toteutuksen vastuuhenkilöitä kelluvien pintalattiarakenteiden valitsemisessa. Tutkimuksen sisältö rajautuu vesikiertoisella lattialämmityksellä varustettavaan välipohjarakenteeseen tavanomaisissa kerrostalokohteissa. Kustannuslaskelmat on rajattu kolmeen materiaaliin, jotka ovat: betonivalu, kipsivalu ja sementtipohjainen kuituvahvistettu tasoite. Laskelmissa vertailtavat tuotteet, sekä rakennetyypit on valittu opinnäytetyön toimeksiantajan toiveiden mukaisesti. Laskelmissa ei oteta kantaa kuivatus- tai aikataulukustannuksiin, jotka mahdollisesti vaikuttavat jälkeenpäin tehtävien töiden työjärjestyksiin ja ajankäyttöön.

Kustannusvertailulaskelmiin pyritään keräämään toteutuneita kustannuksia Keski-Suomessa valmistuneiden rakennushankkeiden kustannustiedoista. Puutteellisten tietojen osalta käytetään alihankkijoiden tarjousten mukaisia hintoja. Tutkimustuloksen tavoite on palvella tulevien kohteiden suunnittelunohjausta sekä työmaita toteutuksen parissa.

## 2 Kelluvan lattiarakenteen toteutus

### 2.1 Kelluvat lattiarakenteet

Rakenteelliselta toiminnaltaan kantavan rakenteen päälle suunniteltu valettu lattia voi olla alustaansa kiinnitetty tai alustastaan vaimennuskerroksella irrotettu **kelluva lattia**. Kelluvaa lattiarakennetta käytetään esimerkiksi asuin-, toimisto- ja koulurakennuksissa (ks. kuvio 1). Rakenteen toteutuksessa käytetään kelluvana materiaalina lattiabetonia, kipsiä sekä sementtipohjaisia tasoitteita. Kelluva lattiarakenne on mahdollista tehdä myös levyrakenteisena. Väli-pohjissa kelluvan lattiarakenteen etuina ovat hyvä askeläänieristävyys, sekä mahdollisuus lämpö- ja rakennusteknisesti toimivan lattialämmityksen käyttöön. Kantavana rakenteena kelluvan pintalattiarakenteen alla voi olla puu, ontelolaatta tai massiivibetonilaatta. (BLY-9 By45 2014, 13.)

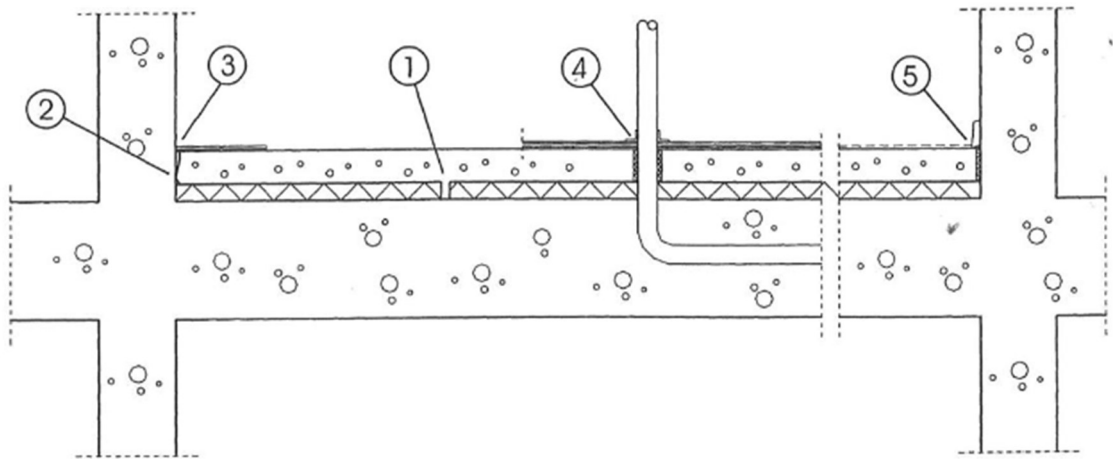


Kuvio 1. 2018 valmistuneessa Asunto Oy Jyväskylän Helmitikassa on vesikiertoisella lattialämmityksellä varustetut kelluvat pintalattiat. (Peab uudiskohteet 2018.)

Kelluvan lattiarakenteen toimintaperiaate on yksinkertainen ja toimiva, mikäli rakenne toteutetaan huolellisesti (ks. kuvio 2). Kelluva lattiarakenne toteutetaan asentamalla kantavan rakenteen päälle joustava vaimennuskerros, joka erottaa runkorakenteen ja lattian toisistaan. Ennen vaimennuskerroksen asentamista tulee pohja olla täysin puhdistettu orgaanisesta aineesta. Puhdistus voidaan suorittaa imuroimalla. Pohjan tasaisuus tarkistetaan ja oikaistaan tarvittaessa kuivalla asennushiekalla tai tasoitteella. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 9.)

Materiaalina vaimennuskerrokselle voidaan käyttää elastista polystyreeniä (EPS), mineraalivillaa tai asennuslattiaperiaatetta. Polystyreeni- ja mineraalivillalevyä käytettäessä tulee eristeiden olla kelluviin lattiarakenteisiin soveltuvia. Eristeen paksuudeksi suositellaan  $\geq 30$  mm. Edellä mainittuja materiaaleja käytettäessä suositellaan joustavan kerroksen materiaalin olevan dynaamiselta jäykkyydeltään maksimissaan  $20 \text{ kN/m}^3$ . Painumien ja muodonmuuk-

sien välttämiseksi puristuslujuuden tulee olla minimissään 10–12 kN/m<sup>2</sup>. Suuremmilla kuormilla mitoitettaessa myös joustavan vaimennuskerroksen puristuslujuutta on lisättävä. Eristeen tulee olla niin vahvaa ja koossa pysyvää, että se kestää sekä käytön- että työnaikaiset rasitukset. Äänieristeen asennus voidaan tehdä yhdestä tai useammasta kerroksesta. Tekniikkaa voidaan viedä lattiarakenteessa myös paikkoihin, joihin sitä runkovaiheessa ei ole vielä viety. (BLY-9 By48 2002, 6.)



Kuvio 2. Kelluvan pintalattian toteutusvaiheessa huomiota on kiinnitettävä liittymien, läpivientien sekä saumojen tiivistykseen. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 9.)

### Askelääni

Askelääni on rakennuksen rungossa kulkeva ääni, joka kantautuu haitallisesti muihin tiloihin. Kelluvan lattian ääniteknisen toiminnan suhteen lattian tärkein ominaisuus on sen ominaistaajuus  $f_0$  [Hz]. Ominaistaajuuteen vaikuttavat kantavan rakenteen massa [kg/m<sup>2</sup>], kelluvan pintamateriaalin massa  $m'$  [kg/m<sup>2</sup>], sekä askeläänieristekerroksen dynaaminen jäykkyys  $s'$  [MN/m<sup>3</sup>].

Ominaistaajuutta ja sitä kautta askeläänen haitallista kantautumista on mahdollista alentaa pienentämällä eristekerroksen dynaamista jäykkyyttä [s'] tai vaihtoehtoisesti kelluvan pintamateriaalin massaa [kg/m<sup>2</sup>] lisäämällä. (RIL 243-1-2007, 115-121.)

Askelääntä aiheuttavat esimerkiksi kävely kovapohjaisilla kengillä, hyppiminen ja kulkeminen lattiapinnoilla, kalusteiden siirto tai muu vastaava huoneessa tapahtuva liike. Askeläänillä on haitallinen merkitys, sillä ääniympäristö vaikuttaa ihmisen asumisterveyteen ja viihtyisyyteen.

Haittaa aiheuttava ääni syntyy pinnan värähtelystä, jonka aiheuttaa tilassa tapahtuva painevaihtelu. Askelääntä mitataan standardoidulla askeläänikojeella. Askeläänikojeen toiminta perustuu eri tilaan kantautuvan äänen äänipainetasoon ja sen vaihtelun mittaamiseen. Askeläänikoje muodostaa rakenteeseen runkoäänen mekaanisesti pudottelemalla 40 mm korkeudesta viittä 0,5 kg painoista punnusta lattiapintaan. Jokainen punnus putoaa kahdesti sekunnissa, jolloin kokonaisiskujen määrä on 10 iskua sekunnissa. Äänenpainetasolukua voidaan mitata esimerkiksi askeläänikojeen ala-, ylä- tai sivuttaisuunnassa sijaitsevasta tilasta. Äänenpainetasoluku riippuu tilan absorptioalasta A [m<sup>2</sup>], siihen laitetuista kalusteista ja sisustuksesta. Rakenteen askeläänieristyskyky on sitä huonompi, mitä korkeampia äänenpainetasot ovat. (RIL 243-1-2007, 115-121.)

Taulukko 1. Vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykselle (A796/2017, 4§.)

4 §

*Vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykselle*

Asuntojen sekä majoitus- ja potilashuoneiden ilma- ja askelääneneristyksen suunnittelussa ja toteutuksessa on noudatettava seuraavia lukuarvoja:

Huonetila	Pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ (dB)	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I, 50-2500}$ (dB)
Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä	55	53
Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen	39	63

Meluntorjuntaan ja askelääneen liittyviä vaatimuksia on tarkennettu uudella ympäristöministeriön asetuksella (ks. taulukko 1). Asetus tuli voimaan 1.1.2018. Uuden asetuksen muutoksia ovat mm. askeläänieristyksen taajuusalueen laajentuminen. Mittausaika on standardisoitu 0,5 sekunnin jälkikaiunta-aikaan. Askelääntä mitattaessa käytetään lisäksi spektripainotustermiä  $C_{I,50-2500}$ . Aikaisemmin termin käyttöä ei edellytetty Suomen rakennusmääräyksissä. Spektripainotusermi laajentaa askelääneneristävyyden laajuutta kaistoille 50, 63 ja 80Hz. Spektripainotusermi huomioi sekä yksittäisillä taajuuksilla että kokonaisvaltaisella taajuudella esiintyvät merkittävät poikkeamat. Uuden asetuksen myötä tulee rakennus- ja suunnitteluvaiheessa kiinnittää entistä enemmän huomiota mm. lattioiden askeläänieristeiden dynaamiseen jäykkyyteen ja asennukseen sekä valupaksuuteen ja mahdollisten äänisiltujen katkaisemiseen. (A796/2017, 4§.)

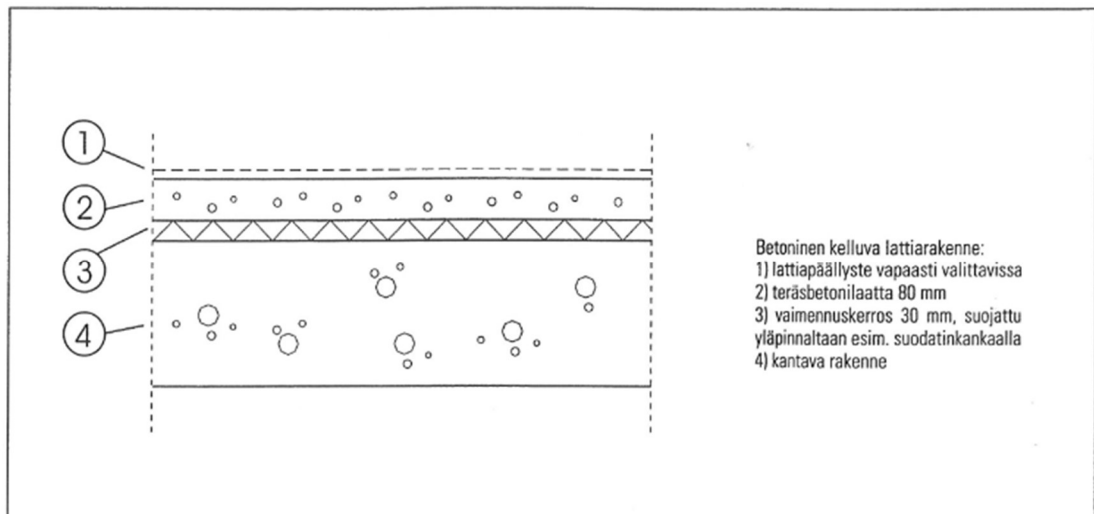
## Kosteusmittaukset

Suunnitteluvaiheessa lattioille määritetään raja-arvot, jotka kosteusmittaustuloksien tulee alittaa ennen lattiapäällysteiden asentamista. Suhteellisen kosteuden mittauksilla pyritään selvittämään, voidaanko rakenne päällystää ilman kosteusvaurioriskiä. Lisäksi mittauksien perusteella voidaan arvioida rakenteessa oleva ylimääräinen kosteus. Raja-arvot koskevat kelluvaa lattiarakennetta sekä sen päälle jälkeinpäin levitettyjä tasoitteita. Tyypillisesti RH-raja uivilla parketeilla ja muovimatoilla on < 85 %. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 25.)

Lattian kosteuspitoisuutta voidaan mitata porareistä tai näytepalamenetelmällä. Tasoitelattioissa mittaus tehdään näytepalamenetelmällä tasoitteen ohuen kerrospaksuuden vuoksi. Suhteellinen kosteus (RH) mitataan betonin pintaosasta sekä tietyltä arviointisyvyydeltä. Betonilattian ja tasoitelattioiden kuivamiseen vaikuttavat huomattavasti muun muassa ilmanvaihto, lämpötila, tilassa vallitseva ilman suhteellinen kosteus, lattialämmitys sekä betonipinnan puhtaus. Porareikämittauksella mittausreiän annetaan tasaantua 3–7 vuorokautta, minkä jälkeen mittaus voidaan suorittaa. Näytepalamenetelmä on porareikämenetelmää nopeampi, jolloin kosteusmittaustulos saadaan näytteenotto hetkestä 6 tunnin tasaantumisajan jälkeen. (Merikallio 2002, 13-18.)

