



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juha Laurén

Märkätiloissa käytettävien kevyiden väliseinärakenteiden vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

13.3.2020

Tekijä Otsikko	Juha Laurén Märkätiloissa käytettävien kevyiden väliseinärakenteiden vertailu
Sivumäärä Aika	85 sivua + 11 liitettä 13.3.2020
Tutkinto	Mestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Rakennuspäällikkö Marko Haapalainen Vanhempi työnjohtaja Timo Riikonen Lehtori Kimmo Sani
<p>Opinnäytetyön tilaajana toimii Skanska Talonrakennus Oy. Tässä opinnäytetyössä vertailaan kolmea tapaa toteuttaa kevyet väliseinät märkätiloissa. Tutkimuksessa selvitettiin, millaisia vaikutuksia väliseinän valinnalla on kohteen kustannuksiin, aikatauluun sekä laadullisiin tekijöihin.</p> <p>Tutkimuksessa tarkasteltiin märkätilojen seinärakenteiden toteuttamiseen kuuluvia työtehtäviä sekä niissä käytettäviä materiaaleja. Lisäksi huomioidaan mahdolliset lisätyöt, joita vertailussa oleviin seinärakenteisiin kuuluu. Opinnäytetyössä tarkastellaan sisävaiheeseen kuuluvien työvaiheiden toteutusjärjestystä ennen opinnäytetyön rajauksena olevaa vedeneristys- ja laatoitustyötä.</p> <p>Aihetta lähestytään kirjallisuuden, verkkosivujen sekä haastatteluiden kautta. Lisäksi hyödynnetään omakohtaista kokemusta vertailtavina olevien väliseinäratkaisuiden toteuttamisesta. Laadunvertailussa tarkastellaan eri rakenteiden ominaisuuksia sekä mittatarkkuutta. Tutkimuksen vertailussa selvisi, että levyrakenteisilla seinillä saavutetaan mittatarkimmat seinät ilman lisätöitä.</p> <p>Aikatauluvertailuun käytettävät tiedot on haettu Rakennustöiden menekit 2015 julkaisusta sekä osassa hyödynnetään haastatteluiden kautta saatuja tietoja työvaiheiden toteutuneista kestoista. Tutkimuksen aikana selvisi, että levyrakenteisena toteutettu märkätila on nopein tapa toteuttaa märkätila, kun huomioidaan siihen käytetyt työvuorot.</p> <p>Kirjallisessa työssä esiteltävissä kustannuslaskelmissa materiaalien on otettu rautakauppojen verkkosivuilta löytyvistä kuluttajille suunnatuista hinnoista. Työn osuuden arvioinnissa käytetään Rakennusliiton julkaisemaa Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020 sekä verkkosivuilta löytyviä tietoja esimerkiksi timanttiporaus ja- sahaukseen erikoistuneen yrityksen hinnastosta. Materiaalien hinnat ilmoitetaan arvonlisäverottomana (ALV 0%) ja työkustannuksien laskennassa ei ole otettu huomioon sosiaalikuluja ja yrityksen katta. Tilaajalle toimitettavassa kustannuslaskelmassa on käytetty tarjouksista ja vuosisopimuksista löytyviä yksikköhintoja. Vertailun perusteella levyrakenteinen märkätila tulee kustannustehokkaimmaksi vaihtoehdoksi.</p>	
Avainsanat	märkätila, kevyet väliseinät, kustannus, aikataulu, laatu

Author Title	Juha Laurén Comparison of Lightweight Partition Structures Used in Wet Rooms
Number of Pages Date	85 pages + 11 appendices 13 March 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Degree Programme in Construction Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Marko Haapalainen, Construction Manager Timo Riikonen, Senior Foreman Kimmo Sani, Lecturer
<p>The customer of this thesis is Skanska Talonrakennus Oy. This thesis compares three ways to implement lightweight partitions in wet rooms. The study examines the impact of the choice of partition on cost, schedule, and quality factors.</p> <p>The study examines the tasks and materials used in the implementation of wall structures for wet rooms. In addition, any additional work that is included in the compared wall structures is considered. The thesis examines the order of implementation of the internal phases prior to the waterproofing and tiling of the thesis.</p> <p>The topic is approached through literature, websites and interviews. In addition, personal experience of comparable partition solutions is utilized. The quality comparison examines the properties of the various structures and their accuracy. Comparison of the study showed that plate-shaped walls achieve the most accurate walls without additional work.</p> <p>Information used for scheduling comparisons has been obtained from the Rakennustöiden menakit 2015 publication and from some of them utilize the information obtained from interviews on the actual duration of the work phases. During the study, it was found that a wet structure in the form of a board structure is the fastest way to implement a wet space, considering the shifts used for building it.</p> <p>In the cost calculations presented in the thesis, the material costs have been taken from the consumer prices found on the website of the hardware stores. The proportion of the work is estimated using the Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020 published by the Finnish Construction Association and information available on the web site, for example, in the Price List of a Diamond Drilling and Sawing Company. Material prices are exclusive of VAT (0% VAT) and labor costs do not include social costs and company margins. The cost calculation provided for the customer is based on the unit prices found in the offers and annual contracts. By comparison, a plate-based wet space becomes the most cost-effective.</p>	
Keywords	wet room, lightweight partitions, cost, schedule, quality

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoite	1
1.2	Tilaaaja yrityksen ja esimerkkikohteen esittely	1
1.3	Tutkimusmenetelmien kuvaus	2
1.3.1	Kirjallisuus ja verkkosivut	2
1.3.2	Haastattelut	4
2	Hypoteesi	5
3	Märkätilan historia, yleiset määritelmät ja viranomaismääräykset	6
3.1	Märkätilan historia kerrostalotuotannossa	6
3.1.1	1900-luvun alkupuoli	6
3.1.2	1950-luku	7
3.1.3	1970-luku	7
3.2	Märkätilan määritelmä ja ohjeistuksia	8
3.3	Märkätiloille asetetut viranomaismääräykset ennen ja nyt	14
3.3.1	Määräyksien historiaa	16
3.3.2	Nykyisin voimassa oleva asetus	16
3.4	Nykyisin märkätiloissa käytettäviä vaihtoehtoisia materiaaleja	18
3.4.1	Levyrakenteiset	18
3.4.2	Kivirakenteiset	19
4	Lähtötilanne ja alustavat toimenpiteet	21
4.1	Case Kuusikkotie	21
4.2	Lähtötilanteen kuvaus esimerkkikohteessa	23
4.3	Työturvallisuus	29
4.3.1	TTS	30
4.3.2	Tutkimuksessa esiteltävien työvaiheiden erityisvaarat	30
5	Tutkimuksessa vertailtavat kevyet väliseinärakenteet	32
5.1	Kahiseinä	32

5.1.1	Työvaiheen sisällön kuvaus	32
5.1.2	Laatuvaatimukset	39
5.1.3	Potentiaalisia ongelmia kahirakenteessa	42
5.2	Kipsilevyseinä	43
5.2.1	Työvaiheen sisällön kuvaus	44
5.2.2	Laatuvaatimukset	48
5.2.3	Potentiaalisia ongelmia levyrakenteessa	49
5.3	Kahi/kipsilevy-yhdistelmä	50
5.3.1	Työvaiheen sisällön kuvaus	50
5.3.2	Laatuvaatimukset	53
5.3.3	Potentiaalisia ongelmia yhdistelmärakenteessa	53
6	Aikataulu, laatu ja kustannusvertailu julkisien tietojen perusteella	54
6.1	Työvaiheiden toteuttamisen aikataulujen vertailu	54
6.2	Eri menetelmillä toteuttamiseen käytettyjen työvuorojen vertailu	55
6.3	Lisätöiden osuuden selvittäminen	56
6.4	Muut levyväliseinät ja alakatot sekä sähkötyöt	57
6.5	Eri vaihtoehtojen sisältämien tehtävien prosentuaalinen vertailu	58
6.5.1	Vaihtoehto 1. Kivirakenteinen seinä	59
6.5.2	Vaihtoehto 2. Levyrakenteinen seinä	60
6.5.3	Vaihtoehto 3. Yhdistelmäseinä	61
6.5.4	Vaihtoehtojen prosentuaalisen toteutuksen yhteenveto	62
6.6	Työvaiheiden kokonaiskeston vertailu	62
6.7	Käytettävien seinärakenteiden laatuvertailu	64
6.7.1	Valmiin seinän mittatarkkuus	64
6.7.2	Seinärakenteen korjattavuus	65
6.7.3	Ääni- ja paloteknisten ominaisuuksien vertailu	66
6.8	Työvaiheiden kustannuslaskelmat	66
6.8.1	Kahiseinän kustannusten jakautuminen	67
6.8.2	Kipsilevyseinän kustannusten jakautuminen	69
6.8.3	Kahi/kipsilevy-yhdistelmä seinän kustannusten jakautuminen	70
6.8.4	Kustannusvertailujen yhteenveto	71
7	Oma pohdinta ja kehitysideat	75
8	Yhteenveto	79
	Lähteet	83

Liitteet

Liite 1. Teräsrunkoisten kipsilevyseinien asennusohje

Liite 2. Kahi väliseinäponti suunnittelu- ja työohje

Liite 3. Aikataulujen suunnittelussa käytetyt laskelmat

Liite 4. Vertailtavien menetelmien kustannuslaskelmat

Liite 5. Aikataulu: Vaihtoehto 1. Kahiseinä

Liite 6. Aikataulu: Vaihtoehto 2. Levyseinä

Liite 7. Aikataulu: Vaihtoehto 3. Yhdistelmäseinä

Liite 8. Rakennetyyppi: Kahi-harkkoseinä, 85 mm. Ohutsaumamuuraus

Liite 9. Rakennetyyppi: Teräsrunkoseinä, ei kantava, 105 mm. Märkätilaseinä

Liite 10. Rakennetyyppi: Teräsrunkoseinä, ei kantava, 91 mm

Liite 11. Tilaajalle toimitettu kustannuslaskelma Excel-tiedosto (luottamuksellinen)

Lyhenteet ja käsitteet

ANONYYMITEETTI	Sananvapauslaki 16 § "Yleisön saataville toimitetun viestin laatijalla sekä julkaisijalla ja ohjelmatoiminnan harjoittajalla on oikeus olla ilmaisematta, kuka on antanut viestin sisältämät tiedot. Julkaisijalla ja ohjelmatoiminnan harjoittajalla on lisäksi oikeus olla ilmaisematta viestin laatijan henkilöllisyyttä."
ATT	Asumistuotantotoimisto
CE	Merkintä, jolla varmistetaan, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset.
ETA	Euroopan talousalue
HASO	Helsingin Asumisoikeus Oy on Helsingin kaupungin omistama asumisoikeusyhtiö, joka tarjoaa kohtuuhintaisia ja laadukkaita asuntoja pääkaupungissa.
IV	Ilmanvaihto
KAHI	Tässä opinnäytetyössä kahi tarkoittaa Kahi Väliseinäpöntti 300x85x198. Tuote on ohutsaumamuurattava harkko, joka on suunniteltu kantamattomiin seiniin.
KERMI	Vettä läpipäästämätön materiaali, jota käytetään eristysratkoiuksiin.
LETKA	Tässä työssä yhdelle alustalle kerätty 40 kpl kahiharkkoja sisältävä lava.
LISÄTYÖ	Urakkaan kuulumattomia töitä, jotka eivät ole YSE 1998 mukaisia.

