

## **Kustannusvertailu kahden eri pintalattiarakenteen välillä betonirunkoisessa kerrostalossa**

Anna Lakanen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

LAKANEN, ANNA:

Kustannusvertailu kahden eri pintalattiarakenteen välillä betonirunkoisessa kerrostalossa

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2023

---

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin vesikiertoiseen lämpölattiarakenteeseen, maakostean betonilattiaan, sementtipohjaiseen pintalattiatasoitteeseen sekä vesikiertoiseen levypatterijärjestelmään. Työssä esiteltiin kaksi vertailtavaa lattiarakennetta ontelovälipohjaisessa betonirunkoisessa kerrostalossa, pohdittiin tarkasteltujen pintalattiarakenteiden hyviä ja huonoja puolia sekä tehtiin kustannusvertailu eri pintalattia vaihtoehtojen välillä.

Opinnäytetyön pohjana oli todellinen työmaa, jossa pintalattia valettiin maakostealla betonilla ja lämmitysverkosto toteutettiin huoneistokohtaisella vesikiertoisella lattialämmityksellä. Vertailevana rakenteena tarkasteltiin sementtipohjaista pintalattia, eli plaanovalua, sekä lämmitysjärjestelmänä vesikiertoista patteriverkostoa. Näiden kahden eri lattiarakenteen kustannukset laskettiin todellisen kohteen määrillä ja urakoitsijoilta saaduilla hinta-arvioilla. Lisäksi rakenteita arvioitiin haastattelemalla työnjohtajia.

Opinnäytetyön alussa tehtiin oletama, jossa ajateltiin maakostean lämpölattian olevan lähtökohtaisesti kalliimpi toteuttaa. Opinnäytetyön tulokset tukivat tätä alussa tehtyä oletamaa. Kustannusero oli yllättävän suuri. Laskelmien pohjalta voidaan todeta maakostean lämpölattian olevan 182 500,00 euroa kalliimpi kuin perinteisempi lattiarakenne opinnäytetyön kohdetyömaalla. Kohteen kerrosala on 4414 m<sup>2</sup>, joten hintaeroksi muodostui 41,35 €/m<sup>2</sup>. Mikäli tätä lattiarakennetta halutaan käyttää, tulee kohdetta hinnoiteltaessa tämä huomioida. Betonirunkoisessa kerrostalokohteessa tulee myös hyvin tarkkaan arvioida hyöty tästä lattiarakenteesta.

---

Asiasanat: kustannusvertailu, maakosteaa betoni, lämpölattia, plaano, vesikiertoinen patteriverkosto

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Bachelor of Construction Management

ANNA LAKANEN:

Cost comparison with two different floor construction in concrete framed block

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 3 pages  
May 2023

---

In this thesis there have been familiarize with zero-slump concrete, cement-based levelling and two kind of heating systems. Objective of this thesis was cost comparison of those two floor structures. Also to think about the positives and the negatives of zero-slump concrete floor and cement-based levelling in the concrete framed block.

This thesis is based on a real building site, which has a zero-slump concrete floors and floor heating in every flat. Compared floor structures costs have been listed and calculated in this work. Calculation is based on this real site quantity surveying.

These results suggest that Zero-slump concrete floors with water based floor heating is over 180.000,00 € higher than cement-based levelling floor with radiator heating. Wich makes 41,35 €/m<sup>2</sup> in this real building site. When building sites gross floor area is 4414 m<sup>2</sup>. That is why it is very important to take into account if this floor structure is selected.

Methodologies used in this thesis were: literature of this structures manufacturer and interview study. Interviewees were foremen and subcontractors of the construction site.

---

Key words: cost comparison, zero-slump concrete, cement-based levelling, radiator heating, floor heating

## SISÄLLYS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO .....  | 5  |
| 2 | Kohde työmaan esittely.....                                     | 6  |
|   | 2.1 Rakenne.....  | 6  |
|   | 2.2 Määrät.....   | 8  |
| 3 | Tarkasteltavien rakenteiden tekniset tiedot.....                | 9  |
|   | 3.1 Maakostea betonilattia lattialämmöllä .....                 | 9  |
|   | 3.1.1 Maakostea betoni .....                                    | 9  |
|   | 3.1.2 Maakostean betonilattian hyödyt ja haitat.....            | 10 |
|   | 3.1.3 Lattialämmitys.....                                       | 12 |
|   | 3.2 Plaanolattia levypattereilla .....                          | 14 |
|   | 3.2.1 Plaanolattia.....   | 14 |
|   | 3.2.2 Plaanolattian hyödyt ja haitat.....                       | 15 |
|   | 3.2.3 Vesikiertoinen patterijärjestelmä.....                    | 16 |
| 4 | LASKELMAT .....   | 18 |
|   | 4.1 Maakostean lattialämpö kohteen hinnoittelu .....            | 18 |
|   | 4.2 Plaano pinalattian hinnoittelu patteriverkostolla .....     | 21 |
|   | 4.3 Kustannusvertailu.....                                      | 22 |
| 5 | HAASTATTELUT .....  | 24 |
|   | 5.1 Haastattelun tulokset.....                                  | 24 |
|   | 5.2 Haastattelun analysointi ja tulosten yhteenveto .....       | 25 |
| 6 | POHDINTA .....  | 26 |
|   | LÄHTEET .....   | 27 |
|   | LIITTEET .....  | 28 |
|   | Liite 1. Lämpöattia maakostealla betonilla, laskelma .....      | 28 |
|   | Liite 2. Plaano vesikiertoisella patteriverkolla, laskelma..... | 29 |
|   | Liite 3. Työnjohtajille esitetyt haastattelukysymykset .....    | 30 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe lähti mielenkiinnosta arvioida hintaa maakostealle lattiarakenteelle, jossa on huoneistokohtaiset lattialämmitykset. Kerrostalohankkeissa, joissa välipohjarakenteet tehdään ontelolaatoilla, on perinteisempi toteuttaa lämmitysverkosto patterilinjoilla ja tasoittaa pintalattia sementtipohjaisella pintalattia valulla, eli plaanolla. Tämä lattiarakenne on siten valittu vertailukohteeksi tälle kohdetyömaan maakostealle lämpölattialle. Opinnäytetyössä esitetyt määrät ja toteutustapa perustuvat todelliseen kohteeseen, jossa pintalattiat toteutettiin maakostealla, sekä lämmitysverkosto huoneistokohtaisella vesikiertoisella lattialämmityksellä. Kohteeseen valittu lattiarakenne on hyvin tahdistava työvaihe ja se vaikuttaa suuresti muiden työvaiheiden työjärjestykseen.

Tasoitetyöt tulee tehdä ennen lattialämmityspotkien asennusta, lisäksi pohjan tulee olla riittävän kuiva ennen tätä työvaihetta. Maakostean betonilattian tulee saavuttaa pinnoituskuivuus, ennen kuin voidaan laatoitus ja lattiapinnoitukset tehdä. Siten optimaaliset kuivumisolosuhteet ovat tärkeässä roolissa valun jälkeen. Maakostea betonilattia on kävelykuiva hyvin nopeasti ja sen ei tule olla kauaa muovitettuna. Siten tiettyjä työvaiheita voidaan hyvin tehdä kuivumisaikana. Näin voidaan tehostaa ajankäyttöä. Mitä pidempi kuivumisajasta tulee, ja jos joudutaan odottamaan, sitä kalliimmaksi rakenteen lopullisesta kustannuksesta tulee.

Opinnäytetyöhön on koottu mahdollisimman tarkasti eri työvaiheiden ja materiaalien kustannukset vertailtavista lattiarakenteista. Lisäksi on pyritty laskemaan ja huomioimaan kustannuksia, jotka syntyvät välillisesti kummankin rakenteen valinnasta. Oletuksena on arvioitu kummankin välipohjarakenteen olevan sama pintalattiasta huolimatta, sillä tarkasteltua kohdetta ei ollut suunniteltu plaanovalulla toteutettavaksi. Opinnäytetyön tiedonkeruumenetelminä on käytetty kirjallisuustutkimusta, vertailulaskelmia ja haastattelututkimusta.