## 2.2 Kelluva betonilattia

Betoni on nykypäivänä eniten käytetty materiaali rakentamisessa (Concrete konstruktion 2018). Betonia on käytetty jo ennen keskiaikaa, jolloin sideaineena käytettiin kalkkia ja potsolaania eli tulivuorituhkaa. 1800-luvulla betonia alettiin käyttämään uudelleen portlant-sementin keksimisen jälkeen, jolloin se alkoi yleistyä monenlaisissa rakennelmissa. Betonin raaka-aineina käytetään nykyään kiviainesta, sementtiä, vettä ja lisäaineita. Betonin hyviä ominaisuuksia ovat muun muassa hyvä saatavuus, säädeltävä lujuus sekä edullisuus. Nykypäivänä betonia valmistetaan vuosittain maailmassa noin 13 miljardia kuutiometriä. (Betoni materiaalina n.d.)



Kuvio 3. Kelluvan betonilattiarakenteen periaatekuva. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 7.)

Betoni toimitetaan työmaalle betoniautolla. Kerrostalokohteissa betoni pumpataan lattianvalukohteeseen kuorma-autoon kiinnitetyllä pumppauskalustolla (ks. kuvio 4). Valun etenemistahti on suurimmillaan, kun valetaan yhtenäisiä lattia-alueita (Petrow, Vuorinen & Rydenfelt n.d, 502). Betonia on saatavilla paikallisilta betoniasemilta. Betonitilausta tehdessä tulee ilmoittaa kohteen tiedot, laskutusosoite, toimitusnopeus, betonin lujuusluokka, suunniteltu käyttöikä, rasitusluokka, maksimiraekoko sekä notkeus. Lisäksi betonin toimittajalle tulee ilmoittaa, pumpataanko betoni ja tuleeko mahdollinen pumppauskalusto betonin toimittajan puolesta vai tilaako työmaa kaluston omatoimisesti. Pumppauskalustoa tilattaessa tulee ilmoittaa kohteen korkeus ja tarvittavan letkulinjaston pituus. Työmaalla tulee olla toimivat olosuhteet betonin kuljetukselle sekä pumppauskaluston pystyttämiseksi. Pystytyspaikka ja kulkuväylät on pidettävä tyhjänä ja maankantavuuden tulee olla riittävä suurien kuormien vuoksi. (Betonin tilaaminen ja pumppaus 2018.)

Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu määrittellä betonin lujuus- ja rakenne- luokka, rasitusluokka, sekä laatu. Luokitusten laatutekijät on ilmoitettu kirjain – numero – roomalainen numero- periaatteella. Ensimmäinen kirjain ilmoittaa suoruusvaatimuksen. Suoruuteen käytetään kirjaimia A<sub>0</sub>, A, B ja C. A<sub>0</sub>-luokka on em. kirjaimista vaativin. Numeroissa ensimmäinen numero ilmaisee kulutuskestävyyttä, joka on jaettu neljään luokkaan 1, 2, 3 ja 4. Suurin numero merkitsee kestäväintä luokkaa. Luokituksen viimeisenä tekijänä on roomalainen numero, joka ilmoittaa sallitun halkeamaleveyden. Sallitulle halkeamaleveydelle on kolme luokkaa I, II ja III, joista luokka I on vaativin. Luokitusohjeen tarkoituksena on esittää tuotannolle jokaisen luokan minimivaatimus. Lisäksi luokitusmerkintään voidaan tarvittaessa lisätä erityisen vaativien kohteiden toteutukseen T- kirjain. (BLY-9 By45 2014, 14.)

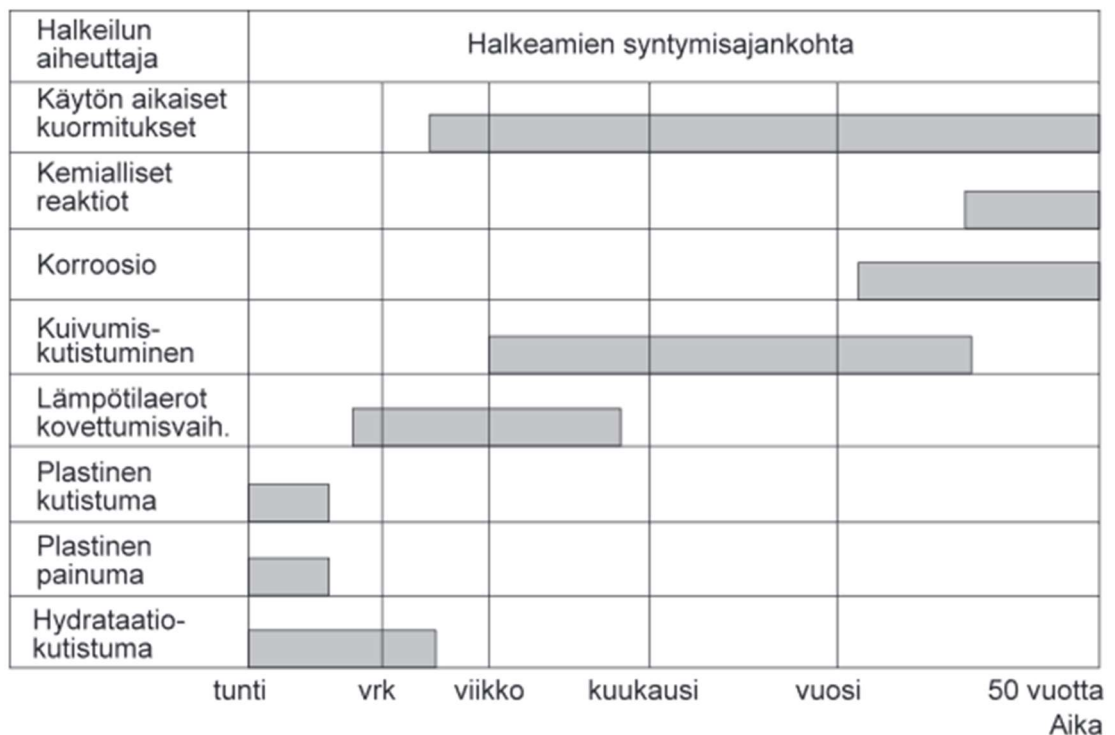


Kuvio 4. Asunto Oy Jyväskylän Kultatikassa kelluvat pintalattiat valettiin betonista. (Peab ennakkomarkkinointiesite 2014)

Kelluva betonilaatta valetaan kelluvien lattiarakenneohjeiden mukaisesti joustavan vaimennuskerroksen päälle (ks. kuvio 3). Vaimennuskerroksen materiaalien saumojen tulee olla tiiviit, ettei betoni valuessaan rakenteisiin aiheuta haitallista äänisiltaa. Eristeen päälle voidaan tarvittaessa asentaa suodatinkangas tai vastaava sitkeä kangas, jolla estetään betonin pääsy rakenteisiin. Betonisen kelluvan lattiarakenteen vaatimus alustan tasaisuudelle on  $\pm 5$  mm 2000 mm matkalla (BY47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2007, 85.)

Kelluvan pintalaatan tulee olla irti muista rakenteista, kuten putkista, seinistä ja hormeista. Lattiaan liittyvien rakenteiden välissä käytetään irrotuskaistaa, joka on 8–12mm paksua solumuovia. Irrotuskaistat tulee asentaa huolellisesti

esimerkiksi liimaamalla, teippaamalla tai kiinnittämällä mekaanisesti. Mekaanisesti kiinnitettäessä tulee huomioida kiinnikkeen aiheuttamat äänisillat, sillä ääni kulkeutuu pienenkin kiinnikkeen kautta runkorakenteeseen. Betonilattian voimakkaan kutistumisen vuoksi irrotuskaistan asennuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota kutistumiskeskipesteestä katsottaessa piiloon jääviin paikkoihin, joissa kutistumisliike vaikuttaa eniten. Haasteellisiin kohtiin ratkaisuna voidaan asentaa irrotuskaista kaksinkertaisena. (BLY-9 Suunnittelu- ja työhje 2000, 13.)



Kuvio 5. Betonilattian halkeilun aiheuttajia. (Komonen, J. 2010.)

Suunniteltujen kutistumissaumojen sekä liikuntasaumojen on toimittava oikein, jolloin syntyvät halkeamat pysyvät hallinnassa (ks. kuvio 5). Sisä- ja ulkonurkkiin sekä pilareiden ympärille voidaan lisätä kaksi kappaletta metrin

mittaisia 8 mm teräksiä, jotka ottavat vastaan halkaisuvoimia. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 19.)

Kelluvan pintalaatan suositeltu valupaksuus on 80 mm, mutta erityistapauksessa lattialämmityksen säädettävyyden vuoksi valupaksuutta voidaan ohentaa. Ohuempi laatta on herkempi kaareutumiselle, sillä betoni kuivuu yläpinnasta nopeammin kuin eristekerrosta vastaan olevasta alapinnasta. Ohennettaessa tulee huomioida lisäksi raudoituksen sijainti. Etenkin lattialämmityspotkea käytettäessä raudoitusverkkojen risteämäkohdat voivat kasvaa moninkertaiseksi ja aiheuttaa lämmityspotken pintaan jäämisen. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 14.)

Betonin suositeltava lujuus kelloville lattioille on C25/30. Kiviainekselle maksimiraekokona on käytetty 12 mm – 16 mm. Betonipeitepaksuus tulee määrittää rasitusluokan mukaan. Raudoituksen on oltava Suomen betoniyhdistyksen mukaan keskeisesti sijoitettu vähintään T6#150 verkko, mutta suositeltu raudoitus on T8#200, sijainniltaan kolmannespaksuuden etäisyydelle betonilattian yläreunasta. (BLY-14 2012.)

Työmaalla valuolosuhteet vaikuttavat merkittävästi betonilattian lopputulokseen ja kustannuksiin. Ongelmana on betonin liiallinen kosteuden haihtuminen, jolloin betonin kuivuminen ei ole hallinnassa. Betonilattian yksi tärkeimmistä työvaiheista on jälkihoito. Jälkihoidon tarkoituksena on kovettumiskosteuden turvaaminen ja sopivan lämpötilan ylläpito. Jälkihoito tulee aloittaa mahdollisimman pian betonivalun jälkeen. Mikäli jälkihoitamaton betonipinta on ilmavirran vaikutuksen alaisena, siinä esiintyy plastista kutistumista, joka on lähes kymmenkertainen betonin normaaliin kuivumiskutistumiseen nähden. (BLY-9 By45 2014, 167.)

Jälkihoitomenetelmät voidaan jakaa varhaisjälkihoitoon ja hiertojen jälkeiseen jälkihoitoon. Varhaisjälkihoitotuotteet levitetään ruiskulla viimeisen hierto-kerran välissä. Tavanomaisissa kohteissa hiertojen jälkeiseen jälkihoitoon on

saatavilla jälkihoitoaineita, jotka levitetään hierontovaiheen jälkeen lattian pintaan ruiskulla. Ruiskulla levitettävän jälkihoitoaineen vaihtoehtoinen tuote on muovikalvo, joka levitetään valunpintaan mahdollisimman pian valuvaiheen jälkeen. Jälkihoitomuoviksi kelpaa tavallinen rakennusmuovi. Muovin saumat limitetään riittävästi, jolloin välttytään teippaamiselta. Haluttuihin laatuvaatimuksiin pääsyyn vaikuttavat esimerkiksi ilman, alustan ja betonin lämpötila, ilmavirtaukset, auringonpaiste, ilman suhteellinen kosteus sekä valaistus. Lisäksi talvella työskentelyyn vaikuttaa pakkanen, joka edellyttää erilaisten lämmittimien ja suojauksien käyttöä. (Mts. 159.)

Jälkihoitoaikaan vaikuttavat betonin kovettumisnopeus, olosuhteet sekä rasitusluokka. Tavanomaisissa asuinrakennuksissa rasitusluokassa X0 tai XC1, jatketaan jälkihoitoa, kunnes lattiabetoni on saavuttanut 60 % nimellislujudestaan. (Mts. 170.)

## **Jälkityöt**

Betonilattian laatuvaatimusten toteuttamiseen kuuluu valuvaiheen jälkeen tehtäviä **jälkitöitä**. Jälkitöihin kuuluvat sementtiliiman hionta, mahdollisten korkoheittojen hiominen ja tasoittaminen sekä imurointi tarvittaessa eri työvaiheiden välissä. (Mts. 162-178.)