LTO-KONE	Lämmöntalteenottotekniikkaa hyödyntävät IV-koneet
LVIS	Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja sähkö
LVV	Lämmitys, vesi ja viemärointi
MESTA	Tutkimuksessa mesta tarkoittaa työskentelypisteenä olevaa tilaa, joka on varattu työtehtävien toteuttamiseen.
ML 5	Weber Vetonit Muurauslaasti M100/600. Muurauksessa käytettävä laasti.
MT	Weber Vetonit MT on märkätilatasoite
NOLLATASOITUS	Nollatasoituksella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kivirakenteisen seinän pinnan tasoitusta 1-3 mm vahvuisella kerroksella märkätilatasoitetta seinäpinnoille kauttaaltaan.
OL 15	Kahi muurauksessa käytettävä Weber Vetonitin ohutsaumalaasti.
PRIMEROINTI	Primeroinnilla on tarkoitus saada riittävä tartunta kahden pinnan välille.
RATU	Rakennustuotannon ammattilaisille tarkoitettu tietopankki, joka sisältää hyvän rakentamistavan mukaiset tutkimustietoihin perustuvat työmenetelmäkuvaukset, työmenekkitiedot, laadunvarmistuksen menettelyt ja rakennustöiden turvallisuusohjeet.
RIL	Suomen Rakennusinsinöörienliitto, joka tekee ohjeita rakentamisen suunnitteluun ja toteutukseen.
ROILOUS	Kivirakenteiseen seinään jälkikäteen tehtäviä väyliä ja aukkoja. Esimerkiksi sähköputkia ja -rasioita varten.

RST	Ruostumaton teräs.
RT-KORTTI	Kortistomuotoinen tietokokoelma, joka sisältää tietoa ja ohjeita mm. rakenteista, tilasuunnittelusta, rakennusalan sopimuksista ja tehtävänjaosta. Myös rakennusalan säädökset ja vertaileva tieto erilaisista rakennusalan tuotteista julkaistaan kortistossa.
RYL	Rakentamisen yleiset määräykset, joka ei ole virallinen määräys, mutta rakennuttajan ja urakoitsijan välisissä sopimuksissa RYL on yleisesti sovittu sitovaksi laatumäärittelyksi. Kun suunnitelmissa viitataan RYL, ei kaikkia yksityiskohtia tarvitse esittää suunnitelmissa. Myös rakennustyön tapa ja lopputuloksen laatu saadaan standardoitua eri työkohteissa. RYL määräykset määrittävät myös niin sanotun hyvän rakennustavan minimin.
TATE	Talotekniikka
TUPLAUS	Tässä tutkimuksessa tuplaus tarkoittaa väliseinätyöhön liittyvää toisen puolen levytystä, jonka jälkeen seinä on levytetty molemmilta puolilta.
TTH	Työntekijätunti (tth), joka on työntekijäkohtainen työtunti, jonka avulla voidaan laskea työnsuoritemäärän avulla työvaiheen kokonaiskesto.
TV	Tässä tutkimuksessa TV tarkoittaa työvuoroa, joka on kahdeksan tuntia. Tämän tarkoitus on selventää työvaiheiden kestoja.
TÄSMÄNOSTO	Runkovaiheessa kerrokseen kerroskohtaisesti nostettavat rasakat ja hankalasti liikuteltavat materiaalit. Esimerkiksi ikkunat ja ovet, kipsilevyt, iv-kanavat ja kahi-harkot.

VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy tuottaa teknologia- ja tutkimuspalveluja sekä kotimaisille että kansainvälisille yrityksille ja julkiselle sektorille.
YSE 1998	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, joihin viitataan yritysten välisissä sopimuksissa.

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön aihe syntyi Haso Kuusikkotie 7-8 työmaalla tammikuussa vuonna 2020. Kohteen rakennuttajana on Helsingin Asuntotuotantotoimisto eli ATT. Kohteessa kevyiden väliseinien materiaalina märkätiloissa on käytössä Kahi väliseinäpöntti. Opinnäytetyön tilaajana toimivalla Skanska Talonrakennus Oy:llä on käytössä märkätiloissa mm. kahi-, kipsilevy- tai kahi/kipsilevy-seinäratkaisut. Seinärakenteen valintaan vaikuttaa tietenkin myös tilaajan/rakennuttajan asettamat toiveet sekä vaatimukset, mitä märkätilojen kevyelle seinärakenteelle on asetettu. Tilaajalla oli tarve saada vertailua näiden väliseinäratkaisuiden välille kustannus, aikataulu sekä laadun näkökulmasta.

Tutkimuksessa keskitytään eri työmenetelmiin, materiaali- ja työkustannuksiin sekä käydään läpi työvaiheiden kestot sekä pohditaan vaikutusta sisävaiheen aikatauluun. Tutkitaan laadullisia tekijöitä kuten valmiin seinäpinnan mittatarkkuus. Tavoitteena on vertailla, mikä seinärakenne ratkaisu on näistä toimivin, kustannustehokkain sekä nopein tapa märkätilan toteuttamiseen kerrostalotuotannossa.

1.2 Tilaaja yrityksen ja esimerkkikohteen esittely

Skanska Talonrakennus Oy käsittää talonrakentamisen, talotekniikan ja asuntoprojektikehityksen. Skanska Talonrakennus Oy on osana Skanska Suomessa ja tehtävänä huolehtia talonrakentamisesta. Heidän palveluihinsa kuuluu asunto-, liike- ja toimitilarakentaminen, julkinen rakentaminen, korjausrakentaminen sekä talotekniset LVIS-palvelut. Skanska Talonrakennus Oy työllisti vuoden 2018 lopussa 1499 henkilöä Suomessa. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2018 726,3 miljoonaa euroa. Heidän pääkonttorinsa sijaitsee nykyisin Nauvontie 18 Helsingissä eli Mannerheimintien ja Hakamäentien risteyksessä (kuva 1). [26.]



Kuva 1. Skanskan pääkonttori Helsingissä 19.1.2020 kuvattuna.

Opinnäytetyön esimerkkikohteeksi valikoitui Helsingin Asuntotuotantotoimiston Kuusikotie 7-8 sijaitseva kohde Helsingissä. Erityisen kohteesta teki se, että Skanska Talonrakennus Oy jatkoi kohteen rakentamista entisen pääurakoitsijan konkurssin jälkeen. [26.]

Opinnäytetyöntekijä aloitti kohteessa työjohtoharjoittelun huhtikuussa 2019, kun Skanska otti työmaan haltuun ja aloitti kohteen valmiusasteen selvittämisen. Kohteessa hän toimi pääsääntöisesti A- ja B-talojen sisävaihemestarina. Kesän 2019 aikana hän johti opinnäytetyössä vertailtavina olevia työvaiheita kohteessa. Työvaiheiden sisältö ja niiden toteuttamisjärjestys sekä mahdolliset ongelmat tulivat tutuiksi. Näin pystytään pohtimaan keinoja, joilla työvaiheiden sujuvuutta voitaisiin parantaa. Luvussa 4 käydään tarkemmin läpi esimerkkikohde ja millainen lähtötilanne siellä oli.

1.3 Tutkimusmenetelmien kuvaus

1.3.1 Kirjallisuus ja verkkosivut

Märkätiloja käsittelevää aineistoa on runsaasti saatavilla niin kirjallisuudesta kuin myös verkkosivuilta löytyvistä julkaisuista. Osittain tämä johtuu siitä, että märkätilojen

virheellisistä toteutustavoista voi aiheutua kosteusvaurioita, jotka ovat nykyisin lähestulkoon päivittäin esillä alan julkaisuissa. Tutkimuksessa hyödynnetään ainoastaan luotettavista lähteistä löytyvää tietoa. Opinnäytetyön aihe koskee märkätilojen kevyiden seinärakenteiden vertailua, mutta lopputuloksen kannalta on hyvä tutustua myös julkaisuihin, joissa käsitellään märkätiloissa yleisimmin kosteusvaurioihin johtaneita syitä.

Opinnäytetyössä avataan märkätila käsitettä sekä selvitetään, millaisia määräyksiä märkätiloille nykyisin asetetaan viranomaisten suunnalta. Tutkimuksessa käydään läpi märkätilan historiaa kerrostalorakentamisessa sekä tarkastellaan aikaisemmin tehtyjen tutkimuksien tuloksia ongelmista, joita märkätiloissa on havaittu. Näitä tutkitaan aiheesta tehdyn kirjallisuuden sekä verkkosivujen julkaisuiden kautta.

Tutkimuksessa tarkastellaan, mitä vaihtoehtoisia materiaaleja markkinoilla on nykyisin tarjolla. Tässä työssä keskitytään kotimaisien valmistajien tuotteisiin näiden verkkosivujen kautta. Kirjallisessa työssä esitellään muutamia levy- ja kivirakenteisia vaihtoehtoja märkätilan kevyiden väliseinien toteuttamiseen.