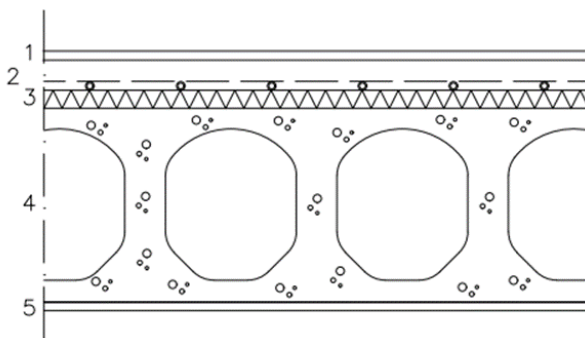
## 2 Kohde työmaan esittely

### 2.1 Rakenne

Opinnäytetyössä esitetyt määrät ja rakenteet perustuvat todelliseen rakenteilla olevaan kohteeseen. Kohde on kaksirappuinen kerrostalo, jossa on yhteensä 95 huoneistoa. Toisessa rapussa on 4 kerrosta ja toisessa 6 kerrosta. Kerrostalo on osa suurempaa korttelikokonaisuutta. Tarkasteltu kohde on betonielementtirunkoinen, sisäpihan puolelta sandwich elementtejä ja kadun puolelta kantavia kuorielementtejä. Kadunpuolen julkisivu tulee paikalla muurattuna kaupungin asemakaava määräysten mukaisesti. Rakennuksen väli- ja yläpohja on toteutettu ontelolaatoilla, sekä käytävät massiivilaattoja. Alapohja on osin maanvarainen ja osin paalutettu kantava ontelolaatta alapuolisella eristeellä. Kohteessa on maa- lämmön ja kaukolämmön hybridilämmitys, joka jaetaan huoneistokohtaisella vesikiertoisella lattialämmityksellä.

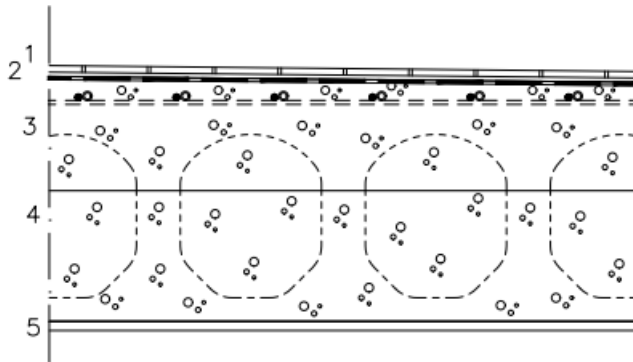
Opinnäytetyön lähtökohtana olevassa rakennuksessa maakostea betonilattia valetaan huoneistoihin ja käytävien massiivilaatat tullaan vain tasoittamaan sementtipohjaisella lattiatasoiteella haluttuun korkoon. Siten tarkastelun kohteena on huoneistoiden lattiarakenne ja sen työvaiheisiin liittyvien kustannusten vertailu.

Huoneiston kuivien tilojen lattiarakenne VP1 on esitetty kuvassa 1. Ontelolaatan päälle on asennettu 30 mm eristelevy, johon lattialämmityspotket kiinnitetään suoraan. Tämän päälle valetaan 50 mm maakostea betonilattia, jossa on mukana muovikuitua.



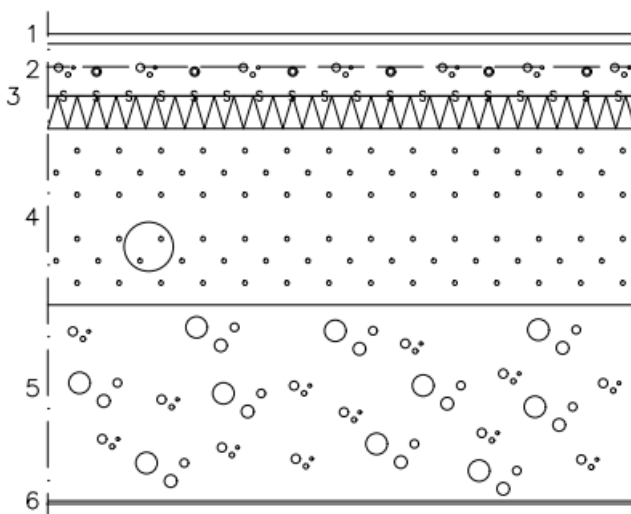
(KUVA 1. VP1 kohteen rakennesuunnitelmat, Sokopro-projektipankki)

Huoneistojen märkätilojen lattiarakenteessa VP2 on esitetty kuvassa 2. Ontelolaatan päälle on suoraan lisätty raudoitusverkko, johon lattialämmitys kiinnitetään. Eriste jätetään pois, sillä pintaan tulee vedeneriste. Tämä myös mahdollistaa kaatojen muokkaamisen, sillä lämmitysputket jäävät syvemmälle valuun. Ontelolaatta on myös märkätilojen kohdalta vahvuudeltaan 200 mm, kun normaali vahvuus oli 320 mm.



(KUVA 2. VP2 kohteen rakennesuunnitelmat, Sokopro-projektipankki)

Osa kohteen huoneistoista sijoittuivat väestönsuojan päälle VP3 on esitetty kuvassa 3. Näissä huoneistoissa lattialämmitys kiinnitettiin lattian raudoitusverkkoihin ja lattiat valettiin pumpatulla perinteisellä betonilla. Opinnäytetyössä on huomioitu näiden huoneistojen kohdalla kustannusvaikutuksena lattialämmityksen osuus verraten patteriverkoston. Muilta osin lattiarakenteella ei kustannusvaikutusta tässä vertailussa.



(KUVA 3. VP3 kohteen rakennesuunnitelmat, Sokopro-projektipankki)

## 2.2 Määrät

Määräluettelo on laadittu kohteen suunnitelmien mukaisesti ja sitä on hyödynnetty tässä työssä. Lisäksi määriä on tarkennettu kohteen suunnitelmista laskeamalla. Määristä on tarkasteltu vain niitä osia, jotka ovat oleellisia laskelman kannalta. Tarkoitus on verrata tarkasteltujen lattiarakenteiden kustannuseroja.

Alla olevassa taulukossa on esitetty ne määrät, joita on hyödynnetty laskelmissa. Jalkalistojen määrää on hyödynnetty arvioitaessa irrotuskaistan määrää, sekä jalkalistan kiinnitystä varten asennettua peltikaistaa. Kohteen kerrosala on 4414 m<sup>2</sup> ja bruttoala 4737,5 m<sup>2</sup>.

Taulukko 1. Kohdetyömaan määräluettelo

|                                   |      |                |
|-----------------------------------|------|----------------|
| LATTIOIDEN PINRARAKENTEET         |      |                |
| Kuiva lattiapinta-ala, asunnot    | 2361 | m <sup>2</sup> |
| Märkätilat pinta-ala, asunnot     | 432  | m <sup>2</sup> |
| Peltikaistan määrä, asunnot       | 6265 | jm             |
|                                   |      |                |
| VSS:N KATTO                       |      |                |
| Väestönsuojan yläpuoliset asunnot | 88   | m <sup>2</sup> |



### 3 Tarkasteltavien rakenteiden tekniset tiedot

#### 3.1 Maakostea betonilattia lattialämmöllä

##### 3.1.1 Maakostea betoni

Maakostea betonia on käytetty pintalattiana vielä vähän Suomessa, vaikka sitä on jo Saksassa käytetty parisen kymmentä vuotta. Näin totesi Timo Herrala Heikkinen Oy:stä lehtihaastattelussa. (Lappalainen, 2020,1) Toimijoita, jotka tätä lattiarakennetta tekevät, on siten suhteellisen vähän Suomessa.

Maakostea betoni lattiavaluna sisältää hienojakoista kiviaineista 0–6 mm, muovikuitua, sementtiliimaa sekä vettä. Opinnäytetyön kohteen massaan lisättiin myös Mapei planicete liimaa, joka lisää elastisuutta, vetolujuutta ja estää halkeilua (Kohteen urakkaneuvottelumuistio, 2023). Maakostean betonin vesisementti-suhde on hyvin pieni, alle 0,45. Tämän ansiosta kuivuminen on nopeaa ja se ei suuremmin halkeile kuivuessaan. (Eco Floor Finland Oy, 2018, 1) Raekoko voi vaihdella käyttökohteen mukaan, sekä käytetäänkö muovikuitua vai verkkoa.