Jälkihoitoaineet on poistettava, mikäli lattia pinnoitetaan alustaan liimattavalla tuotteella. Betonipinnan voi puhdistaa hiomalla, sinkopuhalluksella, hiekkapuhalluksella, jyrsimällä, happopeittauksella, vesisuihkupuhdistuksella tai liekkiharjauksella. Näistä yleisimmin käytetty keino on hiominen. Hiomiseen käytetään joko hiomapaperihiontaa tai myöhemmässä vaiheessa timanttihiontaa. Hionnassa on tarkoitus hioa pinnasta sementtiliima irti. Hionta onnistuu tavallisella lattianhoitokoneella. Hionta tulisi aloittaa mahdollisimman pian jälkihoitoajan jälkeen. Mikäli pinta lujittuu liikaa, tulee pinta

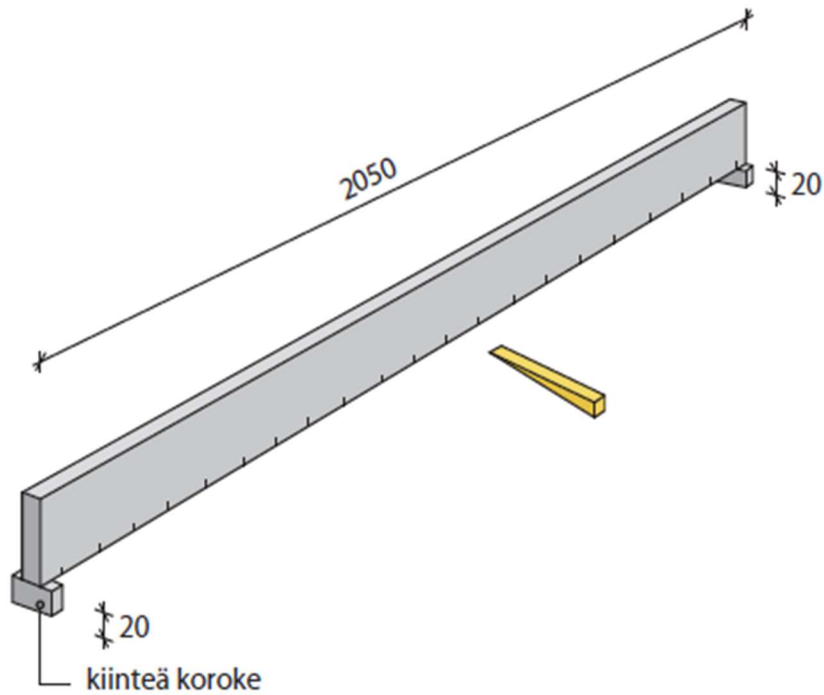
hioa timanttihiontamenetelmällä. Hionnan jälkeen lattia tulee imuroida huolellisesti hiontapölystä, jotta lattia pääsee kuivamaan. Pinnassa olevan sementtiliiman poisto nopeuttaa lattian kuivumista, mutta liiman poisto ei ole pakollista, mikäli päälle asennetaan uiva pintamateriaali. (BLY-12 By54 2010, 29-37.)

Kelluvan betonilattiarakenteen päällysteiksi sopivat kaikki tavanomaiset pinnoitteet, kuten parketti, laminaatti, lattialaatta sekä PVC-, tekstiili- ja linoleummatto. Kelluvan betonilattian toteutuksessa on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta jälkihoitoon, halkeamien estämiseen sekä reunojen nousun määrittämiseen. (BLY-9 By45 2014, 13.)

Taulukko 2. Alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat (SisäRYL 2013, 209.)

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

Pintamateriaalit asettavat alustalleen vaatimuksia, joita voivat olla esimerkiksi lattian kosteus, lujuus, sekä tavanomaisessa asuinrakentamisessa suoruus (ks. taulukko 2). Uivan lautaparketin vaatimus alustalleen on 1. luokan mukaan ±2 mm 2 metrin matkalla. Tarkistusmittaus voidaan suorittaa kiila-lautamittauksella, jolla päästään riittävään tarkkuuteen (ks. kuvio 6). (SisäRYL 2013, 209.)



Kuvio 6. Lattian tasaisuuden mittaukseen käytettävä mittalauta ja kiila- menetelmä. (RT 14-11039 2011.)

Muovimatolla päällystettävä betonilattia suositellaan tasoittamaan 5 mm paksulla matala-alkalisella tasoitekerroksella betonin korkean pH:n eli alkalisen kosteuden vuoksi. Matala-alkalinen kerros pyrkii estämään mattoliimojen ja pintamateriaalien hajoamisprosessia. Mikäli hajoamisprosessia tapahtuu, voi sisäilmaan vapautua haitallisia VOC-päästöjä. (Lindberg 2018; Alexanderson 2004.)

Betonilattian tasoituksen merkitystä ennen muovimaton asennusta korostaa puolestaan tasoitevalmistaja Weber Saint-Gobain (2018). Tasoitevalmistajan mukaan muovimatoissa käytetyt pehmittimet eivät kestä betonin korkeaa pH-arvoa. Pehmittimet reagoivat betonin alkalisen kosteuden kanssa ja muodostavat sisäilmaan haitallisia päästöjä. Matala-alkaliset tasoitteet suojaavat alka-

lisen kosteuden pääsystä kosketuksiin pintamateriaalin kanssa. Lisäksi tasoitteilla saadaan aikaan mahdolliset pintamateriaalien asettamat vaatimukset. (Lattiatietoa 2018.)

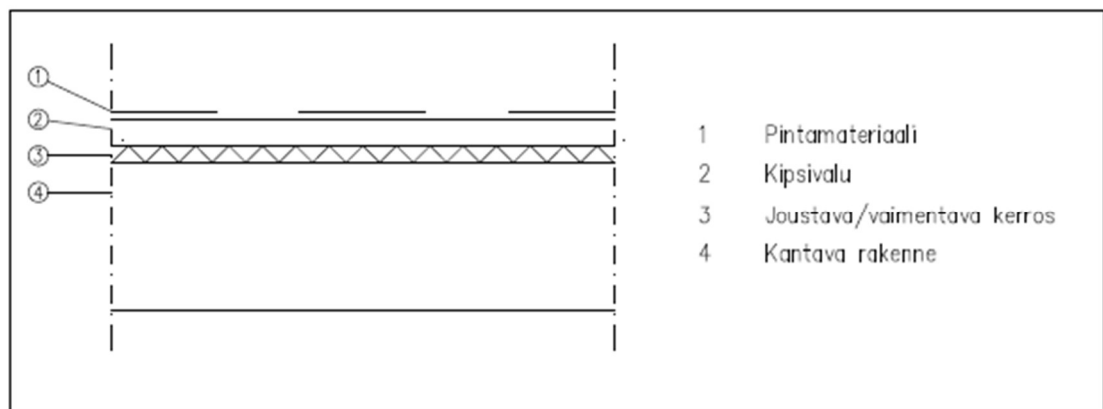
Kelluvissa betonilattioissa esiintyy laatan reunojen käyristymistä. Käyristymisen johtuu pinnan epätasaisesta kuivumisesta. Käyristymiset ovat aiheuttaneet ylimääräistä oikomistyötä sekä reunojen timanttihiontaa, sillä lattianpäällystystyön yhteydessä ei pysty oikaisemaan kerrallaan yli 3 mm käyristymiä. Käyristyminen ilmiönä on voimakkaampaa ohuilla laatoilla. Reunojen ja nurkkien nousuun on lähes mahdoton varautua toimivalla tavalla. Kuten Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa todetaan *”Nurkan nousujen rajoittamiseksi ei ole kehitetty toimivaa tapaa, eikä ehkäisykeinojen vaikutuksia ole pystytty todistamaan”*. (BLY-9 Suunnittelu- ja työohje 2000, 21.)

Petrow ja muut totesivat kelluvia betonilattioita koskevassa kirjoituksessaan, että kelluvan betonilaatan ominaisuuksiin kuuluu nurkkien ja reunojen nousu. Nousu johtuu betonin ylä- ja alapinnan epätasaisesta kuivumisesta. Reunojen voimakkaat käyristymiset aiheuttavat oikomis- ja hiomistyötä. (Petrow ym. n.d, 504.)

Lattioiden oikominen jälkikäteen on taloudellisesti arvokasta sekä aikaa vievää. Lattioita oiotaan timanttihionnalla, jyrsimällä, tasoittamalla paikallisesti ja viimeisenä vaihtoehtona ylitasoittamalla. Tasoitettaessa lattian virheitä, tulee sementtiliima poistaa ja pohjustaa ennen tasoitteen levitystä. Lattian tasointyö lisää alustan betonilaatan kuivamisaikaa tiiviin pintansa vuoksi. Kosteusmittaus tulee suorittaa myös tasoituksen jälkeen. (BLY-9 By45 2014, 40-46.)

## 2.3 Kelluva kipsivalulattia

Kelluvien lattiarakenteiden toteutukseen betonin rinnalle on kehitetty vaihtoehtoisia materiaaleja. Tuotteet poikkeavat perinteisestä betonilattiasta sekä työmenetelmiltään että materiaaliominaisuuksiltaan. Esimerkkinä vertailussa ovat **kipsimassa** ja **kuituvahvistettu sementtipohjainen pumpputasoite**. Tuotteita käytetään Suomessa päivittäin uudis- ja saneerauskohteissa. Vaihtoehtoiset menetelmät ovat saaneet lisää suosiota vuosi vuodelta (Jomppanen 2018).



Kuvio 7. Kelluvan kipsimassalattian periaatekuva. (Kautto, J. 2018)

Kipsiä on käytetty rakentamisessa jopa tuhansia vuosia. Ennen 1900-lukua kipsiä käytettiin pääosin laastien seassa, mutta myöhemmin 1900-luvun alkupuolelta tyypillisesti tunnetuissa kipsilevyissä. (Gypsum trough the ages 2018.) Raakakipsiä, eli kalsiumsulfaattihydraattia esiintyy maa-ainekerroksissa, johon se on muodostunut meriveden höyrystyessä. Paine maaperässä on ollut kova, ja siitä myös kipsi on saanut kovuutensa. Kipsiä saadaan luonnon

lisäksi myös hiilivoimaloiden savukaasujen märkäpuhdistuksesta. Kipsimineeraalin ominaispaino on noin 2200-2400 kg/m<sup>3</sup>. Kipsilattiamassan pintaa on kuvattu Mohs'in taulukkoarvolla 2, eli "kynsi naarmuttaa". Kipsiä esiintyy muun muassa Välimeren maissa ja Saksassa. (Ympäristö, laatu ja turvallisuus, 2017.)

Kipsimassa on pumpattava, itsetasoittuva valumassa. Kipsimassa koostuu hiekasta ja kipsisideaineesta. Kipsivalumassa soveltuu aluslattiavaluun sekä uiviin lattiarakenteisiin (ks. kuvio 7). Sitä voidaan käyttää toimistokohteissa, kouluissa, sairaaloissa sekä asuinrakennuksissa. Kipsivalun valupaksuus uivassa lattiarakenteessa on 30-80 mm. Hyvän lämmönjohtokykynsä vuoksi kipsimassalattiat soveltuvat hyvin lattialämmityksellä varustettaviin pintalattioihin. Lattialämmityskohteissa tulee lattialämmitys elementin päälle valaa  $\geq 30$  mm paksu yhtenäinen kerros. Kipsiä voidaan käyttää myös kotitalouksien kosteissa tiloissa, mutta kipsimassa ei sovellu kohteisiin, joissa se on jatkuvasti kosteudelle alttiina. Paloluokka kipsimassalle on A1 eli palamaton. (Tuotekortti LM-80, 2017.)



Kuvio 8. Asunto Oy Jyväskylän Gygnaeuksenkatu 9 toteutettiin kelluvilla kipsimassalattioilla. (Peab ennakkomarkkinointiesite 2017.)

Kompan (2018) mukaan kipsivalu on käsitteenä edelleen Suomessa monelle hyvin vieras. Kipsipohjaiset lattiamassat on kehitetty Saksassa 1970-luvulla. Suomessa kipsipohjaista lattiamassaa on kuitenkin pumpattu 1990-luvun loppupuolelta lähtien ja käyttäjäkokemukset ovat olleet hyviä. Kipsilattioiden suosio on kasvanut viime vuosina, etenkin lattialämmityskohteissa. (Komppa 2018.)

Kelluvan kipsivalulattian valmisteluvaiheessa tulee kiinnittää huomiota lähes samoihin asioihin, kuten muidenkin kelluvien lattiarakenteiden toteutuksessa. Uivissa rakenteissa vaimennuskerroksessa voidaan käyttää eri eristevalmistajien tarkoitukseen soveltuvia askeläänieristeitä tai lattialämmityslevyjä. Kuten kelluvassa betonilattiasakin, kipsilaatta tulee olla irti kaikista kiinteistä ra-

kenteista, hormeista, seinistä ja pilareista. Irrotuskaistana käytetään solumuovia. Kelluvan kipsivalulattian valmisteluvaiheessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota pohjan tiiveyteen, sillä massa valuu helposti pienestäkin raosta. Kipsimassan hyvänä ominaisuutena on suoruus ja vähäinen kutistuminen (noin 0,1 mm/m). Vähäisen kutistumisen johdosta kipsimassa lattia ei halkeile tai käyristy reunoista. Kelluvissa kipsivalulattioissa liikuntasaumot tehdään oviaukkoihin, yli 10 m mittaisiin valualoihin ja erkaneviin ulokkeisiin. (Komppa 2018.)



Kuvio 9. Kipsimassa pumpataan kohteeseen käyttötarkoitukseen soveltuvalla pumppauskalustolla. (Kautto, J. 2017.)