Opinnäytetyössä esitettävän aikatauluvertailun työvaiheiden kestot on haettu Rakennustöiden menekit 2015 julkaisusta, jonka pohjalta vertaillaan eri väliseinärakenteen toteuttamiseen kuluva kokonaisaikaa. Näitä vertaillaan haastatteluiden kautta saatuihin tietoihin työvaiheiden toteuttamisen kestoista esimerkkikohteen kaltaisissa kohteissa. Työvaiheiden kustannusten laskennassa on hyödynnetty rautakauppojen kuluttajille suunnattuja hintoja (ALV 0%) sekä eri työvaiheiden suositeltavia urakkahintoja, jotka löytyvät Talonrakennusalan Urakkahinnoitteluopas 2019-2020 julkaisusta. Tässä työssä esitettävässä kustannuslaskelmassa ei oteta huomioon työntekijöiden sosiaalikulua eikä yrityksen katetta.

Työmenetelmien sisällön kuvaukseen tiedot on haettu valmistajien verkkosivuilta löytyvistä työohjeista sekä hyödynnetty omakohtaista kokemusta työvaiheiden suorittamisen sisällöstä. Tällä tavalla voidaan varmistaa, että työvaiheen sisältöön on huomioitu myös mahdolliset lisätyöt sekä LVIS-työt. Näin aikataulu- ja kustannusvertailuun on saatu realistinen lopputulos, jota voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa. Näin toimimalla varmistetaan, että tutkimuksen rajauksena oleva vedeneristys- ja laatoitustyön toteutus on mahdollista aloittaa.

Tutkimukseen on haettu tietoa Rakennustiedon sivuilta löytyvistä RT-korteista, jotka ohjaavat rakennusalalla olevaa hyvän rakennustavan käytäntöä. SisäRyl 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset julkaisusta on otettu laadullisiin vaatimuksiin ja toleransseihin tietoa, mitä seinien valmiilta pinnalta edellytetään. Kosteudenhallinta ja Sisäilmäyhdistys ry:n verkkosivuilla olevista julkaisuista on otettu tietoa kosteusongelmista ja niihin johtaneista syistä. Tarkastelemalla useita eri lähteitä, jotka käsittelevät potentiaalisia ongelmia, joita märkätiloissa voi kohdata. Näin voidaan miettiä keinoja, joilla ongelmia syntymistä voitaisiin pyrkiä välttämään.

1.3.2 Haastattelut

Opinnäytetyöhön haastateltiin vastaavia mestareita sekä työvaiheita johtaneita työnjohtajia sekä hankinnassa ja vuosikorjauspuolella työskenteleviltä henkilöiltä. Lähdeluettelossa on mainittu haastateltavat henkilöt ja haastattelu ajankohta, mutta koska haastattelujen vastauksia ei käytetä kirjallisessa osuudessa suorana lainauksena, ei kirjallisessa työssä ole erikseen merkitty kenen sanomisia, missäkin kohdassa on hyödynnetty. Tämä siitä syystä, että haastateltavien henkilöiden anonymiteetti eli yksityisyydensuoja säilyy. Tällä tavalla vastaukset ovat tutkimuksen lopputuloksen kannalta merkittävästi totuudenmukaisempia eikä niitä voi yhdistää yksittäiseen henkilöön. Haastattelut pidettiin pääsääntöisesti työmailla, joissa haastateltavat henkilöt työskentelivät haastattelun aikaan tai sitten sähköpostin välityksellä.

Haastatteluihin valittiin henkilöitä yrityksen eri osa-alueilta, jotta saataisiin mahdollisimman laaja näkökulma opinnäytetyötä varten. Jos haastattelut olisi suunnattu pelkästään yhdelle osa-alueelle, olisi hyödynnettävän tiedon määrä huomattavasti suppeampi ja tämän seurauksena haastatteluiden painoarvo olisi jäänyt pienemmäksi.

2 Hypoteesi

Ennen opinnäytetyön aloittamista perusolettamus on, että metallirangalla ja kipsilevyllä toteutettavat märkätilan kevyet seinärakenteet tulevat kustannustehokkaammiksi kuin muilla tutkimuksessa vertailtavilla tavoilla tehdyt. Vaikka kahiseinän muurauksen voi aloittaa ennen vesikattotöiden valmistumista on todennäköistä, että metallirangalla ja kipsilevyllä tehdyt väliseinät valmistuvat samaan aikaan tai nopeammin ennen seuraavaa työvaihetta varten eli vedeneristys- ja laatoitustyötä. Laadullisesta näkökulmasta kahiseinä vaikuttaa parhaimmalta vaihtoehdolta ääneneristävyyden sekä kosteusteknisten ominaisuuksien ansiosta. Tässä on kuitenkin huomioitava, että metallirangalla ja kipsilevyllä saavutetaan myös hyvä ääneneristävyys, kun käytetään mineraali- tai kivivillaeristettä seinän välissä. Kosteusteknisesti kaikki väliseinäratkaisut ovat yhtä toimivia, jos työvaiheet on suoritettu huolellisesti valmistajien ohjeistusta noudattaen. Suurimpana tekijänä rakenteen kosteudenkestävyyden kannalta katsoisin olevan vedeneristystyön suorittaminen laadukkaasti sekä käyttäjien oma toiminta märkätiloissa.

Voidaan siis olettaa, että kaikilla tavoilla voidaan saavuttaa laadukas lopputulos, kunhan vaan märkätilojen lattian kaadot, ilmanvaihto ja vedeneristystyöt on huolellisesti tehty. Seuraavassa luetelmassa on käsitelty tärkeitä seikkoja, joilla voidaan varmistaa, ettei mahdollisia ongelmia pääse kehittymään märkätiloissa.

- Kevyet seinärakenteet toteutettu määräysten ja valmistajan ohjeiden mukaan hyvää rakennustapaa noudattaen.
- Kosteusmittaukset suoritettu, dokumentoitu ja varmistettu, että alusta on riittävän kuiva ennen pinnoittamista.
- Kaadot toteutettu oikein (lattian kaltevuus on oltava vähintään 1:100 ja suihkualueella 0,5 m säteellä lattiakaivosta 1:50).
- Ilmanvaihto tulee olla kylpyhuoneessa riittävä.
- Vedeneristystyöt on suoritettu huolellisesti (vedeneristeen valmistajan ohjeiden mukaisesti) ja toteutettu yhteensopivalla tuoteperheellä. [12,15.]

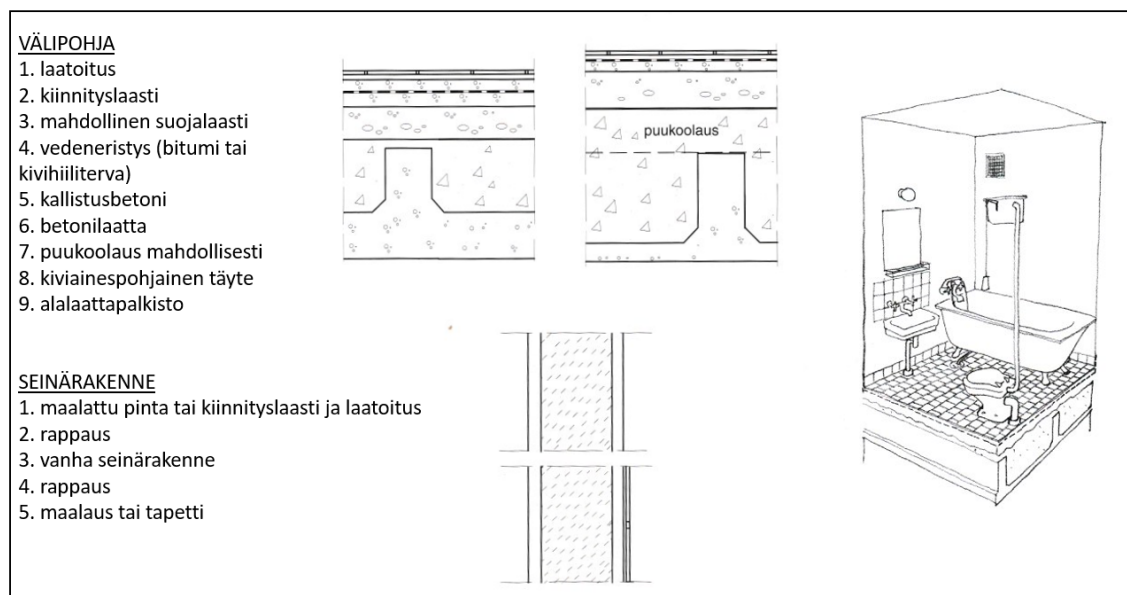
3 Märkätilan historia, yleiset määritelmät ja viranomaismääräykset

3.1 Märkätilan historia kerrostalotuotannossa

Opinnäytetyöhön on kerätty muutamia 1900-1970-luvuilla kerrostaloissa esiintyneitä rakenneratkaisuja, joita sen aikaisissa kylpyhuoneissa on käytetty. Tutkimuksessa käydään suppeasti läpi, millaisia kylpyhuoneet ovat ennen olleet ja mitä erityispiirteitä eri vuosikymmenillä on havaittavissa. Nykyisissä märkätiloissa on käytössä edelleen samankaltaisia ratkaisuja välipohja- ja seinärakenteissa, mutta nykyiset vedeneristeet ovat kehittyneet huomattavasti entisiin verrattuna.

3.1.1 1900-luvun alkupuoli

1900-luvun alkupuolella rakennettujen kerrostalojen kylpyhuoneissa oli yleensä välipohjat toteutettu puurakenteisena, rautapalkistolla tai massiivisena rautabetonilaatalla. Kuvassa 2 on esitetty tälle ajalle yleisesti käytetyt välipohja- ja seinärakenteet. [12.]