(KUVA 4. Pinta tiivistetään ja hierretään koneella. Lakanen 2023)



(KUVA 5. Maakostean betonin levitys ja kaatojen muotoilu. Lakanen 2023)



(KUVA 6. Valmiita lattiapintoja valun jälkeen. Lakanen 2023)



(KUVA 7. Lakanen 2023)

### 3.1.2 Maakostean betonilattian hyödyt ja haitat

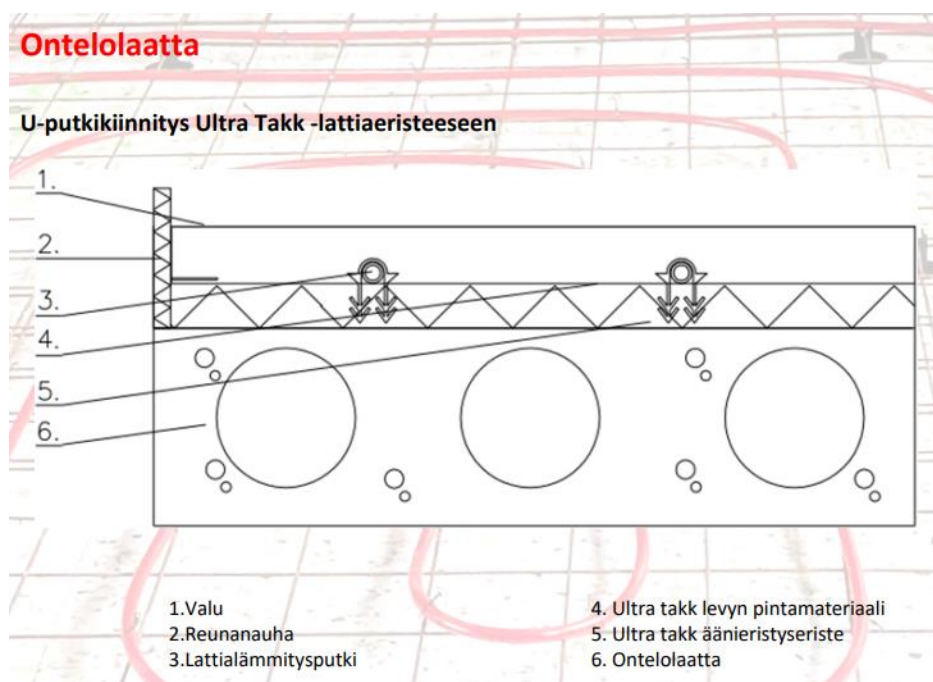
Maakostean betonin suurin etu on pieni vesisementtisuuhde, jonka ansiosta kuivumisaika on huomattavasti lyhempi kuin normaalia betonimassaa käytettäessä. Eco Floor Finlandin mukaan lattia olisi pinnoituskuiva jopa 2–3 viikossa (Eco Floor Finland Oy, 2018, 1). Lattia on myös mittatarkempi ja vaatii siten vähemmän jälkitöitä. Lisäksi seiniä ei tarvitse suojata, sillä työvaihe ei roiski ja vesimäärän ollessa pieni, ei se suoraan kastele rakenteita. Tämän lisäksi hukkaa syntyy myös vähemmän kuin valmisbetonista, sillä maakostea betonia valmistetaan suoraan työmaalla pumppuautossa. (Eco Floor Finland Oy, 2018, 1) Maakostean betonin valinta juuri lattialämmityskohteeseen on järkevää, sillä se luovuttaa hyvin lämpöä (Heikkinen Yhtiöt, 2018, 2). Näin lattialämmityksen käyttömukavuus maksimoidaan.

Huonona puolena maakostealla betonilla on se, ettei se saa kastua kuivumisprosessin aikana tai sen jälkeen. Mikäli se pääsee kastumaan, sen kuivuminen on hyvin hidasta. Tämän lisäksi kosteus voi mahdollisesti päästä alla olevan eristeen alle. Tällöin kuivatukseen on keinoja, mutta se viivästyttää työvaiheita. Ennen pinnoitusta, tulee maakostean betonilattian saavuttaa riittävä kuivuus. Kosteusmittauksissa tavoitearvon on oltava  $\leq 73$  % pinnasta ja eristeen alta mitattu tulee olla enintään 83 % (Kohteen kosteusmittaussuunnitelma, 2022). Lisäksi ennen lämpölattian eristeen asennusta ja maakostean betonin levitystä tulee pohjan RH:n olla alle 88 %.

Huomioon otettavaa on myös se, että runkovaiheessa tulee korot, muun muassa oville ja viemäreille katsoa tarkkaan, jotta lattian lopullinen pinta on oikealla tasolla, sekä kylpyhuoneen kaadot saadaan tehtyä oikein. Lisäksi suunniteltu huonekorkeus tulee ottaa huomioon korkoja mietittäessä ja alakattoja suunniteltaessa.

Opinnäytetyön kohteessa työvaiheiden järjestykseksi päätettiin ensin tehdä väliseinät, sekä tasoitetyöt. Tällä järjestyksellä pyrittiin estämään lattian kastuminen tasoitetyön aiheuttamasta kosteudesta ja siten minimoimaan kuivumisaika. Tämä työjärjestys myös vähensi riskiä lattialämmitysputkien rikkoutumiselle väliseinätien aikana. Työjärjestyksen takia tuli seiniin kiinnittää kauttaaltaan peltikaistale jalkalistojen kiinnittämistä varten.

### 3.1.3 Lattialämmitys



(KUVA 8. Nero Lattialämmitys, 2022)

Kohteessa käytetty lattialämpöputkisto kiinnitettiin suoraan eristekerrokseen muovisilla U-kiinnikkeillä (Kuva 8.). Eriste, irrotuskaista ja putkitus oli asennettavissa, kun ontelolaataston ja reunavalun suhteellinen kosteus oli alle 88 % (Kohteen kosteusmittaus suunnitelma, 2022).

Lämpölattian asennus kerroksessa aloitettiin tasoitettöiden jälkeen, kun lattiapinnat oli imuroitu, epätasaisuudet piikattu ja suurimmat ontelolaattojen kuopat oli tasattu. Lattiarakenne tehtiin suunnitelmien mukaisesti uivaksi ja siten lattiaeristeen lisäksi asennettiin reunanauha kauttaaltaan. Lattialämpöputkien asennusnopeus oli noin 3 työpäivää/kerros.

Sivulla 13 on kuvia kohteen asennetusta lämpölattiasta. Lämpölattiaurakoitsijan urakka käsitti lämpölattian asennuksen eristeineen ja irrotuskaistoineen (kuvat 9–11), sekä liittymisen jakotukkiin. LVV urakoitsija asensi nousulinjat ja lattialämmitys urakoitsijan toimittamat jakotukit. Kosteisiin tiloihin ei asennettu eristettä, vaan lämpöputkitus asennettiin rauditusverkkoon (Kuva 12.).





(KUVA 9. Putkitustyö rullalta, Lakanen 2023)



(KUVA 10. Jakotukin asennus ja putkitus, Lakanen 2023)



(KUVA 11. Yleiskuva asennetusta lämpölattiasta, Lakanen 2023)



(KUVA 12. Märkätilan lattialämpöputkitus, Lakanen 2023)

## 3.2 Plaanolattia levypattereilla

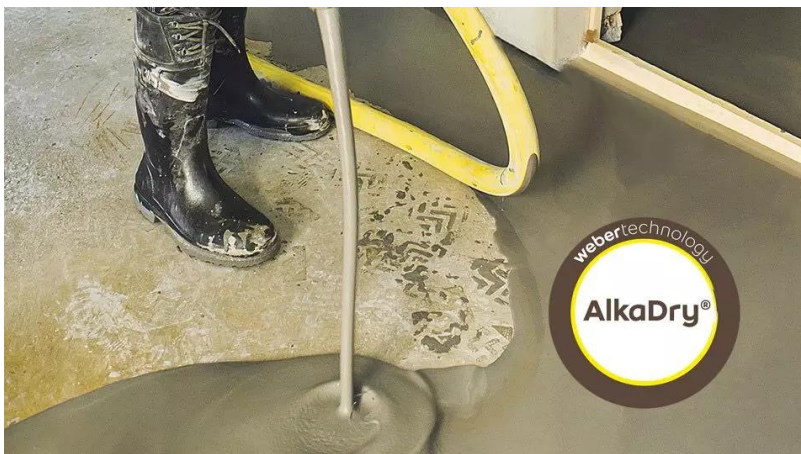
### 3.2.1 Plaanolattia

Kohteen maakostean betonilattiarakenteen vertailuksi tässä työssä valittiin sementtipohjainen lattiatasoite Weber reno 120 Saneeraus Plaano, joka valetaan suoraan ontelolaataston päälle. (Weber Tasoitelattiat-Suunnitteluohje, 2018, 7) Yleisesti sementtipohjaisia lattiatasoiteita kutsutaan plaanoksi. Vertailtava rakenne ei ole uiva, mutta hyvin yleisesti käytössä kerrostalokohteissa, joissa ontelovälipohja.