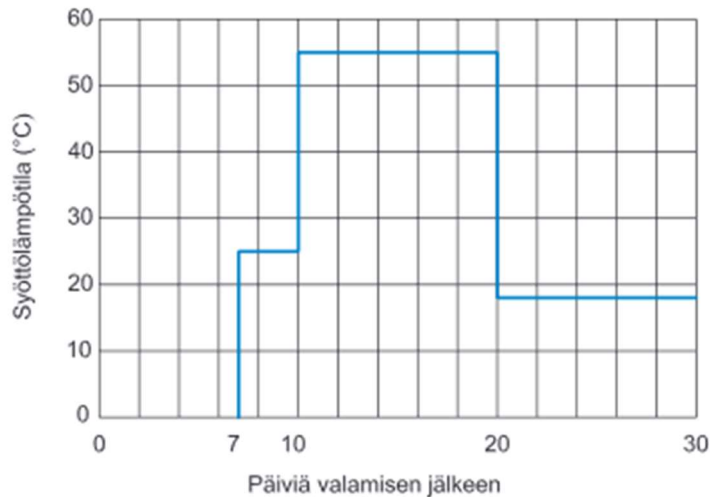
Kelluvan kipsivalulattian kantavana rakenteena voi olla puuvälipohja, ontelolaatta tai massiivibetonilaatta. Kelluvan kipsivalun askeläänieristys voidaan toteuttaa sileällä tai nystyräpintaisella eristelevyllä. Käytettäessä sileää eris-

tettä lattialämmityskohteessa, tulee eristeen pinta olla soveltuva lattialämmityksen kiinnittämiseen muovikiinnikkeillä. Sileän levyn saumat tulee teipata tiiviiksi. Muotoiltua nystyrälevyä käytettäessä lattialämmitysputki painellaan nystyröiden väliin, eikä erillisiä kiinnityksiä tarvita (RT 38740 2016). Nystyrälevyissä on myös pontit, jolloin erillisiä aluspapereita ei tarvita valutiiviin pohjan saamiseksi. Massamenekkiin vaikuttava nystyröiden tilavuus on noin  $1 \text{ l/m}^2$  (Sejo-lattialämmityslevy 2018). Joustavan kerroksen eristelevyä asennettaessa tulee huomioida mahdolliset läpiviennit sekä seinänvierusta, joista itsestään tasoittuva massa karkaa helposti rakenteisiin. Mikäli aluslevyn pontit eivät kohtaa valettavalla alueella, tulee sauma tiivistää esimerkiksi uretaanivaahdolla. Hyvän taivutuslujuutensa vuoksi kipsivalulattia ei tarvitse erillistä raudoitusta. (Lämpö- ja askeläänilattiat, 2018.)



Kuvio 10. Kipsijauho voidaan toimittaa 30, 1000 kg tai 1200kg pakkauskoossa, joka valitaan kohteen koon ja pumppauskaluston mukaan. (Kautto, J. 2016.)

Kipsivalulattia pumpataan (ks. kuvio 9.) työmaalla kohteesta riippuen tuotteeseen soveltuvalla laastipumpulla. Pumppuja on erikokoisia eri käyttötarkoitukseen. Kipsipohjaisiin tuotteisiin lisätään työmaalla vain vesi. Kuivan irtojauheen bulkkipaino on  $1600 \text{ kg/m}^3$ . Märkänä valettu lattia painaa noin  $2200 \text{ kg/m}^3$  ja pinnoitusvalmiin kuivan lattian paino on noin  $2000 \text{ kg/m}^3$ . Laastireaktio on alkalinen ja kipsimassa itsessään on matala-alkalista. Kipsimassan materiaalimenekki on  $1,8 \text{ kg/m}^2/1 \text{ mm}$ . (Tuotekortti LM-80, 2017.)



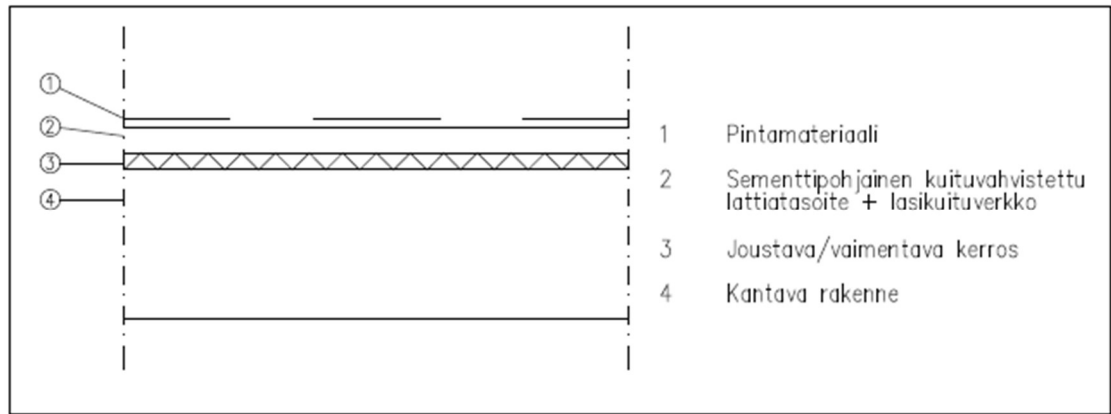
Kuvio 11. Kipsimassalattiassa lattialämmitys voidaan kytkeä päälle varhaisessa vaiheessa. (Pumpattavat lattiatasoitteet 2017.)

Jälkihoitotoimenpiteet betoni- ja kipsivalulattiassa poikkeavat toisistaan. Kipsivalulattian kohdalla saadaan ihannejassa päällystysvalmislattia aikaiseksi alhaisella ilmankosteudella, korkealla lämpötilalla sekä hyvällä ilmanvaihtuvuudella. Jälkihoito aloitetaan pitämällä ovia ja ikkunoita kiinni kahden vuorokauden ajan pumppauksesta. Kahden vuorokauden kuluttua aloitetaan tilan ilmanvaihto. Kosteaa sisäilma korvataan viileämmällä ja vähemmän kosteutta sisältävällä ulkoilmalla, jolloin lattiamassan kuivuminen mahdollistuu. Mikäli ulkoa tuleva korvausilma ei ole riittävä, tulee tuuletusta tehostaa esimerkiksi kosteudenpoistajilla. Kosteuden poisjohtaminen on tärkeää, koska kipsimassa sisältää huomattavan määrän vettä, joka tulee johtaa ulos rakennuksesta. Kuivuessaan kipsivalumassaan sekoitetusta vedestä noin puolet haihtuu ilmaan ja puolet sitoutuu lattiamassaan. Lattialämmityksellä voidaan tehostaa kuivumista (ks. kuvio 11). Kipsivalulattia kuivaa hyvissä olosuhteissa noin 1 cm/vko kuten betonikin. Hyvät olosuhteet ovat +20°, RH 65 % ja riittävä ilmanvaihto. (Tuotekortti LM-80, 2017.)

Kelluvan kipsivalulattiarakenteen voi kuormittaa seitsemän vuorokauden kulluttua pumppauksesta, mikäli kuivatusolosuhteet ovat ohjeenmukaiset. Kävelykelppoisuus saavutetaan jo 24 tunnin kuluttua pumppausketkestä. Kipsivalulattia voidaan päällystää tavanomaisilla pintamateriaaleilla kuten laminaatilla, parketilla, muovimatoilla, akryylillä, epoksilla sekä kivi- ja klinkkerilaatoilla. Mikäli lattiaa joudutaan korkovaihtelun vuoksi tasoittamaan tai siihen asennetaan PVC-, tekstiili- tai linoleummatto, tulee pinta hioa, pohjustaa ja ylitasoittaa pintamateriaalin vaatimusten mukaiseksi. (Tuotekortti LM-80, 2017.)

## 2.4 Kelluva sementtipohjainen kuituvahvistettu tasoitelattia

Sementtipohjaisia tasoitteita käytetään betonilattioiden tasoittamisessa sekä liitospintalattioissa. Nykyään käyttö on yleistynyt myös uivissa lattiarakenteissa (ks. kuvio 12). Tasoitteen vahvikkeena toimii kuitu ja lisävahvikkeena kelluvissa lattiarakenteissa lasikuituverkko. Tasoitteet soveltuvat muun muassa asuinrakennuksiin, julkisiin rakennuksiin, kouluihin ja sairaaloihin (ks. kuvio 13). Sementtipohjaisen kuituvahvistetun lattiatasoitteen etuna kelluvissa lattiarakenteissa on sen hyvä vetolujuus sekä laatan ohut kerrosvahvuus. Ohut kerrosvahvuus mahdollistaa nopean kuivumisen pinnoituskelppoiseksi. (Jomppanen 2018.)



Kuvio 12. Sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian periaatekuva. (Kautto, J. 2018.)

Sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite toimitetaan työmaalle bulkki-jauhona, 1000 kg suursäikeissä tai piensäikeissä, riippuen urakoitsijan pump-pauskalustosta. Tasoitteet valmistetaan erityismenteistä, täyteaineesta, side-aineesta ja kemiallisista lisäaineista. Sementtipohjaiset kuituvahvistetut latti-atasoitteet ovat matala-alkalisia. Työmaalla tuotteeseen lisätään ainoastaan vesi. Tasoitetta ei tarvitse hienotasoittaa asennettaessa alustaan liimattavia pintamateriaaleja kuten esimerkiksi muovimattoa. Sementtipohjaisessa kuitu-atasoitteessa ei ilmene reunojen käyritystä betonilla. (Tuotekortti Flow hs 2017.)

Kelluvan sementtipohjaisen kuitutasoitelattian ohjeellinen vähimmäiskerros-paksuus on 20 mm. Lattialämmitys kohteissa minimi kerrospaksuus on 30 mm, mutta uusien askeläänivaatimuksien takia ohjeistettu kerrospaksuus on 40 mm. Tasoitteen maksimiraekoko on 1,2 mm. Materiaalimenekki on 1,7 kg/m<sup>2</sup>/1 mm. (Tuotekortti Flow hs 2017.)



Kuvio 13. Keski-Suomen ensi- ja turvakodin kelluvat pintalattiat valettiin sementtipohjaisella kuituvahvistetulla tasoitteella. (Keski-Suomen ensi- ja turvakodin uuden kiinteistön rakentaminen käynnistyy 2018.)

Kelluvan sementtipohjaisen tasoitelattian alusrakenteena on mahdollista käyttää samankaltaista rakennetta kuin betoni- ja kipsilattioiden alla. Valmisteluvaiheessa huomiota tulee kiinnittää erityisesti lattiarakenteen liittymiin. Läpiviennit on tiivistettävä huolellisesti ja irrotuskaista tulee asentaa tiiviisti kiinteisiin rakenteisiin, kuten seinien, hormien ja muiden liittyvien rakenteiden ympärille. Eristeiden välit on tiivistettävä huolellisesti esimerkiksi teippaamalla tai vaihtoehtoisesti käyttämällä tuotteeseen sopivaa asennuslevyä. (Jomppanen 2018.)



Kuvio 14 Sementtipohjaisen kuituvahvistetun lattiatasoitteen lisävahvikkeeksi asennetaan lasikuituverkko. (Kautto, J. 2018.)

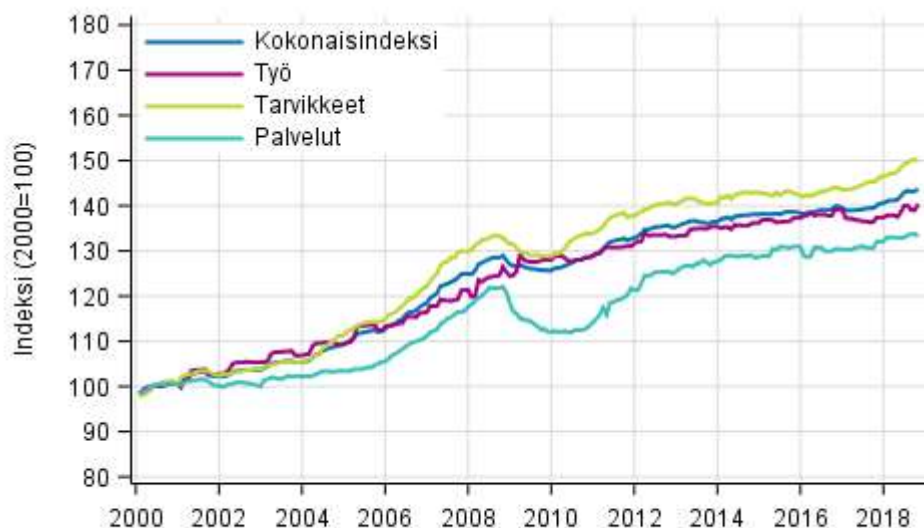
Sementtipohjaisten kuitutasoitteiden yhteydessä käytetään normaalisti pinnaltaan sileitä lattialämmityslevyjä, sillä niiden on todettu toimivan hyvin tiiveyden ja asennettavuuden kannalta. Kelluvissa lattiarakenteissa eristeen päällä käytetään lasikuituverkkoa (ks. kuvio 14). Verkon tarkoitus on vahvistaa rakennetta. Mikäli kohteessa käytetään nystyrämuotoiltua levyä, käytetään lisävahvikkeena liimapintaista lasikuituverkkoa. Liimapintainen lasikuituverkko asennetaan liimapinnan avulla nystyrälevyn pintaan lattialämmitysputkien päälle, jolloin asennus onnistuu ilman erillisiä kiinnikkeitä. (Jomppanen 2018.)

Sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite kuivaa kävelykelpoiseksi noin 4-6 tunnissa. Kun asianmukaiset olosuhteet (+20 °, RH 65 %) täyttyvät,

tasoite kuivuu noin 1 cm/vko. Kuivunut lattiarakenne tulee pinnoittaa kolmen kuukauden kuluessa. Ilman pinnoittamista lattia voi liian nopean kuivumisen vuoksi halkeilla ja aiheuttaa ylimääräistä korjaustyötä. Mikäli pintamateriaalin asennus siirtyy suunnitellusta aikataulusta, voidaan lattiaan suihkuttaa jälkihoitoaine, joka suojaa lattiaa liian nopealta kuivumiselta. Liimattavia pintamateriaaleja asennettaessa tulee jälkihoitoaine hioa pinnasta pois. (Tuotekortti Flow hs 2017.)