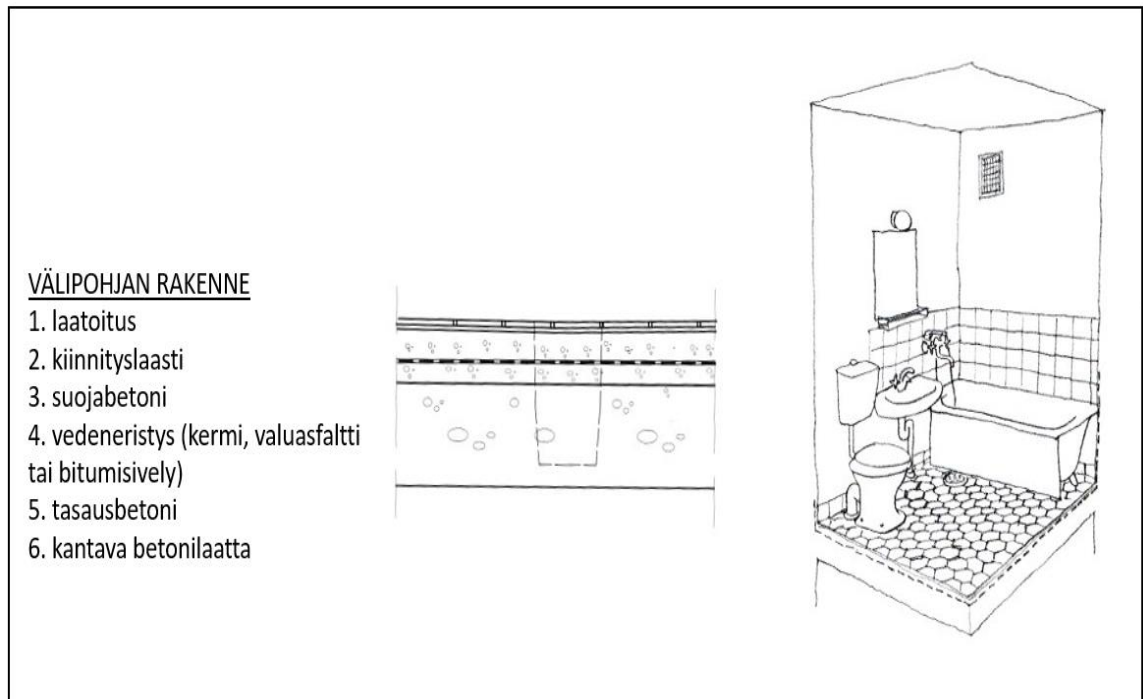


Kuva 2. 1900-luvun alkupuolen kylpyhuoneen välipohja- ja seinärakenne [12. s. 68-70].

Aikakaudelle tyypillinen seinärakenne oli toteutettu kipsi-, hiekka- tai koksikuonasta valetulla massa- tai kevytbetoniseinillä. [12]

3.1.2 1950-luku

1950-luvulla kylpyhuoneiden välipohjat toteutettiin massiivibetonilaatalla ja lattiarakenteen rakennekerrokset olivat kuvassa 3 esitetyn kaltaiset. [12]

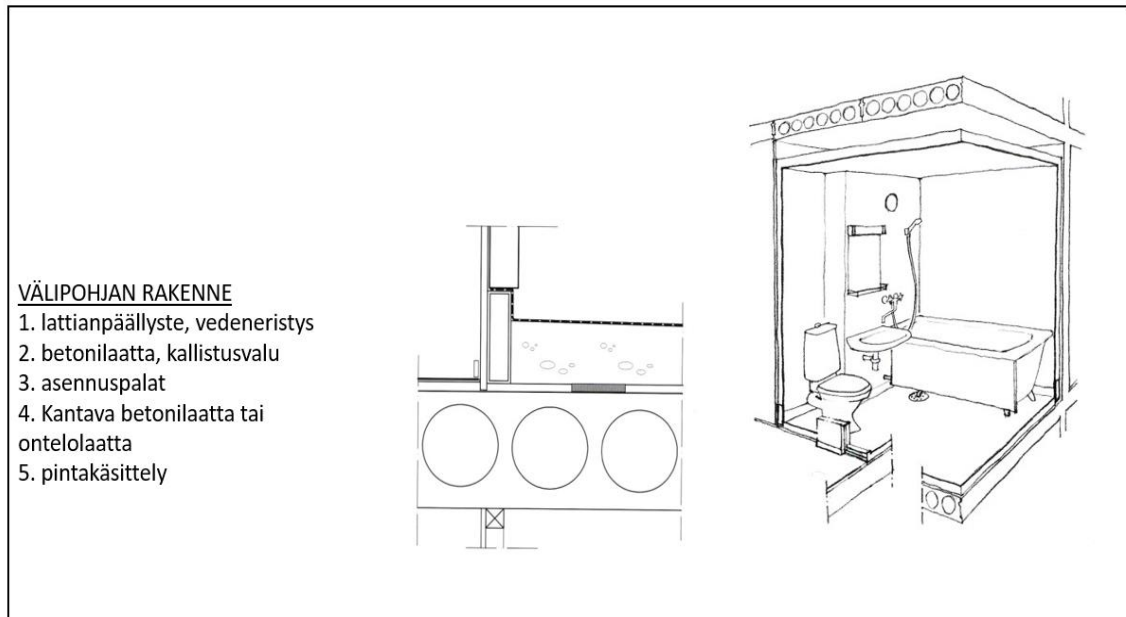


Kuva 3. 1950-luvun kylpyhuoneen välipohjan rakennekerrokset [12. s.73].

Aikakaudelle tyypillisiä seinärakenteita olivat teräsbetoni-, tiili- ja harkkoseinä. Käytössä oli myös kevytbetonelementtiseinät. [12.]

3.1.3 1970-luku

1970-luvulla kerrostaloihin otettiin käyttöön kevytrakenteisia elementtikylpyhuoneita. Seinät olivat peltikasettirakenteisia, jotka ovat osoittautuneet teknisesti suhteellisen toimiviksi. Peltikasetit olivat muovipinnoitettuja, joissa täytteenä oli mineraalivilla. Heikkona kohtana voidaan pitää rakenteelle tyypillistä seinäkaivoa. Tämän tiiveys on ollut yleinen ongelma, joka on myöhemmin korjausten yhteydessä muutettu lattiakaivoksi. [8,12.]



Kuva 4. 1970-luvun peltikylpyhuoneen välipohjanrakenne [12. s. 75-76].

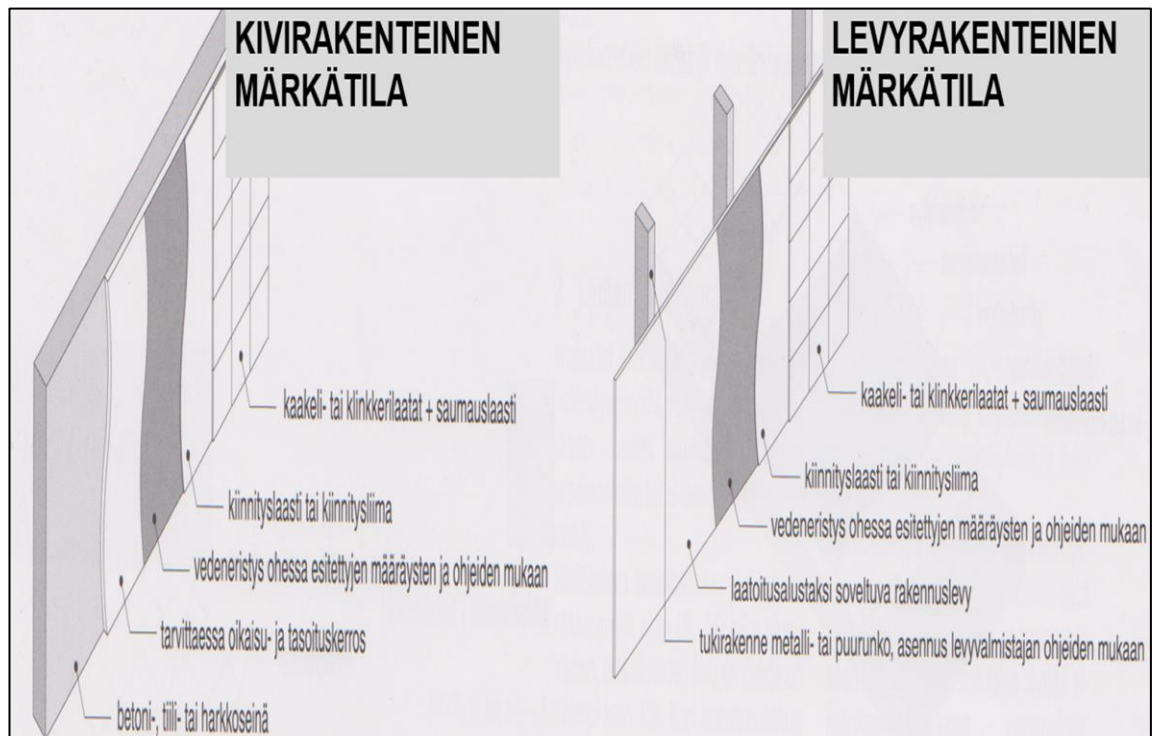
Välipohjat oli toteutettu esijännitetyistä laattaelementeistä eli onteloista kuten kuvassa 4 tai vaihtoehtoisesti massiivibetonilaatalla. Väliseinät toteutettiin teräsbetoni-, tiili-, harkko- tai kevytbetonelementteinein. Käytössä oli myös levyrakenteinen puu- tai teräsrakenteinen. [12.]

3.2 Märkätilan määritelmä ja ohjeistuksia

Märkätilan määritelmänä voidaan pitää asunnossa olevaa tilaa, jonka lattia- ja seinäpinnat joutuvat vedelle alttiiksi käyttötarkoituksensa vuoksi. Tällaisia tiloja asunnossa voivat olla suihkuhuone, sauna ja kylpyhuone. Saunan tilavuuden tulisi olla vähintään 10 m³ eli noin 4-5 m² ja kylpyhuoneen pinta-alan vähintään 7 m². Tilassa vedenpoisto sekä rakenteet on suunniteltava ja ennen kaikkea rakennettava niin, että estetään veden pääseminen tilasta ympärillä oleviin rakenteisiin. Märkätilassa tulee käyttää vedeneristettä lattia- ja seinäpinnoissa kauttaaltaan ja huolehtia, että saumat, läpiviennit ja liittymäkohdat on oikein tehty ja tiiviitä kauttaaltaan. Kylpyhuoneiden tulvakynnykset tulee suunnitella hyvin, jotta vältetään veden siirtyminen muihin tiloihin. Nykyisin on käytettävänä valmiita tulvakynnyksiä, joiden suosio on kasvanut rakennuttajien keskuudessa.

Esimerkkikohteessa käytettiin Kiilaxin RST kynnyssarjaa, josta löytyy laaja valikoima eri ovileveyksille. [8,9,15,21,25,33,34.]

Märkätilojen seinät voidaan toteuttaa eri valmistajien märkätiloihin suunnittelemissa levyillä tai sitten vaihtoehtoisesti kivirakenteisena. Kuvassa 5 on esitetty, millaisia rakennekerroksia märkätiloihin tulee, riippuen siitä kumpi vaihtoehto on käytössä. [12,15.]