Weber reno 120 saneeraus plaano sisältää erikoisementtiseosta, luonnon hiekkaa ja kalkkijauhetta (raekoko < 0,6 mm), sekä työstettävyyttä ja tartuntaa lisääviä lisäaineita. (Weber 120 reno Saneeraus Plaano -tuotekortti, 2022, 1)

Plaano pumpataan ontelolaattojen päälle maksimissaan 50 mm kerrokseksi. Suositeltava kerrospaksuus on 5–30 mm. Kerrospaksuus riippuu siitä, tuleeko alle verkkoa sekä pohjan tasaisuudesta. (Weber 120 reno Saneeraus Plaano -tuotekortti, 2022, 1) Opinnäytetyön kohteena olevaan rakennukseen ei plaanoa ole suunniteltu, mutta tämän työn laskennassa on käytetty vahvuutta 20 mm, joka on hyvin yleisesti käytetty vahvuus.

Plaano vaatii esivalmisteluina ontelolaattapintojen puhdistuksen, piikauksen ja imuroinnin ennen primerointia. Näin varmistetaan hyvä tartunta alustaan. (Weber Työmaaohjeet lattiatasoiteille, 2022, 2) Huolellinen rakojen ja saumojen kittaus tulee myös tehdä valumien estämiseksi, sekä asentaa erotusmuovi nousuputkien ympärille. (Kangas 2019, 10) Erotusmuovi ehkäisee äänen siirtymistä ja kemiallisia reaktioita materiaalien välillä.



(KUVA 13. Plaanon valu, Weber 2023)

### 3.2.2 Plaanolattian hyödyt ja haitat

Plaanolattian hyötynä on notkeus, jonka ansiosta massa tasoittuu lähes itseksensä. Näin jälkitöitä ei pitäisi joutua tekemään. Plaanon vesisementtisuhde on suurempi (noin 21 % kuivapainosta) kuin maakostean betonin. Tästä huolimatta se ei kuitenkaan merkittävästi kastele alle jäävää rakennetta. Tämä, kun alle jäävä ontelolaatta on kuiva. Mikäli plaano tehdään kostean alustan päälle, kuitenkin alle Rh 90 %, niin pidentää hieman kuivumisaikaan. Plaano on kävelykuiva noin 1–3 tunnin jälkeen valusta, riippuen valun paksuudesta. Valmistajan tuotekortin mukaan pinnoituskuiva se on 1–3 vuorokauden kuluttua valusta, valuvahvuuden ollessa maksimissaan 30 mm. (Weber 120 remo Saneeraus Plaano - tuotekortti, 1–2) Vaikka kuivuminen kestäisi parikin viikkoa, niin kuivumisaika on pienempi kuin maakostealla betonilla. Opinnäytetyön kohteen maakostealle betonilattialle varattiin aikataulussa kuivumisajaksi 5 viikkoa. Mittatarkkuus ja kutistuma on suunnitteen samaa luokkaa kuin maakostealla betonilla (0,3–0,4 %). Ero maakostean hyödyksi tulee märkätilan kaadoissa, jos maakostealla betonilla ne tehdään jo valun aikana, niin plaanolattiassa tulee ennen laatoitusta tehdä kaatokorjaukset tai valita märkätiloihin lattiamateriaaliksi maakostea betonilattia.

Plaano, jossa lattialämmitystä ei ole, voidaan hyvin haluttaessa valaa ennen väliseinä ja tasoitetoita. Näin seinia ei tarvitse suojata ja seinät voidaan propata suorille lattioille, pelkäämättä lämpöputkien rikkoutuvan. Aikataulullisesti on kuitenkin järkevää väliseinät tehdä ennen valua ja heti plaanovalun jälkeen tasoitetyöt. Tasoitetoiden tuoma kosteus ei merkittävästi vaikuta plaanon kuivumisaikaan pinnoituskuivaksi. Yksi merkittävä etu onkin kosteusmittausten määrässä, sillä plaanovalua käytettäessä tulee ottaa näytteet pohjasta ennen valua, sekä plaanosta, kun haetaan pinnoituskuivuutta. Maakostea betonია käytettäessä tulee näiden lisäksi mitata myös eristeen alta kuiva tulos, ennen lattioiden pinnoitusta.

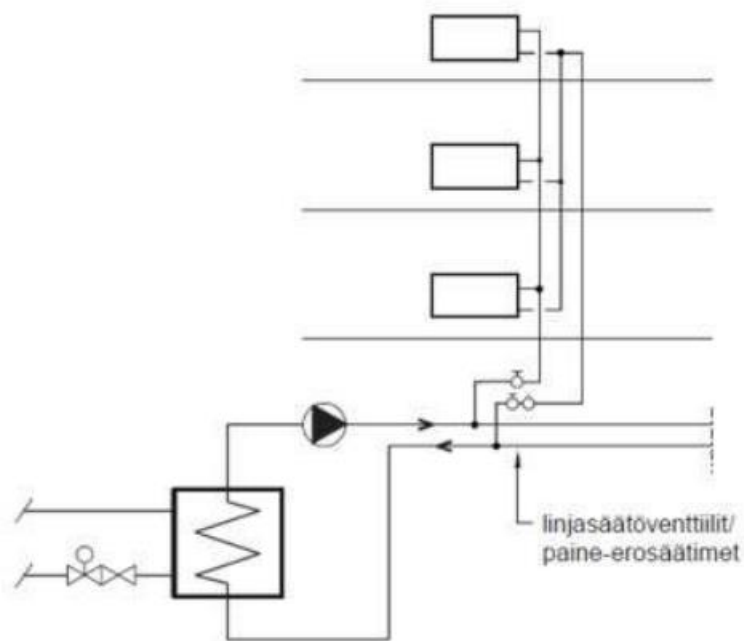
### 3.2.3 Vesikiertoinen patterijärjestelmä

Patteriverkosto suunnitellaan kohdekohtaisesti ja mitoitetaan lämmitettävien tilojen kokoon. Samoin lämmitysjärjestelmällä on vaikutusta verkoston mitoitukseen. Patteriverkoston etuna on se, että se voidaan kytkeä toimintaan kerros kerrokselta. Näin rakennukseen saadaan mahdollisimman nopeasti lämmitysverkosto käyttöön rakennusvaiheen lämmitykseen ja siten säästetään rakennusaikaisissa lämmityskuluissa.

Patteriverkoston nousulinjat tehdään patterilinjoittain ylöspäin. Levypatterit, eli radiaattorit, mitoitetaan tilaan sopivaksi ja ne sijoitellaan ulkoseinille ikkuna-aukkojen alapuolelle. (Pihlajamaa 2020, 12) Radiaattorit luovuttavat lämmön säteilynä, joten ikkunoiden alla ne sekoittavat ikkunoiden ja ulkoseinien hohkaamaa kylmää ilmaa. Pattereiden suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon ikkunoiden ja kylmien pinojen koko ja määrät tiloissa, sekä äänisuunnittelu. Patterit johtavat herkästi ääntä ja siten äänen kulkeutuminen tulee katkasta kumitiivistein nousulinjoissa. (Pihlajamaa 2020, 12)

Koska opinnäytetyön kohteesta ei ole patteriverkostosuunnitelmia, niin alla kuvassa 14 on esitetty esimerkki kaksiputkijärjestelmällä toteutetusta patterilinjasta, jossa nousu kiertää pattereiden lävitse ja palaa lämmönsiirtimelle.





(KUVA 14. Kaksiputkijärjestelmässä toteutettu patteriverkosto, Pihlajamaa 2020, 15)

## 4 LASKELMAT

### 4.1 Maakostean lattialämpö kohteen hinnoittelu

Kohteen lattiarakenne toteutettiin kahdessa vaiheessa, ensin lämpölattiaurakoitsija asensi eristeet, erotuskaistat, sekä lattialämmitysputket. Tämän jälkeen maakostean asensi toinen urakoitsija. Ennen lattialämmityksen asennusta tuli LVV urakoitsijan rakentaa nousulinjat ja asentaa jakotukkikaapit huoneistoihin, sähköurakoitsijan kaapeloida lattiatermostaatit, sekä pääurakoitsijan putsata ja tasoittaa ontelolaatat, sekä asentaa märkätiloihin raudoitusverkko lattialämpöputkiston kiinnitystä varten.