## 2.5 Kustannuksien vertaaminen

Kustannus on tuotannon tuotteiden valmistamisesta tai hankkimisesta rahassa mitattava menetys. Kustannukset koostuvat rakennusliiketoiminnassa työstä, materiaalimenekistä sekä muista kustannuksista. Kustannuksia kertyy työmaalle varsinaisen rakennusosan lisäksi esimerkiksi työmaatekniikasta, työnjohdosta ja sosiaalityöistä. Rakenteiden yksikkökustannuksiin vaikuttavat sijaintipaikkakunta, yleinen työtilanne, urakoitsijoiden kilpailutilanne, olosuhteiden vaikeus ja rakenneosan suhteellinen määrä koko kohteeseen nähden. (ROK 2018.)



Lähde: Tilastokeskus

Kuvio 15. Kustannuksien hintakehityksen suhteellista muutosta kuvataan rakennuskustannusindeksillä. (SVT 20.11.2018.)

Materiaalikustannukset hukkamäärineen on mahdollista arvioida tarkasti, mutta erilaisten tuotantoratkaisujen kustannukset on selvitettävä tuotantolaskelmilla. Kokonaiskustannuksiin voidaan vaikuttaa suunnitelmallisilla tuotantolaskelmiin perustuvilla hankintaratkaisuilla. (ROK 2018, 18-19.)

Vertailulaskelmilla pyritään löytämään kustannuksien kannalta edullisin tuotantoratkaisu. Laskelmien tarkoitus on esittää vaihtoehtoisten menetelmien kustannukset. Tärkeää vertailulaskelmissa on saada vertailtavista kohteista vertailukelpoiset. Laskelmissa pyritään etukäteen karsimaan ylimääräiset vaihtoehdot pois, jolloin lopullisiin laskelmiin päätyy vain kohteisiin soveltuvat vaihtoehdot. Laskelmien tulee huomioida kaikki kustannukset, jotka aiheuttavat eroa vertailtavien vaihtoehtojen välillä. (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 2008, 108–111.)

Kustannusvertailussa on huomioitava, että pelkät kustannuslaskelmat eivät ratkaise kustannusvertailun ongelmaa. Kustannuslaskelmien lisäksi vertailutulokseen voivat vaikuttaa lisäksi muut harkinnanvaraiset tekijät ja ratkaisut. Vertailulaskelmissa huomaamattomat tekijät voivat vaikuttaa päätökseen jopa laskelmien lopullisia tuloksia enemmän. Harkinnanvaraisista tekijöistä Enkovaara ja muut toteavat

*Päätöksenteon tueksi laaditut vertailulaskelmat sisältävät vain selvästi mitattavissa olevat suureet. Näiden lisäksi vaihtoehdon valintaan vaikuttavat olennaisesti harkinnanvaraiset tekijät, joita ei voi mitata selvillä mittayksiköillä. Niiden merkityksen ei tarvitse olla vähäinen.*

(Enkovaara, Haveri & Jeskanen 2008, 108.)

### **3 Kustannusvertailu**

Kustannusvertailussa verrattiin kolmea eri materiaalia kelluvan pintalattiarakenteen toteutuksessa. Vertailtavat materiaalit olivat betonilattia, kipsimassalattia ja sementtipohjainen kuitutasoitelattia. Kustannusvertailun tavoitteena oli selvittää laskelmien perusteella edullisin alusta uivalle sekä liimattavalle pintamateriaalille.

#### **Aineiston hankinta**

Kustannusvertailun aineiston kerääminen aloitettiin listaamalla rakennetyypikohtaisesti työvaiheet, jolle kustannukset oli selvitettävä. Työvaiheisiin eriteltiin jokaista lattiamateriaalia koskevat tehtävät, joita toteutukseen liittyi.

Listaus tehtiin taulukkolaskentaohjelmalla. Listattujen tehtävien yhteyteen oli mahdollista lisätä myöhemmin tehtävät kustannuslaskelmat.

Vertailulaskelmissa käytettävien materiaalien ja työmenekkien hintatiedot (ks. liite 3.) kerättiin Peab Oy:n valmistuneiden rakennushankkeiden toteutuneista kustannuksista, tarjouspyynnöistä sekä työpäällikön henkilökohtaisista muisiinpanoista. Hintatiedot rajautuivat Keski-Suomen talousalueelle. Vertailulaskelmissa käytetyt kustannukset oli kerätty Peab Oy:n tietokantaan aikavälillä 2016-2018. Käytettävien hintatietojen tarkistaminen suoritettiin työpäällikön kanssa yhteistyössä.

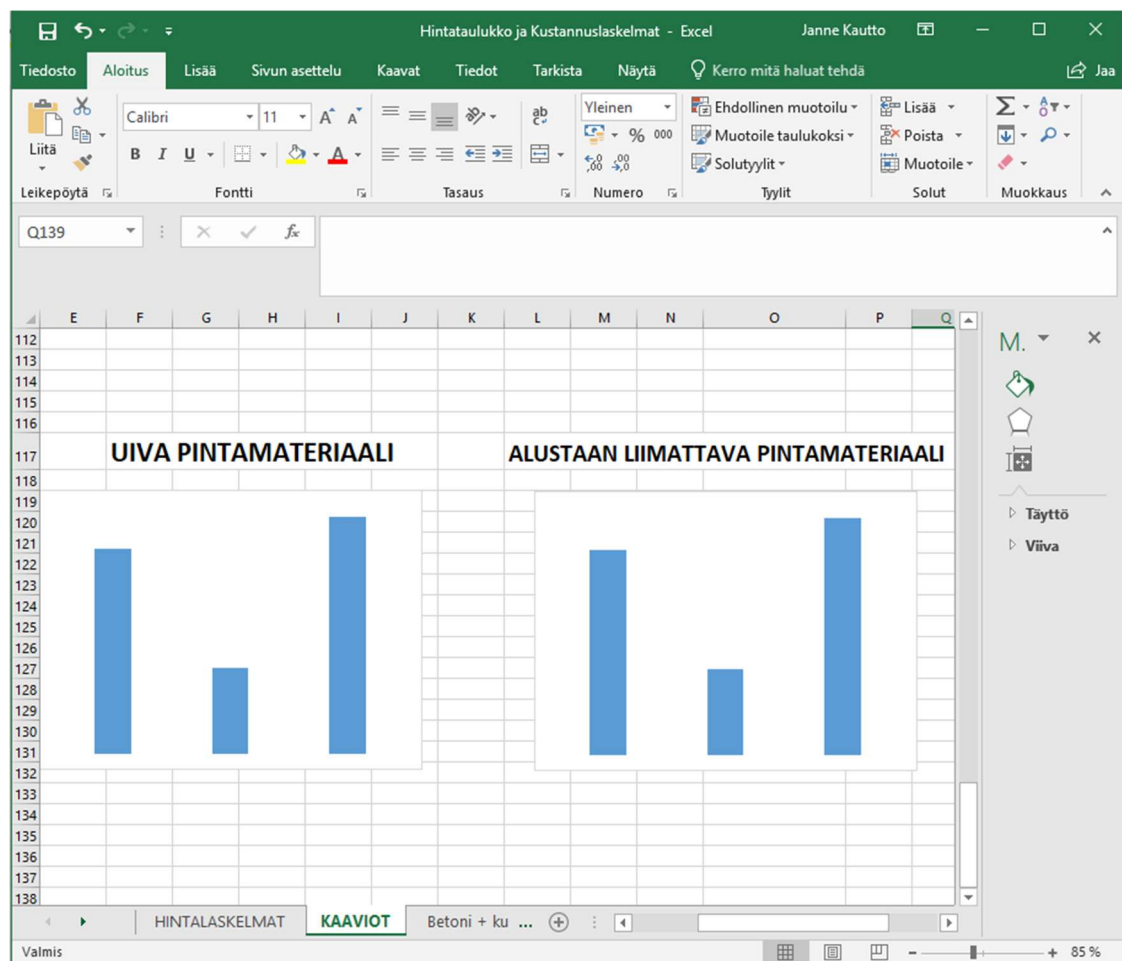
Työkustannuksien omana työnä tehtävien töiden lähtötietoina käytettiin toimeksiantajan yritystoiminnassa toteutuneita tuntipalkkoja. Tuntihinnat sisälsivät tuntipalkan lisäksi työnantajan kustannukset, joiden palkkakertoimena käytettiin 68,4 %.

### **Kustannuslaskelmien toteutus**

Kustannusvertailun vertailukelpoisten tuloksien saamiseksi suoritettiin kustannuslaskelmat. Kustannuslaskelmat suoritettiin taulukkolaskentaohjelmaa apuna käyttäen. Rakennetyypin kokonaiskustannuslaskelma laadittiin jokaiselle vertailtavalle rakennetyypille erikseen. Taulukkolaskentaohjelma haki halutut lukuarvot hintatietotaulukosta (ks. liite 3.) laskelmiin (ks. liitteet 5–7.) syötettyjen kaavojen avulla. Laskelmien avulla saatiin selvitettyä rakennetyypeille (ks. liite 1.) vertailukelpoiset neliökustannukset, joiden perusteella varsinainen kustannusvertailu oli mahdollinen.

Laskelmissa tehtiin yksinkertaistuksia vertailukelpoisten tuloksien saavuttamiseksi. Yksinkertaistuksia tehtiin rahdin sekä yhteisesti jokaisessa rakennetyypissä toistuvien tehtävien osalta. Rahtikulut sisältyivät yksikköhintaan betonimassan, kipsimassan ja sementtipohjaisen kuitutasoitteen materiaalilaskelmissa. Askeläänieristeiden, tasoitteiden sekä raudoitteverkkojen osalta rah-

tikulut jätettiin laskelmista pois. Vertailukelpoiseen lukuarvoon [€/m<sup>2</sup>] vaikuttavia yhteisiä tekijöitä olivat vertailtavien rakennetyyppien kesken työnjohtokustannukset, joustavan kerroksen materiaali- ja asennuskustannukset, kelluvan pintalaatan toteutuskustannukset sekä mahdolliset jälkityöt.



Kuvio 16. Kustannusvertailulaskelmat tehtiin Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelmalla. (Kautto, J. 2018.)

Laskelmissa käytettiin pääurakoitsijan omana työnä tehtävien töiden lisäksi alihankintahintoja. Alihankintahinnat sisälsivät pelkän työn osuuden, työn ja

materiaalin tai työn osuuden ja materiaalit erittelemättömänä. Syynä erittelemättömiin hintoihin oli, että osa opinnäytetyössä tutkittavista materiaaleista, kuten pumpattavat lattiamassat, toimitettiin vain pumpattuna sisältäen materiaalin. Kustannuslaskelmissa pääosa aliurakoitsijoiden ilmoittamista hinnoista olivat nettohintoja. Nettohinnoissa hukka sisältyi tarjottuun hintaan. Omana työnä tehtävien töiden hinnoissa huomioitiin kohdekohtaisesti hukka ja sen vaikutus lisättiin laskelmiin.

Rakennetyyppikohtaisten kustannuslaskelmien perusteella valittiin jokaisen materiaalin edullisin rakennetyyppi, jonka perusteella suoritettiin kustannusvertailut (ks. kuvio 16). Kustannusvertailut suoritettiin erikseen uivan pintamateriaalin alustaksi ja alustaan liimattavan pintamateriaalin alustaksi.

### **Betonilattian laskelmat**

Kelluvan betonilattian laskelmat suoritettiin neljällä eri rakennetyypillä (ks. liite 5). Rakennetyypit poikkesivat toisistaan erilaisilla betonilaaduilla, askeleenieristeillä ja asennettavan pintamateriaalin vaatimuksilla. Kelluvan betonilattian kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä olivat

- teräsverkkojen nostotyö
- joustavan kerroksen materiaali ja asennus
- raudoitus materiaali ja asennus
- betoninlaatu ja määrä
- pumppaus (aika, määrä, matka)
- kuljetus (aika, määrä, matka)
- valutyö
- jälkihoitotyö
- tarvittavat jälkityöt.
- pintamateriaalin vaatimus alustalle
- työnjohto.

Betonilaatuina vertailussa käytettiin normaalisti sitoutuvaa ja nopeammin pinnoitettavaa lattiabetonia. Askeläänieristeinä käytettiin käyttötarkoitukseen soveltuvia villa- ja polystyreenieristeitä. Laskemien yksinkertaistamiseksi nopeammin pinnoitettavan lattiabetonin ja pumpputasoitettavan betonilattian alustaksi valittiin vaihtoehtoista edullisempi askeläänieriste.

Betonilattian laskelmissa (ks. liite 5.) omana työnä tehtävän joustavan kerroksen menekit perustuivat valmistuneisiin rakennushankkeisiin. Työ sisälsi joustavan kerroksen asennuksen koko lattia-alalle, reunojen ja rakojen tiivistämisen uretaanivaahdolla sekä työssä syntyvän jätteen kuljettamisen työmaan jätelavalle. Suodatinkankaan asennus sisälsi kankaan levityksen limityksineen ja läpivienteineen valettavalle lattia-alalle.