Kuva 5. Märkätiloissa voidaan käyttää kivi- tai levyrakenteisia seinäratkaisuja [12. s. 99].

Varsinkin levyrakenteista seinää käytettäessä tulee huolehtia siitä, että rungon rakenteesta saadaan tehtyä riittävän jäykkä. Tällä varmistetaan, ettei vedeneristys vaurioidu rakenteen liikkeestä ja vältetään myös laattojen mahdollinen irtoaminen seiniltä. Kuvassa 6 on kylpyhuoneen seinät toteutettu kivirakenteisina kuten suositellaan toteutettavaksi suihkun ympärillä. [8,15,21,29.]



Kuva 6. Suihku on kiinnitetty huoneistojen väliseen betonielementtiseinään ja toisella puolella on muurattu kahiseinä.

Rakennusinsinööriliiton tekemä RIL 107-2012 painottaa suunnittelun merkitystä ja sitä, että suunnitelmissa tulee antaa tekniset laatuvaatimukset käytettäville materiaaleille, kiinnitysalustan kosteudelle, työnsuoritukselle (näytepalat vedeneristyksestä), kirjalliset työ-, käyttö- ja huolto-ohjeet sekä esittää laadunvarmistusmenettely. Esimerkkikohteessa vedeneristys- ja laatoitusurakoitsija toi työmaalle kansion, josta löytyi kaikki edellä mainitut asiat sekä myös työntekijöiden henkilösertifikaatti todistukset ja käytettävän vedeneristeen suoritustasoilmoitus. Näillä voitiin varmistaa, että työ suoritetaan vaatimusten mukaisesti. Kansioon saadaan kerättyä vedeneristyksestä otetut näytekappaleet

(seinä ja lattia), jossa ne säilyvät kansiossa oikeassa järjestyksessä erillisissä muovitas-
kuissa. Koekappaleeseen tulee merkata huoneiston numero, jotta tiedetään mistä näy-
tepalat on otettu. Kuvassa 7 näytetään vedeneristyksestä otetun näytepalan paikka sei-
nässä. Vedeneristeen kuivakalvopaksuuden mittauksessa käytettiin esimerkikohteessa
luuppia, jolla voidaan varmistaa, että mittauksessa huomioidaan ainoastaan vedeneris-
tyksen kuivakalvopaksuus eikä vedeneristeen mukana irronnutta tasoitetta, joka voi vää-
ristää mittaustulosta. Vedeneristystöiden työnaikainen valvonta on ensisijaisen tärkeää,
jotta voidaan välttää mahdollisia henkilöistä johtuvia virheitä tai vahinkoja. [15,21,28,29.]



Kuva 7. Vasemmalla seinän vedeneristyksestä otetun näytepalan paikka seinässä. Kolmion si-
vun pituus tulee olla vähintään 3 cm. Oikealla vedeneristykseen kuivakalvopaksuuden varm-
istuksessa käytetty Paine Technologyn luuppi.

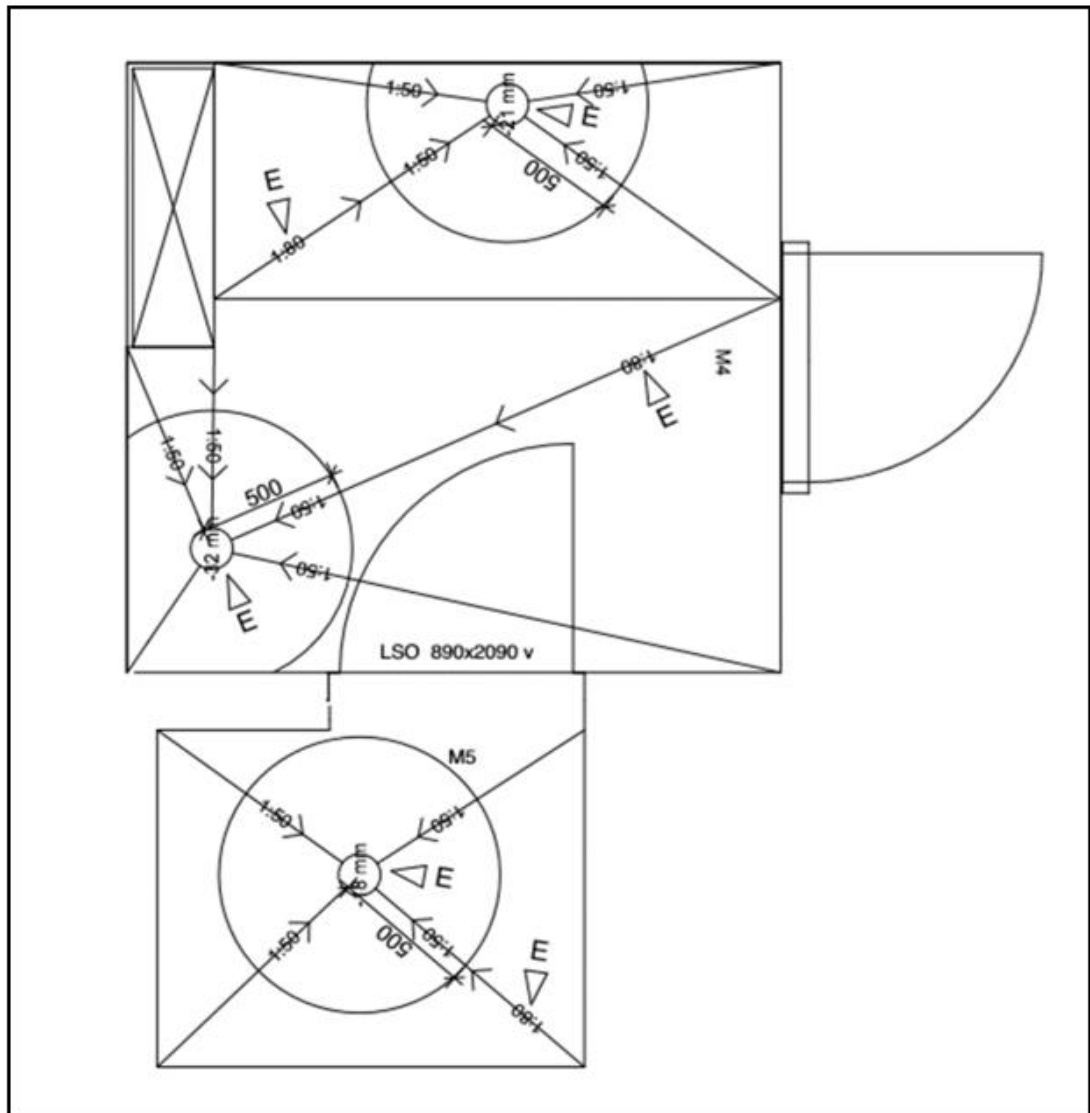
Märkätilojen katon tulee kestää suihkussa käynnistä syntyvää roiskevettä ja kuuman ve-
den aiheuttamaa ilman suhteellista kosteuden nousua sekä mahdollisen kosteuden tii-
vistymistä kattomateriaalin pinnalle. Kylpyhuoneen katon sisällä kulkee yleensä paljon
talotekniikkaa (vesi-, lämpö- ja iv-putkia sekä sähköputkia), joten sinne on tehty erillinen
alaslaskettu katto. Näin ilma pääsee kiertämään kantavan välipohjan ja alakaton välissä.
Kuvassa 8 esimerkikohteen mallikatselmuksessa otettu kuva alaslasketun katon run-
gosta. [12,15,17.]



Kuva 8. Esimerkki alaslasketun katon runkorakenteesta ja siellä näkyvästä talotekniikasta.

Alaslasketun katon rungosta on suositeltavaa pitää mallikatselmus, jotta voidaan varmistua, että runko on riittävän kantava, kannakointi on oikealla jaolla sekä kiinnikkeet on valittu ja toteutettu suunnittelijan ohjeistuksen mukaisesti. Märkätilojen katon pintamateriaalina on usein puupaneeli, joista nykyisin käytetyimpiä ovat kylpyhuoneisiin soveltuvat kuusi, tervaleppä ja haapa. [12.]

Märkätilojen lattiarakenteet ovat yleensä betonia, joten alusta on riittävän kestävä ja taipumaton. Lattian kaadot tulee suunnitella ja toteuttaa oikein. Lattian kaltevuuden tulee olla kylpyhuoneessa kauttaaltaan vähintään 1:100, mutta suihkualueella puolen metrin säteellä lattiakaivosta kaltevuus tulee olla 1:50. Kuvassa 9 näytetään esimerkki kylpyhuoneen kaatokaaviosta. [12,15,33,34.]



Kuva 9. Esimerkki kylpyhuoneen kaatokaaviosta paikalliskaadot 1:50 ja muualla 1:80 [1].

Ongelmia voi aiheuttaa, jos vedeneriste asennetaan liian kostean alustan päälle, jolloin vedeneriste ei tartu kunnolla alustaan kiinni. Tästä syystä on tärkeää varmistaa, että alusta on riittävän kuiva ennen vedeneristystä. Märkätiloissa vedenpoiston kannalta tärkein osa on lattiakaivo, mutta samalla se on myös yleisin kosteusvaurioiden aiheuttaja. Tämä johtuu siitä, että korokerenkaiden ja kaivojen saumat eivät ole olleet vesitiiviitä. Samoin lattiakaivon ja vedeneristeen läpiviennin yhteensopivuus ei aina toimi toivotunlaisesti. [8,15,21,25,33,34.]

VTT on tehnyt muutamia tutkimuksia aiheesta. Merkittävimpiä näistä ovat, vuonna 1999 julkaistu Märkätilat ja niiden vedeneristys sekä vuonna 2004 julkaistu Märkätilaprosessin kehittäminen, joissa se käsittelee aihetta. Vuoden 1999 tutkimuksessa käsitellään märkätilojen tuotesertifikaatin merkitystä sekä henkilösertifikaattia, jolla voidaan varmistua vedeneristäjän ammattitaidosta. Tutkimuksessa avataan kosteuden haittavaikutuksia sekä keinoja, joilla ne voidaan estää. Tutkimuksessa käsitellään myös märkätilojen pintarakenteina käytettävien materiaalien vedeneristeeseen kohdistuvia rasituksia. [28,29.]