LVV urakoitsijan kustannus lämmitysverkoston runkolinjojen rakentamisesta kohteessa oli 82.500,00 €, jakotukit asennettuna oli 48.279,50 €, sekä sähköurakoitsijan kustannus lattialämmityksen termostaateista asennettuna oli 26.516,18 €.

Lattian esivalmistelelevinä töinä on laskelmassa huomioitu imurointi 4 h/kerros hintaan 30 €/h, sekä lattian tasaus ja raudoitusverkkojen asennus 8 h/kerros hintaan 30 €/h. Materiaalikustannuksiin on laskelmaan laskettu tasaushiekan ja raudoitteiden kustannukset.

Lattialämmitysurakoitsijan hinta eristeelle ja erotuskaistalle asennettuna oli 12,50 €/m<sup>2</sup> ja lämmitysputket asennettuna oli 13,60 €/m<sup>2</sup>. Laskelmaan on huomioitu myös VSS yläpuoliset lattianeliöt lattialämmitysputkien osalta.

Maakosteaurakoitsijan hinta kuituvahvennetulle betonille oli 20 €/m<sup>2</sup> kuiviin tiloihin ja kaatolattioissa kustannus oli 36,40 €/m<sup>2</sup>. Urakoitsija vastasi mahdollisista märkätilojen kaatokorjauksista, mikäli lopullinen kaato ei olisi ollut riittävä. Siten tästä ei tullut lisäkustannuksia.

Maakostean betonilattian jälkihoitona tuli kerroksen valun jälkeen asentaa muovit ja poistaa ne noin viikon jälkeen. Tähän on laskelmassa huomioituna 4 h + 2 h hintaan 30 €/h. Erotuskaistan leikkaus lattian tasoon vei 2,5 h/kerros. Lisäksi tuli huomioida, että kosteusmittauskertoja on yksi enemmän kuin perinteisessä

planovalussa. Lämpölattiarakenteen eristetilasta tulee mitata kosteus ennen pinnoitusta.

Välillisinä kustannuksina tästä lattiarakenteesta on laskelmalla huomioitu kevyiden väliseinien alaosaan lisättävä peltilevy jalkalistan kiinnitystä varten. Tähän hinnoiteltu materiaali oli 4 €/jm ja työmenekki kohteen väliseinäurakoitsijan mukaan oli 15 min/huoneisto. Myös kohteen omaa lattialämmitysjärjestelmää ei voitu ottaa rakennusaikana käyttöön. Tämän takia laskelmaan on huomioitu kohteen vesikiertolämmitykseen liitettyjen lämpötermoonien vuokra- ja asennuskustannukset. Itse lämmityskustannukset on arvioitu kumpaankin laskelmaan, sillä ne olisivat toteutuneet lattiarakenteesta riippumatta. Kohteen kaukolämpöliittymä saatiin voimaan vasta tammikuussa 2023. Kaasulämmittimiä ja kaasun kustannusta ei ole laskelmissa huomioitu, sillä olisi kummassakin rakenteessa runkovaiheessa käytössä.

Aikataulun osalta laskelmaan on huomioituna maakostean betonilattiarakenteen kuivumisaika-arviona 4 viikkoa verraten plaanon kuivumisaika-arvioon 2 viikkoa. Oletuksena on optimaaliset olosuhteet pinnoituskuivuuden saavuttamiseksi. Näin laskettuna maakostean betonilattian laskelmaan on huomioitu 2 viikkoa pidempi työmaa-aika. Laskelmaan on arvioitu työmaan ylläpitokustannukset, jotka syntyvät työmaan pidemmästä ajasta. Ylläpitokustannuksiin on tässä laskelmassa huomioitu litterat 8000 ja 9000. Laskelma on sivulla 20 (Kuva 15.) sekä opinnäytetyön liitteenä 1.

| Lämpölattia maakostealla betonilla                      | Määrä |       | Hinta ála |       | Kerroin     |     | Rivi yhteensä       |
|---|-------|-------|-----------|-------|-------------|-----|---------------------|
| <b>Valmistelevat työt</b>                               |       |       |           |       |             |     |                     |
| Peltilevy väliseiniin - työ, jalkalistoja varten        | 23,75 | h     | 30,00     | €/h   |             |     | 712,50 €            |
| Peltilevy väliseiniin - materiaali, jalkalistoja varten | 6265  | jm    | 4,00      | €/jm  |             |     | 25 060,00 €         |
| Valmistelevat työt, Imurointi                           | 4     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 1 200,00 €          |
| Valmistelevat työt, Tasaus ja verkot                    | 8     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 2 400,00 €          |
| Tasaushiekka  | 3     | kpl   | 11,53     | €/kpl | 95          | as  | 3 286,05 €          |
| Rauditusverkot  | 6     | kpl   | 5,90      | €/kpl | 95          | as  | 3 363,00 €          |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
| <b>Lämpölattia</b>                                      |       |       |           |       |             |     |                     |
| LVV urakoitsija, lämmityksen nousulinjat                | 1     | erä   | 82500,00  | €/erä |             |     | 82 500,00 €         |
| Väliseinäurak., Jakotukkikaapit asennus ja jälkilevytyt | 0,4   | h/kpl | 41,00     | €/h   | 123         | kpl | 2 017,20 €          |
| LVV urakoitsija, Jakotukkikaapit                        | 123   | kpl   | 174,50    | €/kpl |             |     | 21 463,50 €         |
| LVV urakoitsija, Jakotukkien asennus                    | 0,2   | h/kpl | 50,00     | €/h   | 123         | kpl | 1 230,00 €          |
| Jakotukit   | 1     | erä   | 47049,50  | €/erä |             |     | 47 049,50 €         |
| Sähköurakoitsija, termostaatit kaapelointi ja asennus   | 95    | as    | 220,00    | €/as  |             |     | 20 900,00 €         |
| Termostaatit  | 123   | kpl   | 45,66     | €/kpl |             |     | 5 616,18 €          |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
| Lämpölattia urakoitsija; Lattiaeriste, erotuskaista     | 2361  | m2    | 12,00     | €/m2  |             |     | 28 332,00 €         |
| Lämpölattia urakoitsija; Lämmitysputkitus               | 2881  | m2    | 13,60     | €/m2  |             |     | 39 181,60 €         |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
| <b>Pintalattiavalu</b>                                  |       |       |           |       |             |     |                     |
| Maakostea valu, kuivat tilat                            | 2361  | m2    | 20,00     | €/m2  |             |     | 47 220,00 €         |
| Maakostea valu, märkätilat                              | 432   | m2    | 36,40     | €/m2  |             |     | 15 724,80 €         |
| Muovitus ja muovien poisto                              | 8     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 2 400,00 €          |
| Erotuskaistan leikkaus                                  | 2,5   | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 750,00 €            |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
| <b>Rakennusaikainen lämmitys</b>                        |       |       |           |       |             |     |                     |
| Termoonit vuokrat 1.11.2022 - 31.4.2023                 | 182   | pv    | 1,83      | €/pv  | 14          | kpl | 4 662,84 €          |
| Termoonien asennus, letkuvuokrat 6kk ja purku           | 1     | erä   | 4409,28   | €     |             |     | 4 409,28 €          |
| Öljylämmityskontti 1.11.2022 - 25.1.2023                | 3     | kk    | 1650,00   | €/kk  |             |     | 4 950,00 €          |
| Väliaikainen lämmönsiirrin 25.1.- 31.4.2023             | 4     | kk    | 399,90    | €/kk  |             |     | 1 599,60 €          |
| Öljy 1.11.2022 - 25.1.2023 (20334 L)                    | 1     | erä   | 44131,53  | €     |             |     | 44 131,53 €         |
| Kaukolämpö 25.1.-31.4.2023                              | 1     | erä   | 17815,93  | €     |             |     | 17 815,93 €         |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
| <b>Muut huomioitavat kustannukset</b>                   |       |       |           |       |             |     |                     |
| Kosteusmittaukset, eristeen alta                        | 1     | kerta | 200,00    | €     | 10          | krs | 2 000,00 €          |
| Kuivumisaika, työmaan yleiskulut (8000+ 9000)           | 2     | vk    | 6015,77   | €/vk  |             |     | 12 031,54 €         |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
|   |       |       |           |       | <b>Yht.</b> |     | <b>442 007,05 €</b> |

(KUVA 15. Lämpölattiarakenteen kustannuslaskelma, esitetyt hinnat ovat alv 0%. Anna Lakanen, 2023)

## 4.2 Plaano pintalattian hinnoittelu patteriverkostolla

Tätä lattiarakennetta hinnoiteltaessa tulee huomioida lattian esivalmistelut, tukeytyöt ja primerointi. Tämä on arviona 1 miehen 2 päivän työ, laskelmaan hinnoiteltuna 16 h/kerros hintaan 30 €/h.