Irrotuskaista-asennuksen työmenekki perustui opinnäytetyön toimeksiantajan valmistuneisiin rakennushankkeisiin. Työmenekki sisälsi irrotuskaistan eli reunanauhan asennuksen pisteliimauksella kaikkiin kiinteisiin ja liittyviin rakenteisiin kuten hormeihin, seiniin ja mahdollisiin pilareihin. Työmenekkiin vaikuttavat seinässä oleva irtopöly, kosteus sekä ulko- ja sisänurkkien määrä.

Kelluvan betonilattian teräsverkkoraudoituksen työmenekki perustui toteutuneeseen rakennushankkeeseen. Hintaan vaikuttivat yhtenäisten alueiden pinta-alat ja raudoiteverkkojen sivuttaissuuntaiset siirtomatkat kerroksissa. Hinta sisälsi verkkojen leikkaamisen ja levityksen limityksineen, kiinni sitomisen koneellisesti sekä raudoitevälikkeiden asennuksen.

Betonimassan, betonin kuljetuksen ja betoninpumppauksen kustannukset laskettiin erillisellä laskelmalla (ks. liite 4). Betonin kuljetus- ja pumppaushinnaston lähtötietoina käytettiin paikallisen betonitoimittajan ja Peab Oy:n välistä sopimushinnastoa. Betonin kuutiohintaan vaikuttivat

- lujuusluokka
- maksimi raekoko
- notkeusluokka
- pumppubetonilisä

- lisäaineet
- muut lisät.

#### Betonipumppauksen kustannuksiin vaikuttivat

- pumppukaluston lähtöhinta
- työaikaveloitus
- pumpattu kuutiomäärä
- siirrot
- ajokustannukset.

#### Betonin kuljetuskustannuksiin vaikuttivat

- etäisyys betoniasemasta
- kuljetettu määrä
- palveluaika.

Vertailulaskelmien valu- ja jälkihoitohinnat olivat Keski-Suomessa toimivan lattianvaluyrityksen ja opinnäytetyön toimeksiantajan paikallisesti sovittuja sopimushintoja. Valutyön hinta sisälsi betonin levityksen, koronmerkkauksen sekä tasauksen linjarilla. Jälkihoito sisälsi työn ja materiaalin. Hintaan eivät vaikuttaneet huoneiden muoto tai pinta-ala.

Sementtiliiman poistamisen hinta perustui valmistuneen rakennushankkeen toteutuneeseen alihankkijahintaan. Hinta sisälsi urakoitsijan kilometrikorvauksen Jyväskylän alueella, hiontatyön, omien roskien viemisen roskalavalle sekä työssä tarvittavat koneet ja kuluvat tarvikkeet.

Betonilattiaan tehtyjen jälkitöiden määrät vaihtelivat kohteista riippuen. Työn määrään vaikuttivat yleisesti

- betonilaatan reunojen nousu
- halkeama kohtien nousu
- betonivalun suoruus
- jälkihoidon ajoitus
- olosuhteet.

Jälkitöiden kustannukset koostuivat

- kone- ja laitevuokrista
- kuluvista tarvikkeista
- tasoite materiaaleista
- työkustannuksista.

Pumpputasoituksen hintana käytettiin pumpputasoiteurakoitsijan tarjoamaa alihankkijahintaa. Hinnat sisälsivät materiaalin, toimituksen, koron merkkauksen ja asennustyön. Kerrospaksuutena laskelmissa käytettiin 5 mm, joka huomioi mahdolliset korkovaihtelut sekä betonilaatan epätasaisuudet.

Työnjohtokustannuksien työmenekit perustuivat valmistuneisiin rakennushankkeisiin. Kelluvan betonilattian toteutuksessa työnjohtokustannukset koostuivat

- asiakirjojen laadinnasta
- betoni- ja pumppauskaluston varauksista
- laadunvalvonnasta.

### **Kipsivalulattian laskelmat**

Kelluvien kipsimassalattioiden laskelmat (ks. liite 6.) suoritettiin kolmella rakennetyypillä (ks. liite 1). Rakennetyypit poikkesivat toisistaan erilaisilla askeleenieristeillä sekä pintamateriaalin alustan vaatimuksilla. Kipsimassalattian kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä olivat

- joustavan kerroksen materiaali ja asennustyöt
- pumpattu määrä kilogrammoissa
- valukoron merkkkaus
- hionta
- tarvittavat jälkityöt
- työnjohto.

Pumpattujen lisäkilojen määrään vaikuttivat minimi kerrosvahvuudet lattialämmityselementin päällä, esteettömyyden toteutus kynnyksien kohdilla sekä kantavan alusrakenteen korkovaihtelut. Alustan korkovaihteluista johtuva kerrospaksuuden lisääminen rajattiin 5 mm.

Joustavan kerroksen materiaalina verrattiin sileää- ja nystyräpintaista lattialämmityslevyä. Sileän levyn pinta poikkesi ominaisuuksiltaan betonilattialaskelmissa (ks. liite 5.) käytetystä eristelevystä. Kipsimassalattioiden yhteydessä käytetty sileäpintainen levy oli soveltuva lattialämmityspotkien kiinnitykseen muovikiinnikkeillä. Pintaominaisuuksien muutoksella oli myös vaikutusta eristelevyn hintaan. Joustavan kerroksen asennus- ja materiaalikustannukset muodostuivat sileän levyn osalta alihankkijan tarjouksen perusteella. Nystyrälevyn hinta koostui valmistuneen rakennushankkeen ja alihankkijan vuosisopimuksen perusteella. Molemmat hinnat sisälsivät lattialämmityslevyn asennuksen, tiivistykset, irrotuskaistojen asennuksen sekä tarvikkeet. Hinnat olivat voimassa Keski-Suomen talousalueella.

Kipsimassan hinta perustui Peab Oy:n ja alihankkijan vuosisopimuksen mukaiseen hinnastoon. Hinta sisälsi kipsipumppaustyön, materiaalin sekä rahdin  $\geq 400 \text{ m}^2$  kertavaluna. Massan hintaan lisättiin laskelmissa korkomerkkien asennus sekä korkovaihteluista johtuva lisäkilojen määrä.

PVC-, tekstiili- tai linoleummaton alustaksi kipsivalulattia oli ylitasoitettava. Tasoituksen hintana käytettiin toteutuneen rakennushankkeen mukaista kustannusta. Hinta sisälsi tartuntapohjusteen ja tasoitteen asennettuina sekä kuljetuksen kohteeseen.

Kipsimassalattioiden toteutuksessa työnjohtokustannuksia aiheuttivat

- asiakirjojen laadinta
- laadunvalvonta.

Työnjohdon työmenekki sisälsi  $\geq 400$  m<sup>2</sup> kertavaluna suoritettavan valualueen. Laskelmissa käytetty tuntihinta perustui toteutuneisiin kustannuksiin.

### **Sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian laskelmat**

Sementtipohjaisen kuitutasoitelattian laskelmat (ks. liite 7.) suoritettiin kahdella rakennetyypillä (ks. liite 1). Rakennetyypit poikkesivat toisistaan erilaisilla askeläänieristeillä sekä pintamateriaalin alustan vaatimuksilla. Sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä olivat

- joustavan kerroksen materiaali ja asennustyö
- pumpattu määrä kilogrammoissa
- valukoron merkkkaus
- hionta
- tarvittavat jälkityöt
- työnjohto

Pumpattuihin lisäkiloihin vaikuttivat minimi kerrosvahvuudet lattialämmityselementin päällä, esteettömyyden toteutus kynnyksien kohdilla sekä kantavan alusrakenteen korkovaihtelut. Alustan korkovaihteluista johtuva kerros-paksuuden lisääminen rajattiin 5 mm.

Joustavan kerroksen hintana käytettiin kipsimassalattian kanssa samoja hintatietoja. Materiaaleina verrattiin sileää- ja nystyräpintaista lattialämmityslevyä. Molemmat hinnat sisälsivät lattialämmityslevyn asennuksen, tiivistykset, irrotuskaistojen asennuksen sekä tarvikkeet. Hinnat olivat voimassa Keski-Suomen talousalueella.

Sementtipohjaisen kuitutasoitteen hintana käytettiin laskelmissa valmistuneen rakennushankkeen mukaista toteutunutta hintaa. Hinta sisälsi sementtipohjaisen kuitutasoitteen pumpattuna, koron merkkauksen, lasikuituverkon asennettuna sekä rahdin. Hinta käsitti  $\geq 400 \text{ m}^2$  kertavalualueen. Massan hintaan lisättiin laskelmissa korkovaihteluista johtuva lisäkilojen määrä. Työnjohtokustannukset eivät poikenneet kipsimassalattian yhteydessä käytettävistä kustannuksista.

## 4 Haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin valittuja kohdehenkilöitä. Haastattelun toteutustapana käytettiin puolistrukturoitua puhelinhaastattelua. Vastauksien avulla pyrittiin saamaan käytännön kokemuksia vertailtavista materiaaleista ja niiden kustannuksista. Kokemuksilla pyrittiin täydentämään kustannusvertailulaskelmia selvittämällä merkittävimpiä tekijöitä, jotka vaikuttavat lattioiden kokonaiskustannuksiin toteutusvaiheessa.

Haastateltavat valittiin Peab Oy:n toimihenkilöistä Länsi-, Etelä- ja Keski-Suomen alueelta, sekä lattiapinnoiteurakoitsijoista Keski-Suomen talousalueella. Haastattelut suoritettiin puhelimen välityksellä kuudelle ja kasvotusten kahdelle rakennusalan ammattilaiselle. Haastatteluhetkellä haastateltavista kuusi työskenteli rakennusliike Peabilla ja kaksi pintamateriaaleja asentavissa alihankintayrityksissä. Peabilla työskenteleville haastattelut suoritettiin puhelimen välityksellä neljälle ja kasvotusten kahdelle. Alihankkijoiden haastattelut suoritettiin puhelinhaastatteluna. Haastateltavien henkilöiden määrä todettiin riittäväksi tutkimusluonteen ja haastatteluiden tuottaman merkittävyyden kannalta.

Haastattelua varten laadittiin haastattelurunko (ks. liite 2). Haastattelurunko toimi vastauslomakkeena, johon vastaukset kirjattiin puheluiden aikana myöhempää käyttöä varten. Keskustelun etenemistä ohjattiin keskeisimpiä pääaihepiirejä koskevilla kysymyksillä. Puhelinkeskustelun mukaiset kysymykset vastauksineen tallennettiin vastauslomakkeena. Haastatteluiden vastaukset järjesteltiin, analysoitiin ja muunnettiin materiaalikohtaisesti asiasisältömuotoon (ks. luku 5.2). Haastateltavien henkilöiden toiveesta vastaukset jätettiin anonyymeiksi.

## **5 Tulokset (salainen)**

### 5.1 Kustannusvertailun tulokset

Liitteessä 8. salainen.

### 5.2 Haastatteluiden tulokset

Liitteessä 9. salainen.

## 6 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia kustannusvertailun avulla edullisin pintalattiamateriaali alustaan liimattavalle PVC-, tekstiili- ja linoleummatolle sekä erikseen uiville lattianpäällysteille kuten parketille ja laminaatille. Tutkimustuloksilla (ks. luku 5.) päästiin tutkimukselle asetettuihin tavoitteisiin. Kustannusvertailun lisäksi tutkimuksessa pyrittiin tuomaan ilmi käytännön kokemuksia kelluvien lattiarakenteiden toteutuksesta ja toteutukseen liittyvistä kustannustekijöistä haastatteluiden perusteella.

Kustannusvertailu ja laskelmat suoritettiin taulukkolaskentaohjelmalla. Laskelmissa käytettävien materiaalien ja työmenekkien hintatiedot (ks. liite 3.) kerättiin Peab Oy:n Jyväskylässä toteutettujen rakennushankkeiden todellisista kustannuksista, alihankkijoiden tarjouksista ja työpäällikön henkilökohtaisista muistiinpanoista. Kerätyn kustannusaineiston pohjalta laadittiin laskelmat, joiden perusteella materiaaleille suoritettiin kustannusvertailu. Kustannusvertailun tuloksista laadittiin havainnollistavat kaaviot kustannusvertailun tuloslukuun (ks. luku 5). Kustannusvertailun perusteella merkittävimmät muuttujat rakennetyyppien kokonaiskustannukseen olivat materiaalien hankintahinnat. Hankintahintojen vaikutus välittyi poikkeuksetta rakenteen yksikköhintaan. Taulukkolaskentamenetelmä soveltui erinomaisesti kustannusvertailu tutkimukseen.

Kelluvien lattiarakenteiden toteutusvaiheeseen liittyviä käytännön kokemuksia tutkittiin puhelinhaastatteluilla. Haastatteluiden kohdehenkilöt valittiin Peab Oy:n toimihenkilöistä Länsi-, Etelä- ja Keski-Suomen alueelta sekä lattiapinnoiteurakoitsijoista Keski-Suomen talousalueella. Haastatteluilla tutkittiin kokemuksen tuomia näkökulmia vertailtavista materiaaleista, niiden ominaisuuksista sekä kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä. Haastattelutuloksien (ks. luku 5.2.) perusteella jokaisella vertailun materiaalilla olivat hyvät ja huonot puolensa. Vastaajien mukaan toteutusvaiheen laadunvarmistuksella päästiin

kustannuksien näkökulmasta parhaaseen lopputulokseen. Betonilattiakoh-teissa oleelliset laadunvalvonta toimenpiteet olivat suorituksen mittaami-nen sekä jälkihoitotoimenpiteet. Suunnitteluvaiheen merkitystä korostettiin kipsimassalattian ja sementtipohjaisen kuitutasoitetlattian kohteissa, joissa merkittävimmät kustannusvaihtelut aiheutuivat kantavan rakenteen korko-poikkeamista. Korkopoikkeamat vaikuttivat massameneekkiin, mikä näkyi ko-konaiskustannuksissa.