Vuonna 2004 julkaistussa Märkätilaprosessin kehittäminen käsitellään märkätilojen tuotannosuunnittelua sekä laadunvarmistuksen mittaamisen kehittämistä. Tutkimuksessa pääpaino on tuotannosuunnittelussa, sillä märkätilojen rakentaminen on sisävalmistusvaiheen tahdistava työvaihe. Tutkimuksessa annetaan ohjeistuksia, mihin märkätilojen rakentamisessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota. Vedeneristeen kuivakalvopaksumiden varmistukseen sekä märkätilan kynnyksen rakenteeseen kannattaa kiinnittää erityis-huomiota. Markkinoilla on vedeneristeen kalvopaksumiden mittaamiseen käytössä luoppeja sekä pinnoitepaksumittareita. Näistä luoppi on yleisimmin työmailla käytössä. [28.]

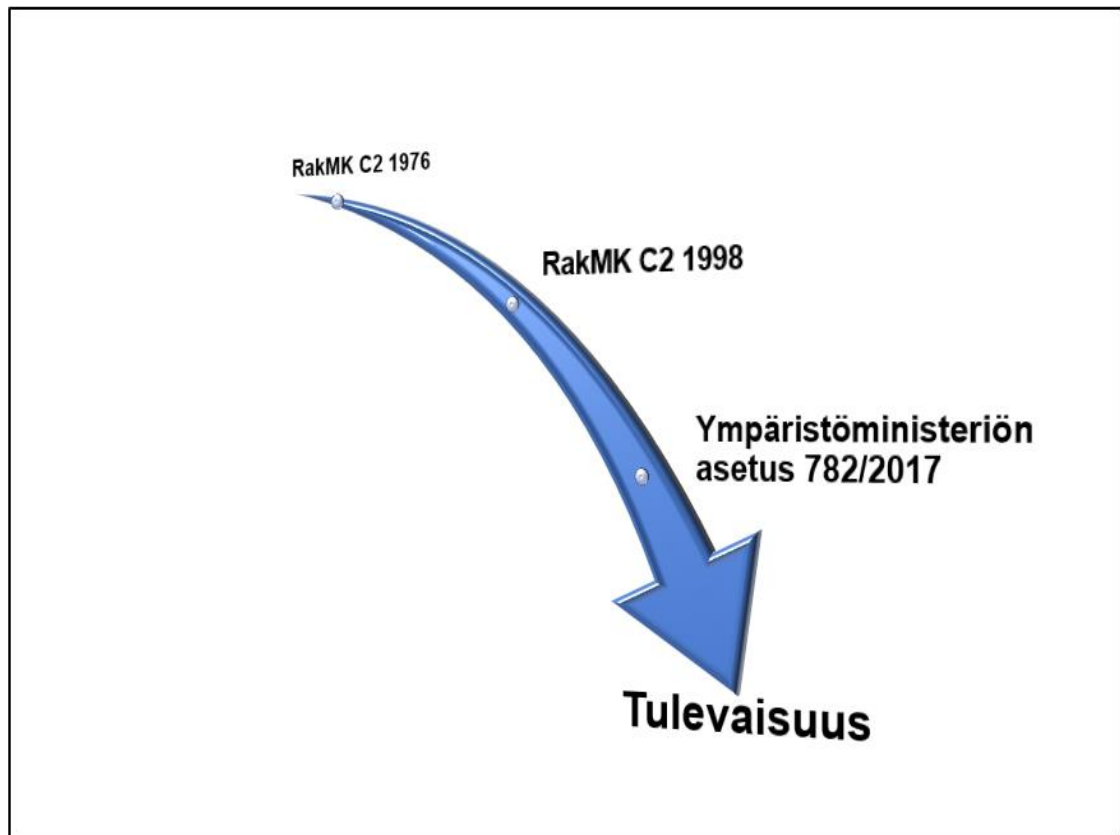
Samoin lattiakaivojen ja viemäreiden kiinnittämiseen ennen valua tulee tutkimuksen mukaan kiinnittää huomiota. Käytettävissä on erilaisia valutukia, joilla saadaan viemärit pysymään paikoillaan valun aikana. Näin vältetään mahdollinen piikkaaminen jälkikäteen, jos viemäreiden kuvauksien yhteydessä havaitaan kaatovirheitä tai painumia putkissa. [28.]

Molemmissa tutkimuksissa tärkeänä pidetään materiaalien yhteensopivuuden varmistamista, jolla voidaan varmistaa märkätilan toimivuus. Tämän varmistuksessa varmintaa on käyttää saman valmistajan tuotteita, joille on myönnetty järjestelmäsertifikaatti. [28,29.]

3.3 Märkätiloille asetetut viranomais määräykset ennen ja nyt

Märkätiloja koskevat säädökset ovat muuttuneet vuosien varrella. Märkätilojen rakenteet ja käytettävät materiaalit ovat kehittyneet huomasti 1900-luvun alkupuolelta tähän päivään mennessä. Samalla tieto kosteusvaurioihin johtaneista syistä on edellyttänyt, että rakenteellisiin seikkoihin on ollut syytä kiinnittää huomiota kuten esimerkiksi

vedeneristeisiin ja niiden toimivuuteen. Kuvan 10 kaaviossa näkyy merkittävät vuosiluvut, jolloin määräykset ja asetukset ovat vaihtuneet. [33,34.]



Kuva 10. Märkätilojen määräyksien ja säädösten kehityskulku.

Märkätiloista johtuvat vesivahingot ovat yleisiä ja niiden rakenteisiin on siksi syytä suhtautua erityisen tarkasti, jotta vältetään mahdolliset rakenteelliset ongelmat ja viat. Rakenteissa voidaan havaita kosteusvaurio vasta useiden vuosien päästä ja silloin vaurioiden määrä voi olla yllättävän laajalla. Tästä aiheutuu mittavat korjaustoimenpiteet ja samalla myös kustannukset. Kohdissa 3.3.1 ja 3.3.2 käydään läpi aiemmin voimassa olleita, nyt jo kumottuja Suomen Rakentamismääräyskokoelman määräyksiä sekä nykyisin voimassa olevaa märkätilojen rakentamista ohjaavaa säädäntöä hieman läpi. [8,25,34.]

3.3.1 Määräyksien historiaa

Ympäristöministeriön laatima Suomen Rakentamismääräyskokoelman RakMK C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet, 1998, astui voimaan tammikuun 1. päivänä vuonna 1999. Määräykset tulivat velvoittaviksi 1.7.1999 alkaen. Ennen määräystä asuinhuoneistojen kylpyhuoneita nimitettiin yleisesti kosteiksi tiloiksi, mutta määräyksen jälkeen puhutaan pääsääntöisesti märkätiloista, kun puhutaan kylpyhuoneista. Märkätilojen vedenpoistosta ja rakenteista vuoden 1998 versiossa puhuttiin huomattavasti jyrkemmin kuin aiemmin voimassa olleessa versiossa vuodelta 1976. [34.]

RakMK C2, 1998

Märkätilojen vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarivirtauksena ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin [34].

RakMK C2, 1976

Kylpyhuoneen, pesutuvan ja vastaavan tilan vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarivirtauksena ympäröiviin huonetiloihin tai rakenteisiin haitallisessa määrin [34].

Vuoden 1998 versiossa luovuttiin aiemmin käytössä olleesta haitallisessa määrin termistä eli määräys asetti kovemmat vaatimukset märkätilojen rakenteille. Nykyään RakMK C2, 1998 on myös kumottu. [34.]

3.3.2 Nykyisin voimassa oleva asetus

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 säädettiin Helsingissä 24.11.2017 ja se astui voimaan 1. tammikuuta 2018. Sitä sovelletaan koskemaan uuden rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden suunnittelua sekä rakentamista. Se koskee myös rakennuksen laajennusta, kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, muutos- ja korjaustyötä sekä käyttötarkoituksen muutosta rakennuksessa. [33.]

Asetuksen luku 7 käsittelee märkätiloja. Nykyisin voimassa oleva asetus on huomattavasti suppeampi verrattuna aiempaan RakMK C2, 1998, joka käsitteli huomattavasti

tarkemmin märkätilojen rakenteita ja niille annettuja vaatimuksia. Nykyisin jätetään suunnittelijoille huomattavasti enemmän vastuuta märkätilojen rakenneratkaisuista. Suunnittelijat kuitenkin usein hyödyntävät aiemmin voimassa olleen Rakentamismääräyskokoelman ohjeistuksia suunnittelussa. [33,34.]

Nykyisessä asetuksessa käsitellään ainoastaan kahdessa pykälässä märkätiloja koskevia säädöksiä. [33]

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017

28 § Märkätilan vedeneristys ja rakenteet

Vesi ei saa valua tai siirtyä kapillaarivirtauksena märkätilasta ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin. Valuvalle vedelle, toistuvalla roiskevedelle tai pintaan tiivistyväälle vedelle altistuvien pintojen takana olevan rakenteen on oltava vedeneristetty. Märkätilan lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristykseenä tai lattiassa päällysteen alla ja seinässä pinnoitteen takana on oltava erillinen vedeneristys. Vedeneristystä ei tarvita erillisen WC-tilan ja löylyhuoneen seinässä pinnoitteen takana. Märkätilan kattopinnoitteen on kestävä tilan käytöstä johtuen roiskevesiä, ajoittaista korkeaa ilman suhteellista kosteutta ja tilapäisesti esiintyvää kosteuden tiivistymistä kattopinnoille.

Märkätilan vedeneristyksen on muodostettava kokonaisuus, joka on tiivis kaikilta vedeneristetyiltä pinnoiltaan sekä niiden saumoista, läpiviennistä ja liittymistä. Märkätilojen vedeneristykseenä toimivan lattiapäällysteen tai lattiapäällysteen alla olevan vedeneristyksen on liityttävä vedenpitävästi seinän vedeneristykseen.

Märkätilan rakenteiden on oltava niin jäykkiä, että lämpö- ja kosteusliikkeet eivät vaurioita märkätilan vedeneristystä tai pintarakenteita. Jos märkätilan rakenteissa ei erityisestä syystä käytetä vedeneristystä, on rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan tehtäviensä mukaisesti osoitettava suunnitelmissa, että vedeneristyksen puuttuminen ei vaaranna maankäyttö- ja rakennuslain 117 c §:n mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten täyttymistä [33].