Urakoitsijan opinnäytetyötä varten antaman tarjouksen mukaan 20 mm plaanovalun hinta olisi 11,50 €/m<sup>2</sup>.

Kohteena olleen työmaan LVV-urakoitsijan antaman arvion mukaan kohteen lämmitysura toteutettuna patteriverkostona olisi ollut 115.000,00 euroa. Laskelmaan ei ole huomioitu lämmitysjärjestelmää, joka oletetaan olevan kummassakin lämpöverkossa sama. Mikäli opinnäytetyön pohjana käytetty kohde olisi toteutettu patteriverkostolla, niin todennäköisesti märkätiloihin olisi lisätty sähköinen mukavuuslattialämmitys. Tämä vuoksi kustannus on huomioitu laskelmaan. Kustannus mukavuuslattialämmitykselle olisi sähköurakoitsijan mukaan ollut 360 €/asunto.

Laskelmaan on huomioituna lämmityksen osalta arvio, jos väliaikainen lämmönsiirrin olisi kerros kerrokselta kytketty patteriverkoston rakennusaikaiseksi lämmitykseksi. Laskelmassa on hyödynnetty kohteen todellisia kaukolämmön ja öljylämmityksen laskuja, sekä vuokratuloja öljylämmitys kontin ja kaukolämmön siirtimestä.

Tämän lisäksi plaanon laskelmaan on arvioitu aika, joka märkätilojen kaatokorjauksiin voisi mennä. Laskelmaan päädytty arvioimaan 1 h/asunto kaatokorjauksille. Tämän lattiarakenteen laskelma on sivulla 22 (Kuva 16.) sekä opinnäytetyön liitteenä 2.

| Plaano vesikiertoisella patteriverkolla     | Määrä    | Hinta ála    | Kerroin     | Rivi yhteensä       |
|---|----------|--------------|-------------|---------------------|
| <b>Valmistelevat työt</b>                   |          |              |             |                     |
| Lattian valmistelevat työt                  | 16 h/krs | 30,00 €/h    | 10 krs      | 4 800,00 €          |
| Primeri ja tukekitti                        | 1 erä    | 2000,00 €    |             | 2 000,00 €          |
| <b>Pintalattiavalu</b>                      |          |              |             |                     |
| Plaanovalu                                  | 2793 m2  | 11,50 €/m2   |             | 32 119,50 €         |
| <b>Lämpöverkosto</b>                        |          |              |             |                     |
| LVV urakka - patteriverkosto                | 1 erä    | 115000,00 €  |             | 115 000,00 €        |
| Mukavuuslattialämmitys, pesuhuoneet         | 95 as.   | 360,00 €/as  |             | 34 200,00 €         |
| <b>Rakennusaikainen lämmityskulu</b>        |          |              |             |                     |
| Öljylämmityskontti 1.11.2022 - 25.1.2023    | 3 kk     | 1650,00 €/kk |             | 4 950,00 €          |
| Väliaikainen lämmönsiirrin 25.1.- 31.4.2023 | 4 kk     | 399,90 €/kk  |             | 1 599,60 €          |
| Öljy 1.11.2022 - 25.1.2023 (20334 L)        | 1 erä    | 44131,53 €   |             | 44 131,53 €         |
| Kaukolämpö 25.1.-31.4.2023                  | 1 erä    | 17815,93 €   |             | 17 815,93 €         |
| <b>Muut huomioitavat kustannukset</b>       |          |              |             |                     |
| Kaatokorjaukset laatoituksen yhteydessä     | 1 h/as.  | 30 €/h       | 95 as.      | 2 850,00 €          |
|   |          |              | <b>Yht.</b> | <b>259 466,56 €</b> |

(KUVA 16. Plaanolattiarakenteen kustannuslaskelma, esitetyt hinnat ovat alv 0%, Anna Lakanen 2023)

### 4.3 Kustannusvertailu

Vertailemalla näiden lattiarakenteiden laskelmia, voidaan todeta lämpölattiarakenteen olevan noin 182 500,00 euroa kalliimpi. Prosentuaalisesti noin 70 % kalliimpi, kuin plaanolattia ja patteriverkosto. Kohteen kerrosalaan suhteutettuna hintaero on 41,35 €/m2. Laskelma ei ole aukoton, sillä kustannuksia on arvioitu osin urakoitsijoita haastatteleamalla ja osin työtä varten saaduista tarjouksista. Kokonaisuutena laskelma kuitenkin antaa realistisen arvion näiden lattiarakenteiden kustannuserosta ja siitä, mitä kustannuksia tulisi lämpölattia kohteen hinnoittelussa huomioida. Laskelman pohjalta voidaan myös arvioida suunnitteluvaiheessa, kumpi lattiarakenne ja lämmitysverkosto on järkevä laskettavassa kohteessa. Tuoko huoneistokohtainen lattialämmitys lisäarvoa.

Mikäli opinnäytetyön tarkastelun kohde olisi päässyt heti liittymään kaukolämpöön, niin rakennusaikaisen lämmityksen kulut olisivat olleet kummallakin laskelmalla pienemmät. Öljy on kallis lämmitysmuoto. Opinnäytetyön tarkastelussa olleessa kohteessa lämmitysjärjestelmä oli kaukolämmön ja maalämmön hybridi-järjestelmä. Mikäli lämmitysmuotona olisi ollut pelkkä kaukolämpö, niin lopullinen lämmönsiirrin olisi voitu kytkeä jo rakennusaikaiseksi lämmitykseksi. Tällöin myös väliaikaiset lämmönsiirrinvuokrat olisivat jääneet pois. Tämä ei olisi tarkasteltavien lattiarakenteiden ja lämmitysverkostojen suhteeseen vaikuttanut, mutta kummankin kustannuksiin kyllä.

Laskelman lopputulokseen vaikuttaa myös suuresti, rakennetaanko talvella vai kesällä. Mikäli tarkastellun kohteen kuivumis- ja sisätyövaihe olisi ajoittunut kesäaikaan, niin lämmityskustannukset olisi olleet huomattavasti pienemmät kummassakin lattiarakenteessa. Lisäksi tulee huomioida, että kohde, jota tarkasteltiin, ei ollut suunniteltu plaanolattiarakenteelle. Siten kustannuksia, jotka mahdollisesti syntyisivät välipohjan rakenneratkaisuista ei ole voitu huomioida.

## 5 HAASTATTELUT

### 5.1 Haastattelun tulokset

Opinnäytetyötä varten haastateltiin kolmea työnjohtajaa, jotka ovat työskennelleet pitkään rakennusalalla. Haastattelu järjestettiin yhteisessä tapaamisessa. Työnjohtajat eivät tutustuneet ennalta kysymyksiin. Esitetyt kysymykset ovat opinnäytetyön liitteenä 3.

| Haastateltava    | Tehtävän kuva | Kokemus rakennusalalta |
|------------------|---------------|------------------------|
| Haastateltava 1. | työnjohtaja   | 22 vuotta              |
| Haastateltava 2. | työnjohtaja   | 13 vuotta              |
| Haastateltava 3. | työnjohtaja   | 7 vuotta               |

Kaikki työnjohtajat olivat toteuttanut muutamia kohteita maakostealla betonilattialla, sekä plaanovalulla. Kuitenkin kävi ilmi, että työnjohtajat olivat suurimman osan työurastaan olleet mukana kohteissa, joissa välipohjat ovat olleet paikalla-valettuja teräsbetonirakenteita. Valuhovia käytettäessä, ei pintalattiaa tarvitse valaa. Sillä pinta tasataan jo valun aikana mahdollisimman tasaiseksi. Vain paikoitaisia korjauksia joudutaan jälkikäteen tekemään.