## 7 Pohdinta

Kokonaisuutena tutkimus onnistui asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tutki-muksen aiheen laajuudesta huolimatta rajaukset onnistuttiin tekemään yhtei-sillä näkemyksillä toimeksiantajan kanssa. Tutkimuksen suurimmat haasteet koskivat toteutuneiden kustannuksien ja hintatietojen sisältöjen selvittämistä, mikä muuttui haastavammaksi kuin alkuvaiheessa olin oletanut. Ongelman kustannustietojen keräämiseen aiheutti työmaiden litteroiden sisällöt ja niiden tulkitseminen. Toteutuneiden kustannuksien tarkastelu jälkikäteen tutkimuk-sen vaatimalla tarkkuudella aiheutti ajankäytössä haasteita. Litteroiden sisäl-löt jouduttiin purkamaan kustannushallintaa hoitaneiden henkilöiden avus-tuksella, jolloin litteroilta saatiin selvitettyä tarvittavia tietoja. Tutkimuksen luonteen vuoksi myös salassa pidettävä aineisto osoitti haastavuutensa sovi-tettaessa sitä julkiseen osaan työtä.

Haastatteluiden toteutus onnistui tarkoituksenmukaisesti. Haastateltavat ker-toivat kokemuksiaan laajemmin ja kokonaisvaltaisemmin, mitä vapaamuotoi-silta haastatteluilta oletettiin. Puhelimen välityksellä toteutettu haastattelu-muoto osoittautui hyväksi menetelmäksi. Puhelimen avulla haastattelut oli mahdollista hoitaa yhdestä paikasta, jolloin ainoa ongelma oli löytää aikaa tutkimukselle haastateltavien henkilöiden kalentereista. Usein sopiva aika

kuitenkin löytyi viikon sisällä yhteydenotosta. Yleisesti ottaen kaikki haastateltuun valitut kohdehenkilöt osoittivat mielenkiintoa tutkimusta kohtaan, mikä edesauttoi tutkimuksen edistymistä.

Jatkossa kustannusvertailututkimusta tehdessä kustannuksien järjestelmällinen, riittävällä tarkkuudella tehty litterointi on syytä aloittaa hyvissä ajoin ennen vertailtavan työvaiheen suoritusta. Litterointia on syytä jatkaa läpi koko työvaiheen, kunnes tehtäväkokonaisuus on saatu kokonaan valmiiksi. Kokonaisvaltainen ja tarkka kustannusseuranta helpottaisi huomattavasti kustannustietojen keräämistä ja vahvistaisi tutkimuksen luotettavuutta.

### **Tutkimuksen luotettavuus**

Kustannusvertailututkimuksessa luotettavuuden merkitystä pidettiin tärkeänä jo tutkimuksen alusta alkaen. Kustannuslaskelmien hintatietojen keräämisessä pyrittiin noudattamaan tarkkuutta ja huolellisuutta. Oikeiden hintatietojen keräämisessä ja laadinnassa pyrittiin käyttämään kaikkia yrityksen saatavilla olevia tietoja ja kustannusaineistoja. Lisäksi laskelmat tarkistettiin virheiden välttämiseksi. Luotettavuutta lisäävänä tekijänä korostuu menetelmätriangulaatio, eli useamman kuin yhden tiedonhankintamenetelmän käyttäminen samassa tutkimuksessa. Reliabiliteettia voidaan pitää korkeana aineiston hankintamenetelmän vuoksi.

Tarkkuudesta huolimatta luotettavuutta vähentävänä tekijänä voidaan pitää kustannusseurannan kokonaisvaltaista ja järjestelmällistä puutteellisuutta sekä lyhyttä mittausajanjaksoa. Lyhyt ajanjakso vaikuttaa lukumäärällisesti vähäiseen kustannuksien toistumiseen ja sen vuoksi luotettavuuteen. Järjestelmällinen kustannusseuranta ja ajanjakson pidentäminen ei kuitenkaan soveltunut tutkimuksen suoritusajankohtaan opintojen päättymisen vuoksi. Luotettavuutta heikentäviä tekijöitä ovat myös hintojen ajan tasalla oleminen sekä

käytettyjen työmenekkien realistisuus. Työmenekkien muutokset olivat suuresti riippuvaisia työmaakohteesta ja sen sisällöstä. Haastatteluiden osalta tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat haastateltavien henkilöiden omiin kokemuksiin ja muistiin perustuvat vastaukset. Kokemusten mielekkyys ja niiden muistaminen voivat muuttua ajan kuluessa.

### **Tuloksien hyödyntäminen**

Tutkimuksen tulokset (ks. luku 5.) ovat sovellettuina hyödynnettävissä aikataulujen laadinnassa, ennusteiden laadinnassa sekä suunnittelun ohjauksessa. Tuloksien käyttö soveltuu lattialämmitettyihin kerrostalokohteisiin, joissa pintalattiat toteutetaan kelluvana rakenteena. Kohteessa tulee olla kelluvaa lattia-pinta-alaa  $> 2000 \text{ m}^2$  ja yhtenäisten tilojen tulee olla  $> 40 \text{ m}^2$ . Tuloksien avulla voidaan päätellä kustannuksiin olennaisesti vaikuttavat tekijät ja niiden arvioitu suuruusluokka.

Kustannustekijöiden lisäksi haastattelutuloksien perusteella voidaan huomioida työvaiheet, joiden toteutuksessa kannattaa noudattaa huolellisuutta. Tuloksien jatkokäytössä rakennetyypin soveltuvuus tulee selvittää tapauskohtaisesti. Kustannusvertailussa ei huomioitu aikatauluun, käyttömukavuuksiin tai suunnitelmiin yleisesti vaikuttavia tekijöitä.

### **Jatkotutkimukset**

Tutkimuksen aikana nousi esille jatkotutkimusaihe, joka liittyy kelluvien lattiarakenteiden toteutukseen. Aihe koskee tutkimuksen loppuvaiheilla markkinoille tuotekortteineen tullutta vaihtoehtoista kipsilattiamassaa. Vaihtoehtoisen kipsimassan valupaksuusvaatimukset poikkesivat kustannusvertailussa käytetystä kipsimassasta. Kipsimassalattioiden kustannuslaskelmissa käytettiin valupaksuutena toimeksiantajan ilmoittamaa 46 mm, mikä tarkoittaa kipsimassavalmistajan vaatimaa noin 30 mm kerrosta lattialämmityselementin

päälle. Vaihtoehtoisen markkinoille tulleen tuotteen vaatimus valupaksuudelle lämmityselementin päällä on vähemmän, jolloin vaihtoehtoisen tuotteen kokonaispaksuus muuttuu. Valupaksuuden muutos muuttaa myös kelluvaan lattiarakenteeseen liittyviä kokonaiskustannuksia ja sen vuoksi jatkotutkimukselle olisi aiheita. Jatkotutkimuksessa tulisi kuitenkin huomioida myös valupaksuuden muuttamisen aiheuttama vaikutus muihin lattian rakenteellisiin ominaisuuksiin.

## Lähteet

A 796/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. Viitattu 23.9.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>, ajantasainen lainsäädäntö.

Alexanderson, J. 2004. Secondary emissions from alkali attack on adhesives and PVC floorings. Lund: Lund institute of technology. Viitattu 25.11.2018. [http://www.weber.se/fileadmin/user\\_upload/pdf/golv/floor-navigator/miljo/TVBM-3115.pdf](http://www.weber.se/fileadmin/user_upload/pdf/golv/floor-navigator/miljo/TVBM-3115.pdf)

Betoni materiaalina. N.d. Betoniteollisuus ry:n verkkosivusto. Viitattu 23.9.2018. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/ymparistoomin-aisuudet/betoni-rakennusmateriaalina>

Betonin tilaaminen ja pumppaus. 2018. Rudus Oy:n verkkosivut. Viitattu 28.9.2018. <http://www.rudus.fi/palvelut/tietoa-betonin-pumppauksesta-ja-tilaamisestalaaminen>

BLY-9 Suunnittelu- ja työohje. 2000. Betoninen kelluva lattia. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

BLY-9 By48. 2002. Betoninen kelluva lattia. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

BLY-9 By45. 2014. Betonilattiat. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

BLY-12 By54. 2010. Betonilattioiden pinnoitusohjeet. Helsinki Suomen betoniyhdistys ry.

BLY-14. 2012. Betonilattiat. Kortisto. Viitattu 20.9.2018. <http://www.bly.fi/File/BLY-14.pdf?rnd=1356602833>

Concrete konstruktion. 2018. Concrete Sask. Viitattu 25.11.2018. <http://www.concretesask.org/resources/concrete-construction>

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P. 2008. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto.

Gypsum trough the ages. 2018. Gypsum association verkkosivusto. Viitattu 25.11.2018. <https://www.gypsum.org/about/gypsum-101/history-gypsum/>

Jomppanen, M. 2018. Tuotepäällikkö. Fescon Oy Pumpattavat lattiatasotteet. Puhelinhaastattelu 26.7.2018

Keski-Suomen ensi- ja turvakodin uuden kiinteistön rakentaminen käynnistyy. 2018. Lehdistötiedote Peab Oy:n verkkosivuilla 11.6.2018. Viitattu 20.11.2018. <https://peab.fi/peab/tiedotteet/lehdistotiedote/574A9126A832DE2D>

Komonen, J. 2010. Betonirakenteiden kutistuminen ja halkeamien ehkäisy. Lehtiartikkeli rakennustiedon verkkosivuilla. Viitattu 20.11.2018. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100402.pdf>

Komppa, K. 2018. Aluemyyntipäällikkö. Knauf Oy Tasoitteet ja laastit. Puhelinhaastattelu. 31.8.2018

Lattiabetonit. N.d. Lujabetoni Oy:n verkkosivusto. Viitattu 6.12.2018. <https://www.lujabetoni.fi/tuotteet/valmisbetonit/lattiabetonit/>

Lattiatietoa. 2018. Weber saint-gobain Finland verkkosivut. Viitattu 16.10.2018. <https://www.e-weber.fi/lattiatietoa.html>

Lindberg, P. 2018. Matala-alkaliset tasoitteet työkalu sisäilmaongelmien ehkäisyssä. Kiilto Oy:n verkkosivut. Viitattu 4.10.2018. <http://www.kiilto.com/fi/uutishuone/blogikirjoitukset/matala-alkaliset-tasoitteet-tyokalu-sisailmaongelmien-ehkaisyssa/>

Lämpö- ja askeläänilattiat esite. 2018. Knauf Oy:n markkinointi esite. Espoo: Knauf oy

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Betonikeskus

Peab ennakkomarkkinointiesite. 2014. Verkkosivusto. Viitattu 20.11.2018. <https://docplayer.fi/3517545-As-oy-jyvaskylan-kultatikka-sippulantie-4-8-40520-jyvaskyla-ennakkomarkkinointi-esite-27-03-2014-taiteilijan-nakemys-peabasunnot.html>

Peab ennakkomarkkinointiesite. 2017. Peabkoti-verkkosivusto. Viitattu 20.11.2018. [https://peabkoti.fi/siteassets/jyvaskyla/gygnaeuksenkatu/14241\\_peab\\_jyvaskyla\\_a\\_cygnaeuksenkatu\\_esite\\_a4\\_28s\\_150317.pdf](https://peabkoti.fi/siteassets/jyvaskyla/gygnaeuksenkatu/14241_peab_jyvaskyla_cygnaeuksenkatu_esite_a4_28s_150317.pdf)

Peab historia. 2018. Peab Oy:n verkkosivut. Viitattu 23.9.2018. <https://peab.fi/peab/>

Peab uudiskohteet. 2018. Peab Oy:n verkkosivut. Viitattu 20.11.2018. <https://peabkoti.fi/uudiskohteet/jyvaskyla/>

Petrow, S, Vuorinen, P & Rydenfelt, V. N.d. Betoninen kelluva lattia. Artikkelit betonisesta kelluvasta lattiasta Rakennustieto Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 16.10.2018. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020401.pdf>

Pumpattavat lattiatuotteet. 2017. Knauf Oy:n verkkosivusto. Viitattu 20.11.2018.

[https://www.knauf.fi/fileadmin/user\\_upload/esitteet/laastit\\_lattiamassat/laasti\\_manuaali\\_4\\_lattiat.pdf](https://www.knauf.fi/fileadmin/user_upload/esitteet/laastit_lattiamassat/laasti_manuaali_4_lattiat.pdf)

RIL 243-1-2007. 2007. Rakennusten akustinen suunnittelu. Suomen rakennusinsinöörien liitto. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 6.12.2018.

ROK 2018. 2018. Rakennusosien kustannuksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 14-1103. 2011. Tasaisuuden mittaus. Rakennustieto.

RT 38740. 2016. Sejo lattialämmityslevy. Rakennustieto.

Sejo-lattialämmityslevy. 2018. Sähköpostiviesti 2.10.2018. Vastaanottaja J. Kautto. Sejo Oy Asiantuntija Jussi Hirvosen selvitys nystyröiden tilavuudesta.

SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, talonrakennuksen sisätyöt. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskustannusindeksi [verkkójulkaisu]. ISSN=1795-4282. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 20.11.2018].  
Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/rki/2018/10/>

Tuotekortti Flow hs. 2017. Sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite Flow Hs tuotekortti. Fescon Oy:n verkkosivusto. Hyvinkää: Fescon Oy. Viitattu 25.8.2018. <https://www.fescon.fi/tuotteet/lattiatasoitteet/50/flow-hs>

Tuotekortti LM-80. 2017. Knauf kipsilattiamassan tuotekortti. Knauf Oy:n verkkosivusto. Espoo: Knauf Oy. Viitattu 16.10.2018. Saatavilla <https://www.knauf.fi/tuotteet/lattiatasoitteet/lm-80/>

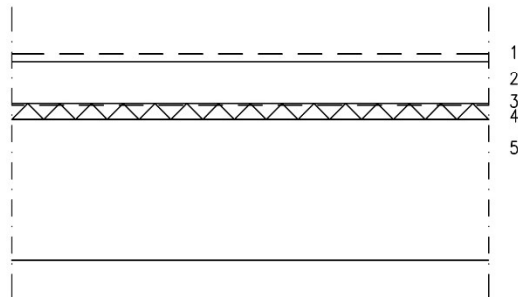
Ympäristö, laatu ja turvallisuus. 2017. Knauf Oy:n verkkosivut. Espoo: Knauf Oy. Viitattu 24.9.2018. <https://www.knauf.fi/knauf-oy/ymparisto-laatu-ja-turvallisuus/kipsi/>

# Liitteet

## Liite 1. Rakennetyypit

	Sisältö	Rakennetyyppi 1 Kelluva betonilattia
	Päiväys	16.11.2018

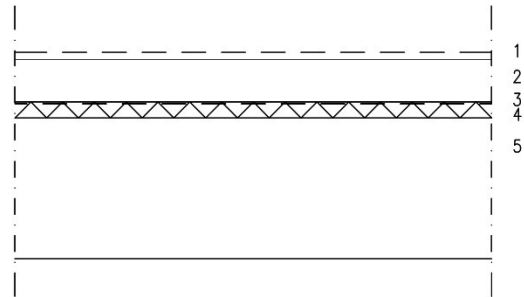
MK 1:10



- |       |   |  |
|-------|---|--|
|       | 1 | Pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti<br>–Betonin pinta hiotaan ja tasoitetaan tarvittaessa   |
| 80 mm | 2 | Teräsbetoni C25/30 #0...16mm hieno, S2 normaalisti sitoutuva,<br>teräsverkko 5–150 B500K, lattialämmitysputkisto kiinnitetään rautoiteverkkoon   |
|       | 3 | Suodatinkangas, käyttöluokka 2, saumat limitetty   |
| 30 mm | 4 | Joustava kerros, villa askeläänieriste, dynaaminen jäykkyys 16 MN/m <sup>3</sup><br>–Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>–Irrutuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 5 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti  |

	Sisältö	Rakennetyyppi 2 Kelluva betonilattia
	Päiväys	16.11.2018

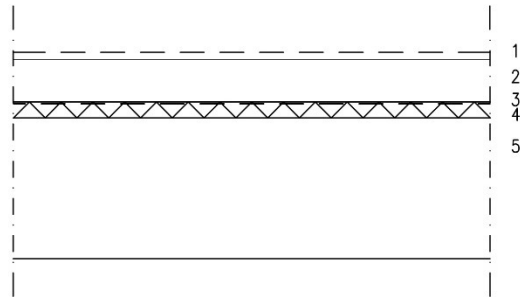
MK 1:10



- |       |   |  |
|-------|---|--|
|       | 1 | Pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti   |
| 80 mm | 2 | Teräsbetoni C25/30 #0...16mm hieno, S2 normaalisti sitoutuva, teräsverkko 5-150 B500K, lattialämmitysputkisto kiinnitetään raudoiteverkkoon  |
|       | 3 | Suodatinkangas, käyttöluokka 2, saumat limitetty   |
| 30 mm | 4 | Joustava kerros, polystyreeni askeläänieriste, dynaaminen jäykkyys <math><20 \text{ MN/m}^3</math><br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 5 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti  |

	Sisältö	Rakennetyyppi 3 Kelluva betonilattia
	Päiväys	16.11.2018

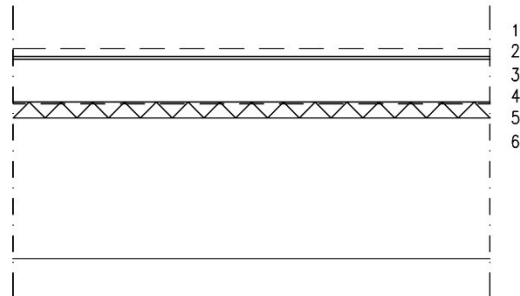
MK 1:10



- |       |   |  |
|-------|---|--|
|       | 1 | Pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti   |
| 80 mm | 2 | Teräsbetoni C25/30 #0...16mm hieno, S3 nopeammin pinnoitettava, teräsverkko 5-150 B500K, lattialämmitysputkisto kiinnitetään raudoiteverkkoon  |
|       | 3 | Suodatinkangas, käyttöluokka 2, saumat limitetty   |
| 30 mm | 4 | Joustava kerros, villa askeläänieriste, dynaaminen jäykkyys 16 MN/m <sup>3</sup><br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 5 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti  |

	Sisältö	Rakennetyyppi 4 Kelluva betonilattia
	Päiväys	16.11.2018

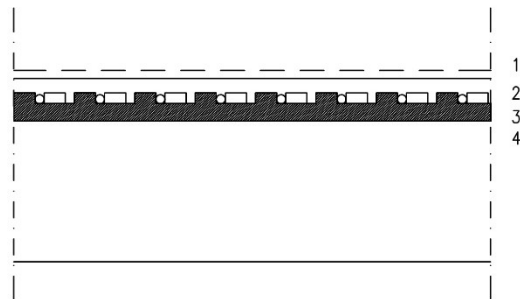
MK 1:10



- |       |   |  |
|-------|---|--|
|       | 1 | Alustaan liimattava pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti   |
| >5 mm | 2 | Matala-alkalinen pumpputasoite<br>-Tartuntapohjuste tasoitevalmistajan ohjeen mukaisesti<br>-Alusta hiotaan ja imuroidaan ennen tartuntapohjusteen asentamista   |
| 80 mm | 3 | Teräsbetoni C25 / 30 #0...16mm hieno, S3 normaalisti sitoutuva, teräsverkko 5-150 B500K, lattialämmityspukisto kiinnitetään raudoitteverkkoon  |
|       | 4 | Suodatinkangas, käyttöluokka 2, saumat limitetty   |
| 30 mm | 5 | Joustava kerros, villa askeläänieriste, dynaaminen jäykkyys 16 MN/m <sup>3</sup><br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 6 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti  |

	Sisältö Rakennetyyppi 5 Kelluva kipsimassalattia	
	Päiväys 16.11.2018	

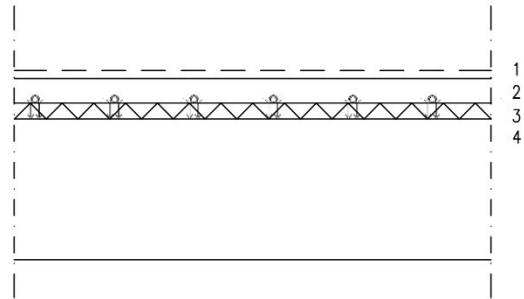
MK 1:10



- |       |   |   |
|-------|---|---|
|       | 1 | Uiva pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti   |
| 46 mm | 2 | Kipsivalu, lattialämmityspotkisto kiinnitetään painamalla nystyrälevyn väleihin   |
| 30 mm | 3 | Joustava kerros, muotoiltu lattiaeristelevy<br>-Eristeen saumat tiivistetään tarvittaessa<br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 4 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti   |

	Sisältö Rakennetyyppi 6 Kelluva kipsimassalattia	
	Päiväys 16.11.2018	

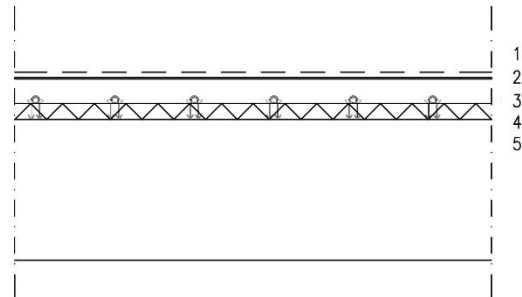
MK 1:10



- |       |   |   |
|-------|---|---|
|       | 1 | Uiva pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti   |
| 46 mm | 2 | Kipsivalu, lattialämmityspotkisto kiinnitetään eristeen pintaan muovikiinnikkeillä  |
| 30 mm | 3 | Joustava kerros, pinnoitettu polystyreenilattiaeristelevy<br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 4 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti   |

	Sisältö	Rakennetyyppi 7 Kelluva kipsimassalattia
	Päiväys	16.11.2018

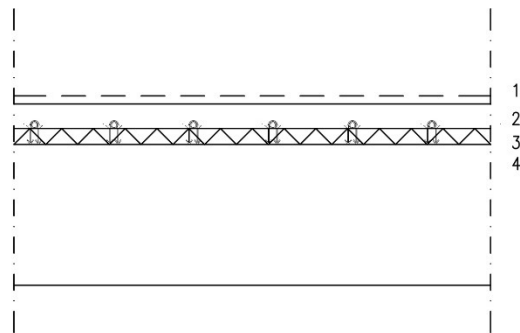
MK 1:10



- |          |   |   |
|----------|---|---|
|          | 1 | Alustaan liimattava pintamateriaali suunnitelmien mukaisesti  |
| 0...15mm | 2 | Hienotasoite<br>-Tartuntapohjuste tasoitevalmistajan ohjeen mukaisesti<br>-Alusta hiotaan ja imuroidaan ennen tartuntapohjusteen asentamista  |
| 46 mm    | 3 | Kipsivalu, lattialämmitysputkisto kiinnitetään eristeen pintaan muovikiinnikkeillä  |
| 30 mm    | 4 | Joustava kerros, pinnoitettu polystyreenilattiaeristelevy<br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|          | 5 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti   |

	Sisältö	Rakennetyyppi 8, Kelluva sementti- pohjainen kuituvahvistettu tasotelattia
	Päiväys 16.11.2018	

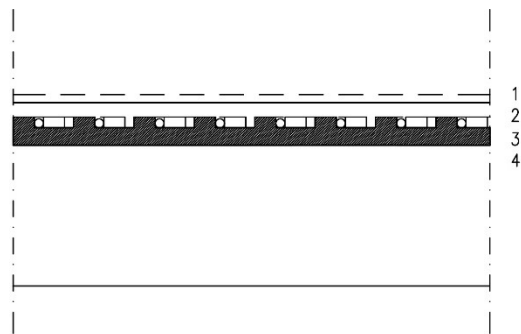
MK 1:10



- |       |   |   |
|-------|---|---|
|       | 1 | Pintamateriaali (uiva tai alustaan liimattava) suunnitelmien mukaisesti   |
| 40 mm | 2 | Sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite, lasikuituverkko, lattialämmitysputkisto kiinnitetään eristeen pintaan muovikiinnikkeillä  |
| 30 mm | 3 | Joustava kerros, pinnoitettu polystyreenilattiaeristelevy<br>–Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>–Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 4 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti   |

	Sisältö	Rakennetyyppi 9, Kelluva sementti-pohjainen kuituvahvistettu tasoitelattia
	Päiväys 16.11.2018	

MK 1:10



- |       |   |   |
|-------|---|---|
|       | 1 | Pintamateriaali (uiva tai alustaan liimattava) suunnitelmien mukaisesti   |
| 40 mm | 2 | Sementtipohjainen kuituvahvistettu lattiatasoite, lasikuituverkko, lattialämmitysputkisto kiinnitetään painamalla nystyrälevyn väleihin   |
| 30 mm | 3 | Joustava kerros, muotoiltu lattiaeristelevy<br>-Alusta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan ennen eristeen asennusta.<br>-Irrotuskaista asennetaan kaikkiin liittyviin rakenteisiin |
|       | 4 | Kantava rakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti   |

## Liite 2. Haastattelurunko

Nimi:

Paikkakunta:

Yritys:

Tehtävänimike:

Millaisia kokemuksia sinulla on seuraavista pintalattiamateriaaleista kerrostalokohteissa, joissa on lattialämmityksellä varustettu kelluva lattiarakenne?

(esimerkiksi hyvät ja huonot ominaisuudet, laatu, jälkityönmäärä jne.)

- Kelluva betonilattia
- Kelluva kipsimassalattia
- Sementtipohjainen kuitutasoitelattia

Mitkä tekijät vaikuttavat em. lattioiden laatuun ja jälkityön määrään? (Miten laatua valvotaan?)

Mikä/mitkä tekijät vaikuttavat betonilattian, kipsilattian ja sementtipohjaisen kuitutasoitelattian toteutuskustannuksiin? (Mistä lisäkustannuksia kertyy?)

Mihin em. lattioiden toteutuksessa tulee kiinnittää huomiota, mikäli pyritään onnistuneeseen lopputulokseen ja sen seurauksena mahdollisimman pieniin kokonaiskustannuksiin?

Liite 3. Kustannusvertailulaskelmien hintataulukko (salainen)

Liite 4. Betonin kuljetus- ja pumppauslaskelmat (salainen)

Liite 5. Betonilattian laskelmat (salainen)

Liite 6. Kipsivalulattian laskelmat (salainen)

Liite 7. Sementtipohjaisen kuituvahvistetun tasoitelattian laskelmat  
(salainen)

Liite 8. Kustannusvertailun tulokset (salainen)

Liite 9. Haastatteluiden tulokset (salainen)