Asetuksen 28 pykälässä käsitellään märkätilan vedeneristystä ja rakenteita. Niistä mainitaan, että vesi ei saa valua tai siirtyä kapillaarivirtauksena märkätilasta ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin. Rakenteista mainitaan, että niiden tulee olla niin jäykkiä, ettei lämpö- ja kosteusliikkeet vaurioita vedeneristystä ja pintarakennetta. Vedeneristyksestä mainitaan, että sen tulee muodostaa kokonaisuus, joka on tiivis kaikilta pinnoiltaan. [33.]

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017

29 § Märkätilan lattian kaltevuus ja läpiviennit

Märkätilan lattian kaltevuuden on mahdollistettava veden valuminen lattiakaivoon. Vedeneristyksen ja lattiakaivon liitoksen on oltava tiivis [33].

Asetuksen 29 pykälässä käsitellään märkätilan lattian kaltevuutta sekä läpivientejä. Aiemmin voimassa ollut määräyskokoelma antoi selkeät ohjeet kaadoista, mutta nykyinen säädös sanoo pelkästään, että lattian kaltevuuden on mahdollistettava veden valuminen lattiakaivoon. Aiemmin käytössä olleessa RakMK C2 määräyksessä annettiin selkeät vaatimukset paikalliskaadoille 1:50 ja muualla kylpyhuoneessa kaadot tulivat olla 1:100. [33,34.]

3.4 Nykyisin märkätiloissa käytettäviä vaihtoehtoisia materiaaleja

3.4.1 Levyrakenteiset

Märkätilojen kevyiden väliseinien rungot voidaan toteuttaa puu- tai metallirangalla. Kerrostalotuotannossa metalliranka on yleisempi vaihtoehto sen helppouden ja kestävyysvuoksi. Märkätiloissa pystyrakenteiden koolausjako tulee olla maksimissaan k400, jotta voidaan varmistua laatoitus alustan riittävästä jäykkyydestä. Näin toimimalla voidaan varmistaa, ettei vedeneristys vaurioidu seinän liikkumisesta eivätkä seinälaatat irtoa alustasta. Vedeneristyksessä kriittisiä kohtia ovat liitoskohdat sekä lattian rajapinnat, joissa käytetään vahvikenauhoja. Vahvikkeiden tarkoituksena on estää rakenteiden elämisestä johtuvaa vedeneristyksen vaurioitumista. [8,15,21.]

Märkätiloissa käytettäville levymateriaaleille sen sijaan on runsaammin vaihtoehtoja. Tässä luvussa esitellään kotimaisien valmistajien tuotteita, mutta ei oteta kantaa niiden toimivuuteen. Tuotteiden tiedot on haettu valmistajien omien kotisivujen kautta. [12,15.]

Nykyisin on tullut markkinoille kotimaisen Finnfoam Oy:n valmistama Tulppa märkätilalevy. Tulppa levyssä päämateriaalina on Finnfoam-eristelevy. Levy on pinnoitettu

erikoisementsilla ja vahvistettu lasikuituverkolla molemmin puolin. Tuotteella on hyvä puristuslujuus, vesihöyrynvastus ja kosteudensietokyky. Tuote tulee valmistajan ohjeiden mukaan asentaa vaakasuuntaisesti. Tuote on saanut CE-merkinnän ETA-hyväksynnän kautta. [3.]

Gyprocilla on nykyisin märkätiloihin soveltuvia tuotteita useita tarjolla. Näistä kipsipohjaisia ovat Gyproc GRIE 13 ja Gyproc GRI 13 ROBUST. Gyproc GRIE 13 levyjä on saatavilla eri korkuisina 2600, 2700 ja 3000 mm, joten ne riittävät korkeuden puolesta tavanomaisiin kylpyhuoneisiin, jotta jatkoksia ei tarvitse tehdä. Levyt ovat leveydeltään 900 mm, joten tämä tuote on ergonomisesti toimiva. Gyproc GRI 13 ROBUST levyjä on saatavilla 2600, 2750 ja 3000 mm korkuisina, mutta leveys on 1200 mm, joten työryhmässä suositellaan olevan kaksi henkilöä, jos sitä käytetään. [23.]

Gyproc on tuonut markkinoille myös komposiittipohjaisen Glasroc H Ghoec 13 Ocean Ergo märkätilalevyn. Se on valmistajan mukaan suunniteltu vaativiin kosteusteknisiin olosuhteisiin. Tuote on valmistettu kipsikivestä ja lasikuitumatosta, joka on upotettu lujiin kipsikerrokseen. Tuote on VTT:n sertifioima ja se sisältyy nykyisin Gyproc kylpyhuonejärjestelmään, joka käsittää märkätilojen seinien ja lattian rakennejärjestelmän. [23.]

Cembrit on tuonut markkinoille muutamia erilaisia levytyyppejä. Cembrit Kaakeliluja on valmiiksi vedeneristetty, kiviainespohjainen kuitusementtilevy, jonka pääraaka-aineena toimii sementti. Cembrit Permabase on portlandsementin, kiviaineksen ja lasikuituverkon yhdistelmä, jolla on saatu aikaan rakennuslevy, jonka pinta on kestävä ja todella kova. Valmistajan mukaan se soveltuu loistavasti märkätiloihin. [2.]

3.4.2 Kivirakenteiset

Märkätiloissa voidaan käyttää myös erilaisia harkkoja sekä valmiita väliseinäelementtejä. Kivirakenteinen märkätila on hyvin kosteutta kestävä ja pitkäikäinen vaihtoehto. Kivirakenteisten seinien etu on, että niiden työt voidaan aloittaa jo runkovaiheessa ennen vesikatkon valmistumista.

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy on tuonut markkinoille Ako-seinäelementin, joka on huonetilan korkuinen ja 600 mm leveä. Se on kevytsorabetoninen ja sillä on nopeaa ja helppoa tehdä huoneistojen seiniä. Tuote on ollut markkinoilla jo vuodesta 1994 lähtien. Sitä on käytetty kerrostalotuotannossa märkätilojen kevyiden seinärakenteiden toteuttamiseen. [10.]

Markkinoilla on tarjolla monien eri valmistajien väliseinäharkkoja. Tässä työssä on otettu esittelyyn Lakka-väliseinäharkot, jotka soveltuvat käytettäväksi sekä kosteisiin ja kuiviin sisätiloihin. Harkko on mittatarkka, päätypontattu ja sileäpintainen väliseiniin soveltuva tuote, joka muurataan ohutsaumalaastilla. Valmistajan tuotteista VSH-88/600 soveltuu käytettäväksi hyvin märkätiloihin ja suuren koon ansiosta, sillä saa nopeasti valmista seinäpintaa aikaiseksi. [7.]

4 Lähtötilanne ja alustavat toimenpiteet

4.1 Case Kuusikkotie

Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimii Helsingin Maunulassa sijaitseva Haso Kuusikkotie 7-8 työmaa, jota Skanska Talonrakennus Oy jatkoi entisen urakoitsijan konkurssin jälkeen. Skanska aloitti kohteen valmiusasteen selvittämisen huhtikuun 2019 aikana ja työt päästiin aloittamaan varsin nopealla aikataululla.



Kuva 11. Esimerkkikohteena oleva E-talo 24.1.2020 kuvattuna.

Kohteessa on kaksi rivitaloa, yksi pienkerrostalo ja kaksi kerrostaloa. Asuntoja kohteessa on yhteensä 65. Huoneistojen pinta-alat ovat yhteensä 4064 m². Kerrostalot ovat 0-5 kerroksisia, joissa pohjakerroksessa sijaitsee kuivaushuone, pesula ja yhteissauna sekä kerhotilat. Pienkerrostalo on kolme kerroksinen ja rivitalot kaksi kerroksisia. [6.]

Opinnäytetyön esimerkki kohteena toimii kuvassa 11 olevan E-talon 1-4 krs kylpyhuoneet, joissa märkätilojen kevyet seinärakenteet on toteutettu Kahi väliseinäpontilla. Joka kerroksessa on neljä huoneistoa, joissa kahdessa kylpyhuoneessa on myös sauna. Saunan seinät toteutettiin myös muuraamalla. Pääsääntöisesti yksi seinä on huoneistojen

välinen 200 mm leveä betonielementtiseinä ja muut kevyet väliseinät märkätiloissa on toteutettu Kahi väliseinäpontilla 300x85x198 mm. Kohde oli sääsuojan alla ATT:n käytännön mukaisesti, joten vesikaton ei tarvitse olla vielä vesitiivis, kun vertailtavana olevien väliseinien työvaiheiden toteutus voidaan aloittaa. Sääsuojan asentaminen on haasteellista, mutta siihen erikoistuneet yritykset hoitavat sen ammattitaitoisesti ja suhteellisen nopeasti. Tällä tavalla menettelemällä rakennus pysyy sateelta suojassa ennen varsinaisen vesikaton valmistumista. Kuvassa 12 näytetään esimerkkikohteena oleva E-talo sääsuojan asennusvaiheessa sekä valmis sääsuoja. [6.]



Kuva 12. Vasemmalla puolella sääsuojan asennus käynnissä ja oikealla sääsuoja valmiina.

Kesällä ilman suhteellinen kosteus voi nousta sisätiloissa todella korkealle ja tämä edellyttää ilmanvaihdon riittävää määrää, jotta kosteus ei hidasta rakenteiden kuivumista. Sääsuojan ansiosta ulkopuolelta tuleva vesi ei pääse enää kastelemaan rakenteita, mutta toisaalta rakenteissa oleva kosteus ei pääse haihtumaan ilman kunnollista ilmanvaihtoa. Betonin kuivumiseen vaikuttaa alla olevassa luetelmassa mainitut tekijät.

- ilman suhteellinen kosteus 50 %
- ilman lämpötila 20 celsius astetta
- rakenteiden kastuminen estetään kuivumisjakson aikana [8.]

Näillä toimenpiteillä voidaan varmistua, että rakenteiden kuivumiselle luodaan ihanteelliset olosuhteet ja mahdolliset betonin kosteusongelmat voidaan välttää. [8,28.]

4.2 Lähtötilanteen kuvaus esimerkkikohteessa

Tutkimuksessa vertaillaan samojen neliömäärien toteuttamista eri menetelmillä ja niiden kustannuksia sekä aikataulua. Alla olevassa luetelmassa esitetään tutkimuksessa vertailtavina olevat kevyet seinärakenteet.