Esitettäessä kysymys, kumpaa lattiarakennetta ja lämmitysjärjestelmää he suosivat ja miksi, niin kukaan vastanneista ei valitsisi maakostea ja lattialämmitystä. Kaikki suosivat patteriverkostoa kerrostalokohteessa. Tämä tuo heidän mukaansa vähemmän työvaiheita, sekä lattialämmitys kerrostalokohteessa nähtiin turhaksi. Valuholvi välipohjarakenteena oli selkeästi suosituin. Valuholvi tulee kerralla valmiiksi runkovaiheessa ja piikkauksia tarvitaan vähemmän. Kuitenkin näistä opinnäytetyössä käsitellyistä valittuna, suurin osa valitsisi mieluummin plaano pintalattian, kuin maakostean betonin. Märkätilat koroista ja välipohjarakenteesta riippuen joko plaanolla tai maakostealla betonilla. Valuhovia suosittiin myös sen takia, että se pitää vettä paremmin ja siten runkovaiheessa kosteudenhallinta helpottuu.



Haastateltavat olivat välillisistä kustannuksista hyvin samoilla linjoilla. Suunnittelussa tehdään suurin säästö valittaessa rakenteita. Maakosteassa betonilattiassa ja lämpölattioissa tulee huomioida monia työvaiheita, kuten väliseinätöihin liittyviä ja LVV-urakkaan. Esimerkiksi työnjohtajat listasivat: väliseinissä tulee asentaa jakotukkikaapit, levytystöitä tulee jälkitöinä, sekä lämmityslinjaa tulee enemmän ja samoin eristettäviä lämpöputkia, vuodonilmaisimien asennusta, termostaattien sähköputkituksia ja asennuksia. Pohjatöihin menee myös enemmän aikaa.

Kustannuksia säästävää työvaiheiden järjestystä ei kukaan keksinyt, kuin tehokainta on tehdä tasoitetyöt ennen maakosteaa betonilattiavalua, sekä suunnittelussa voisi miettiä lattialämpökohteissa enemmän tilaa tekniikalle väliseiniin. Jokaisen mielestä suurin säästö tehdään järkevillä suunnitteluratkaisuilla.

Viimeiseen kysymykseen omasta arviosta kustannuseroista, vastattiin vaihtelevasti. Keskimäärin arveltiin maakostean betonilattian ja lattialämmityksen olevan noin 20–30 % kalliimpi.

## **5.2 Haastattelun analysointi ja tulosten yhteenveto**

Haastattelun tuloksena voidaan todeta, että vertailua olisi syytä tehdä myös valuholvin kustannuksista. Keskusteluissa tämä vaihtoehto nousi kustannustehokkaana vaihtoehtona. Valuholvi voisi säästää monta työvaihetta, ja siten rahaa. Työnjohtajilla oli hyvä käsitys kustannuseroista maakostean lämpölattian ja patterilämmitysvaihtoehdon välillä, tosin opinnäytetyön laskelmien pohjalta voidaan todeta eron olevan vieläkin suurempi. Haastatteluissa nousi esille tärkeimpinä asioina hyvän suunnittelun tärkeys, on arvioitava tarkasti mitä ollaan rakentamassa ja siten mitkä rakenneratkaisut ovat järkeviä toteuttaa. Näin rakennusvaiheen toteutus ja sen kustannukset myös pysyvät kurissa.

Kun huomioidaan laskelmien kustannukset maakosteasta lämpölattiasta, niin olisi ollut kustannustehokasta valita toisin. Aika myös näyttää rakennuksen elinkaareissa, millaisia kustannuksia rakenne aiheuttaa loppukäyttäjälle. Esimerkkinä verkoston ilmaus ja säätötoimet, mahdolliset verkoston rikkoutumiset lattiakorjausten yhteydessä.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada hinnoiteltua kaksi lattiarakennetta, maakoosta lämpölattia ja plaanolattia vesikiertoisella patteriverkostolla. Tämän osalta tavoite täyttyi. Näistä lattiarakenteista saatiin laadituksi laskelmat ja vertailu. Tulos oli ennako-odotusten mukainen, että lämpölattia on kalliimpi. Se, että ero oli näin merkittävä, oli yllätys. Opinnäytetyöprosessin tiedonkeruumenetelmät olivat onnistuneet opinnäytetyön aiheeseen. Kirjallinen materiaali ja urakoitsijoilta saadut tiedot olivat hyvin olennaisia laskelmien kannalta. Lisäksi haastattelu toi mielipiteitä ja näkökulmia aiheeseen.

Työn tuloksena voidaan todeta, että suunniteltaessa rakennusta, tulisi tarkoin harkita välipohjien rakenne- ja talotekniset ratkaisut. On oleellista tutkia ennakkoon, mikä on kustannustehokasta ja toisaalta mikä on teknisesti järkevää ja kannattavaa. Olisi myös hyvä huomioida kiinteistön tekninen elinkaari, jotta loppukäyttäjällä on kustannustehokasta huoltaa ja ylläpitää rakenteita ja talotekniikkaa. Se, mihin lattiarakenteeseen sitten päädytäänkin, tulisi tarkoin hinnoitella. Näin työmaalla olisi riittävät resurssit se toteuttaa. Lisäksi suunnittelussa tulisi mahdollisimman tarkasti ottaa huomioon seinä- ja lattiarakenteiden toteutustapa, jotta haastatteluissakin ilmi tullut talotekniikan mahtuminen väliseiniin olisi esimerkiksi otettu huomioon.

Koska laskelmien ero oli suuri, tulisi vielä tarkastella toteutuneita kohteita ja vertailla niitä keskenään. Näin saisi tilastoa toteutuneista kustannuksista. Opinnäytetyössä jouduttiin arvioimaan joitain kustannuksia, kuten patteriverkoston osuutta. Tästä ei ollut laadittuna suunnitelmia, joten putkiurakoitsija arvioi hintatason. Lisäksi varmasti löytyy vielä työvaiheita, joita tulisi ottaa hinnoittelussa huomioon. Olisi myös mielenkiintoinen arvioida valuholvin kustannusten ero näihin opinnäytetyössä käsiteltyihin lattiarakenteisiin. Olisiko se kuitenkin kustannustehokkain ratkaisu monen työvaiheen ja aliurakan kannalta.

## LÄHTEET

Eco Floor Finland Oy, Maakostea betoni - RT 103010, 2018, Rakennustieto - järjestelmä, vaatii käyttöoikeuden

Heikkinen, Maakostea betoni, 2018, Viitattu 12.4.2023, [https://www.heikkinen.fi/upload/Heikkinen\\_maakostea-betoni\\_2018.pdf](https://www.heikkinen.fi/upload/Heikkinen_maakostea-betoni_2018.pdf)

Kangas, M. 2019. Lattia tasoitemenekin optimointi ontelolaatta- ja paikallavalukohteissa. Rakennusalan tutkinto-ohjelma. Metropolia AMK. Opinnäytetyö. Viitattu 10.4.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201905139344>

Lappalainen. H-M. 2020. Nopeasti kuivuva mutta vähemmän kantava. Artikkelijulkaisu Karjalan Heili -lehti 19.8.2020. Viitattu 9.4.2023. <https://www.heili.fi/uutiset/item/7694-nopeasti-kuivuva-mutta-vahemman-kantava>

Mangrove Oy, 2022. Kohdetyömaan kosteusmittaus suunnitelma, viitattu 14.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden

Mangrove Oy, 2023. Kohdetyömaan urakkaneuvottelumuistio, viitattu pvm.10.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden

Mangrove Oy, 2022. Kohdetyömaan rakennesuunnitelmat, Sokopro, viitattu 13.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden

Nero Lattialämmitys Tekninen ohje. 21.12.2022. Viitattu 13.4.2023. <https://www.neroll.fi/wp-content/uploads/2022/08/Tekninen-ohje-18.8-2.pdf>

Pihlajamaa, J. 2020. Lämmönjakojärjestelmät kerrostalotuotannossa, lattia- ja patterilämmitys. Metropolia AMK. Opinnäytetyö. Viitattu 10.4.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202004215540>

Weber Tasoitelattiat-Suunnitteluohje, 25.10.2018, Viitattu 20.4.2023, <https://www.fi.weber/files/fi/2022-09/8-21-Weber-Tasoitelattiat-Suunnitteluohje.pdf>

Weber Työmaaohjeet-Weberin-lattiatasotteille, 10.4.2022, Viitattu 19.4.2023, [https://www.fi.weber/files/fi/2022-04/Tyomaahjeet-Weberin-lattiatasotteille\\_0.pdf](https://www.fi.weber/files/fi/2022-04/Tyomaahjeet-Weberin-lattiatasotteille_0.pdf)

Weber 120 reno saneerausplaano – tuotekortti, 24.11.2022, Viitattu 19.4.2023, <https://www.fi.weber/files/fi/2022-11/weber-120-reno-Saneeraus-Plaano-Tuotekortti-FI.pdf>

## LIITTEET

## Liite 1. Lämpölattia maakostealla betonilla, laskelma

| Lämpölattia maakostealla betonilla                      | Määrä |       | Hinta äla |       | Ker-roin    |     | Rivi yh-teensä      |
|---|-------|-------|-----------|-------|-------------|-----|---------------------|
| <b>Valmistelevat työt</b>                               |       |       |           |       |             |     |                     |
| Peltilevy väliseiniin - työ, jalkalistoja varten        | 23,75 | h     | 30,00     | €/h   |             |     | 712,50 €            |
| Peltilevy väliseiniin - materiaali, jalkalistoja varten | 6265  | jm    | 4,00      | €/jm  |             |     | 25 060,00 €         |
| Valmistelevat työt, Imurointi                           | 4     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 1 200,00 €          |
| Valmistelevat työt, Tasaus ja verkot                    | 8     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 2 400,00 €          |
| Tasaushiekka  | 3     | kpl   | 11,53     | €/kpl | 95          | as  | 3 286,05 €          |
| Rauditusverkot  | 6     | kpl   | 5,90      | €/kpl | 95          | as  | 3 363,00 €          |
| <b>Lämpölattia</b>                                      |       |       |           |       |             |     |                     |
| LVV urakoitsija, lämmityksen nousilinjat                | 1     | erä   | 82500,00  | €/erä |             |     | 82 500,00 €         |
| Väliseinäurak., Jakotukkikaapit asennus ja jälkilevytys | 0,4   | h/kpl | 41,00     | €/h   | 123         | kpl | 2 017,20 €          |
| LVV urakoitsija, Jakotukkikaapit                        | 123   | kpl   | 174,50    | €/kpl |             |     | 21 463,50 €         |
| LVV urakoitsija, Jakotukkien asennus                    | 0,2   | h/kpl | 50,00     | €/h   | 123         | kpl | 1 230,00 €          |
| Jakotukit   | 1     | erä   | 47049,50  | €/erä |             |     | 47 049,50 €         |
| Sähköurakoitsija, termostaatit kaapelointi ja asennus   | 95    | as    | 220,00    | €/as  |             |     | 20 900,00 €         |
| Termostaatit  | 123   | kpl   | 45,66     | €/kpl |             |     | 5 616,18 €          |
| Lämpölattia urakoitsija; Lattiaeriste, erotuskaista     | 2361  | m2    | 12,00     | €/m2  |             |     | 28 332,00 €         |
| Lämpölattia urakoitsija; Lämmityspotitus                | 2881  | m2    | 13,60     | €/m2  |             |     | 39 181,60 €         |
| <b>Pintalattiavalu</b>                                  |       |       |           |       |             |     |                     |
| Maakostea valu, kuivat tilat                            | 2361  | m2    | 20,00     | €/m2  |             |     | 47 220,00 €         |
| Maakostea valu, märkätilat                              | 432   | m2    | 36,40     | €/m2  |             |     | 15 724,80 €         |
| Muovitus ja muovien poisto                              | 8     | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 2 400,00 €          |
| Erotuskaistan leikkaus                                  | 2,5   | h/krs | 30,00     | €/h   | 10          | krs | 750,00 €            |
| <b>Rakennusaikainen lämmitys</b>                        |       |       |           |       |             |     |                     |
| Termoonit vuokrat 1.11.2022 - 31.4.2023                 | 182   | pv    | 1,83      | €/pv  | 14          | kpl | 4 662,84 €          |
| Termoonien asennus, letkuvuokrat 6kk ja purku           | 1     | erä   | 4409,28   | €     |             |     | 4 409,28 €          |
| Öljylämmityskontti 1.11.2022 - 25.1.2023                | 3     | kk    | 1650,00   | €/kk  |             |     | 4 950,00 €          |
| Väliaikainen lämmönsiirrin 25.1.- 31.4.2023             | 4     | kk    | 399,90    | €/kk  |             |     | 1 599,60 €          |
| Öljy 1.11.2022 - 25.1.2023 (20334 L)                    | 1     | erä   | 44131,53  | €     |             |     | 44 131,53 €         |
| Kaukolämpö 25.1.-31.4.2023                              | 1     | erä   | 17815,93  | €     |             |     | 17 815,93 €         |
| <b>Muut huomioitavat kustannukset</b>                   |       |       |           |       |             |     |                     |
| Kosteusmittaukset, eristeen alta                        | 1     | kerta | 200,00    | €     | 10          | krs | 2 000,00 €          |
| Kuivumisaika, työmaan yleiskulut (8000+ 9000)           | 2     | vk    | 6015,77   | €/vk  |             |     | 12 031,54 €         |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
|   |       |       |           |       |             |     |                     |
|   |       |       |           |       | <b>Yht.</b> |     | <b>442 007,05 €</b> |

## Liite 2. Plaano vesikiertoisella patteriverkolla, laskelma

| Plaano vesikiertoisella patteriverkolla     | Määrä |       | Hinta ála |      | Kerroin     |     | Rivi yh-<br>teensä  |
|---|-------|-------|-----------|------|-------------|-----|---------------------|
| <b>Valmistelevat työt</b>                   |       |       |           |      |             |     |                     |
| Lattian valmistelevat työt                  | 16    | h/krs | 30,00     | €/h  | 10          | krs | 4 800,00 €          |
| Primeri ja tukekitti                        | 1     | erä   | 2000,00   | €    |             |     | 2 000,00 €          |
| <b>Pintalattiavalu</b>                      |       |       |           |      |             |     |                     |
| Plaanovalu                                  | 2793  | m2    | 11,50     | €/m2 |             |     | 32 119,50 €         |
| <b>Lämpöverkosto</b>                        |       |       |           |      |             |     |                     |
| LVV urakka - patteriverkosto                | 1     | erä   | 115000,00 | €    |             |     | 115 000,00 €        |
| Mukavuuslattialämmitys, pesuhuoneet         | 95    | as.   | 360,00    | €/as |             |     | 34 200,00 €         |
| <b>Rakennusaikainen lämmityskulu</b>        |       |       |           |      |             |     |                     |
| Öljylämmityskontti 1.11.2022 - 25.1.2023    | 3     | kk    | 1650,00   | €/kk |             |     | 4 950,00 €          |
| Väliaikainen lämmönsiirrin 25.1.- 31.4.2023 | 4     | kk    | 399,90    | €/kk |             |     | 1 599,60 €          |
| Öljy 1.11.2022 - 25.1.2023 (20334 L)        | 1     | erä   | 44131,53  | €    |             |     | 44 131,53 €         |
| Kaukolämpö 25.1.-31.4.2023                  | 1     | erä   | 17815,93  | €    |             |     | 17 815,93 €         |
| <b>Muut huomioitavat kustannukset</b>       |       |       |           |      |             |     |                     |
| Kaatokorjaukset laatoituksen yhteydessä     | 1     | h/as. | 30        | €/h  | 95          | as. | 2 850,00 €          |
|   |       |       |           |      |             |     |                     |
|   |       |       |           |      | <b>Yht.</b> |     | <b>259 466,56 €</b> |

### Liite 3. Työnjohtajille esitetyt haastattelukysymykset

- Mikä on tehtäväkuvasi työmaalla?
- Kuinka kauan olet työskennellyt rakennusalalla?
- Onko plaanolattia ja maakostea betonilattia tuttuja edellisistä kohteistasi?
- Kumpaa lattiarakennetta suosisit kerrostalokohteissa pintalattiana ja lämmitysjärjestelmänä? Miksi?
- Mitä välillisiä kustannuksia mielestäsi tulee ottaa huomioon näitä lattiarakenteita budjetoitaessa?
- Onko jotain kustannuksia, joita voisi välttää hyvällä suunnittelulla tai työjärjestyksiä miettimällä?
- Mikä on oma arviosi näiden kahden lattiarakenteen kustannuserosta?