- kahi väliseinäpöntti
- teräsranka ja kipsilevy
- kahi väliseinäpöntti ja teräsranka ja kipsilevy yhdistelmä

Märkätiloissa olevat kevyiden väliseinien neliömäärät on laskettu kohteen pohjakuvien mukaan. Märkätiloissa on yhteensä väliseiniä noin 312 m² eli yhdessä kerroksessa on märkätiloissa seiniä noin 78 m². Vertailussa huomioidaan kaikki työvaiheet, jotka liittyvät märkätilojen kevyisiin seinärakenteisiin, jotka tulee olla suoritettuna ennen opinnäytetyön rajauksena olevaa vedeneristys- ja laatoitustyötä. Kuvassa 13 olevassa taulukossa näytetään, mitä eri työtehtäviä sisältyy työvaiheisiin. Alle on myös merkitty muutama työvaihe, jotka on syytä huomioida ennen vedeneristys- ja laatoitustöiden alkua. Nämä eivät suoraan liity opinnäytetyön aiheeseen, mutta selkeyttävät hieman työmaan eri tehtävien järjestyksen kulkua. Taulukosta voi päätellä, että levyrakenteisena väliseinät toteuttamalla päästään aikaisemmassa vaiheessa aloittamaan steppi-styroxin asennus sekä plaanolattiat. Steppi-styroxin asennuksella on tarkoitus parantaa huoneiston äänitekniisiä

ominaisuuksia. Steppi-styrox toimii askeläänieristyksenä kantavan rakenteen ja kelluvan lattian välillä. [1,6.]

TYÖVAIHEIDEN KULKU		
Kahi väliseinäpöntti	Teräsranka ja kipsilevy	Kahi väliseinäpöntti/ teräsranka ja kipsilevy yhdistelmä
Muuraus	Teräsranka ja 1 puolinenkipsilevy	Muuraus
Roilous	Sähkötyöt	Roilous
Sähkötyöt	Tuplaus	Sähkötyöt
Rappaus	Alakattorungot ja levy	Rappaus
Nollatasoitus		Nollatasoitus
Teräsranka ja 1 puolinenkipsilevy		Teräsranka ja 1 puolinenkipsi
Sähkötyöt		Sähkötyöt
Tuplaus		Tuplaus
Alakattorungot ja levy		Alakattorungot ja levy
STEPPI-STYROX JA PLAANOVALU		
MAAKOSTEA KAATOVALU		
TASOITUS- JA MAALAUSTYÖ VOI ALKAA		
VEDENERISTYS- JA LAATOITUSTYÖ VOI ALKAA		

Kuva 13. Taulukossa vertailtavien menetelmien työvaiheiden järjestys ja sisältö.

Kahiseinään kuuluvat työt on merkitty taulukkoon oranssilla ja levyrakenteiseen seinään kuuluvat työt vaaleansinisellä. Väreillä on tarkoituksena selventää sisätyövaiheen eri työtehtävien järjestystä ennen seuraavien työvaiheiden alkamista.

Levyrakenteisen seinän kohdalta voi huomata, että vaaleanvihreällä merkitty steppi-styroxin asennus voidaan aloittaa aikaisemmassa vaiheessa kuin kahi- tai yhdistelmäseinää käytettäessä. Steppi-styrox voidaan asentaa vasta siinä vaiheessa, kun väliseinät on tuplattu. Välillä voi joutua tekemään poikkeuksia järjestyksen suhteen, mutta pääsääntöisesti tämä on helpoin, nopein ja kustannustehokkain toteuttamisjärjestys. Jos tuplausta ei ole suoritettu, huoneistossa on jäljellä kipsilevyjä, joille joudutaan rakentamaan seinäpukit, joiden päälle levyt voidaan väliaikaisesti nostaa. Tämä tuo työmaalle ylimääräisiä kustannuksia pukien rakentamiseen käytettävistä materiaaleista sekä työnosuudesta. Tämä vaikuttaa myös väliseinien levytykseen, sillä levyt on yleensä mitoitettu huoneiston korkeuden mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että väliseinämies joutuu leikkaamaan jokaisesta levystä noin 5-7 cm pois ennen asennusta. Märkätiloissa muilla tavoilla väliseinät toteuttamalla joudutaan myös muiden tilojen levyrakenteiset seinät toteuttamaan ennen steppi-styroxin asennusta, sillä levyseiniin käytettävät materiaalit on nostettu runkovaiheessa täsmänostoina kerroksiin. [17.]

Plaanovalu suoritettiin esimerkkikohteessa kahdessa osassa erillisinä päivinä. Ensimmäisenä päivänä valettiin kahden kerroksen huoneistojen lattiat ja seuraavana päivänä loput kahden kerroksen lattiat. Valutyö aloitettiin ylhäältä alaspäin, jotta mahdolliset vuotokohdat eivät aiheuta alempana olevaan pintaan jälkikäteen paikattavia koloja. Ennen plaanotyötä on tärkeää, että tiivistetään kaikki mahdolliset läpiviennit sekä muut havaitut aukot. Tiivistykseen voidaan hyödyntää akryylimassaa tai erilaisia muita tasoitteita, joilla saadaan riittävän tiivis pinta aikaan.

Kohteessa on kylpyhuoneiden kohdalla käytetty kuorilaattoja, jonka päälle on tehty kuvan 14 mukaisesti viemärihajotukset ja päälle noin 200 mm vahva betonivalu. Huoneistojen muulla osalla on käytetty ontelolaattoja. Eli edellytykset kevyiden väliseinien aloitukselle täyttyvät tämänkin osalta. Väliseinien toteuttamisen jälkeen asennetaan vesikiertoinen lattialämmitysputkisto kylpyhuoneisiin. [1.]



Kuva 14. Viemärien hajotukset tehty kuorilaatan päälle ennen 200 mm paksua betonivalua.

Vaaleanharmaalla värillä on kuvattu kuvan 13 taulukossa lattialämmitysputkiston asennuksen jälkeen märkätiloihin tuleva kaatovalu, jotka toteutettiin maakostealla betonilla. Kylpyhuoneiden kaatolattiat valettiin kahdessa osassa eli kahdeksan lattiaa per päivä. Valujen jälkeen lattiat suojattiin viikon ajan rakennusmuovilla valu-urakoitsijan ohjeiden mukaisesti. Valmistajan mukaan maakosteabetoni on pinnoituskuiva noin neljän viikon kuluttua valusta. Ennen lattian vedeneristystöiden aloitusta tulee kuitenkin varmistaa porareikämittauksella, että alusta täyttää vedeneristevalmistajan suhteellisen kosteuden RH 90% ennen vedeneristeen asennusta. Vedeneristeenä kohteessa oli käytössä Miran valmistama mira 4400 multicoat-vedeneriste. [8,21,25.]

Tasointus- ja maalaustyöt on taulukossa suunniteltu alkavan ennen vedeneristys- ja laatoitustöitä, koska näin voidaan välttää kipsipohjaisen tasoitteen leviäminen märkätiloihin ja laatoitettuihin pintoihin. Vedeneristys- ja laatoitustyöt voidaan sovittaa alkamaan siinä vaiheessa, kun tasointeporukka on kolmannessa kerroksessa ja maalari toisessa

kerroksessa. Näin jokaisella on käytössä oma kerros, joka on rauhoitettu kyseiseen tehtävään eikä häiriötekijöitä pitäisi olla hidastamassa työtahtia. [14.]

Kohteessa huoneistoihin tulevat IV-kanavat sekä vesi- ja lämpöputkien käytävästä tulevat syötöt asennettiin vasta muuraustyön jälkeen, joten tämä aiheutti runsaasti timanttiporausta ja -sahausta. Tässä kohteessa LVV- ja IV-urakoitsija tuli mukaan vasta väliseinien muuraustöiden jälkeen ja tästä syystä työjärjestys muuttui. Tämä aiheutti lisäkustannuksia jälkikäteen tehtävistä kulkureiteistä. Näiden aiheuttamia kustannuksia käsitellään tarkemmin tutkimuksen luvussa 6, jossa vertaillaan eri työmenetelmien kustannuslaskelmia. Siellä esitetyistä kaavioista näkee paljonko kustannukset lisääntyvät, jos IV-kanavat ja vesi- ja lämpöputket asennetaan muurauksen jälkeen. [4.]

Tutkimuksen kokonaisvaltaisen hyödyn kannalta IV-kanavien oletetaan olevan valmiiksi asennettuna ja vesi- ja lämpöputket on tuotu kylpyhuoneen puolelle porraskäytävästä eli ainoastaan yläpohjaan tulevat vesi- ja lämpöputkienhajotukset on enää tekemättä. Näin kaikille vertailtaville kevyille väliseinämenetelmille luodaan yhtäläiset edellytykset toteutukselle ja vertailu tapahtuu normaaleissa olosuhteissa kaikilla tavoilla toteutettuna. Ennen vedeneristys- ja laatoitustöitä huoneistoissa tulee asentaa vesikiertoinen lattialämmitysputkisto sekä toteuttaa kaatovalut maakostealla betonilla. Lisäksi tulee huomioida ennen tasoite- ja maalaustöiden alkua, että huoneistojen onteloiden osalle tulee asentaa steppi-styrox ja valaa sen päälle kuiviin tiloihin plaanolattiat.

Opinnäytetyössä oletetaan, että riippumatta käytettävien väliseinien materiaalista, ne on nostettu jo runkovaiheessa täsmänostona kerroskohtaisesti kuten kuvassa 15 olevat kahiseinän muurauksessa käytetyt materiaalit. Työvaiheessa käytettävät materiaalit tulee olla 15 metrin säteellä työpisteestä.



Kuva 15. Runkovaiheessa täsmänostona tulevat Kahi väliseinäpöytä ja oven ylityspalkit.

Ennen työvaiheen aloitusta tulee varmistaa, että aloituspalaveri on pidetty ja mestat on tarkastettu sekä mahdolliset korjaukset on suoritettu. Mittamies on käynyt merkkäämassä väliseinien paikat valmiiksi ja mesta on siinä kunnossa, että työ voidaan käynnistää. Tehtävän aloitusedellytyksien voidaan katsoa täyttyvän, kun seuraavassa luettelussa mainitut asiat ovat kunnossa. [13,16,17.]

- suunnitelmat saatavilla (pohjapiirustus, detaljit, rakennus- ja työselostus sekä materiaalivalmistajien ohjeet)
- materiaali ja kalusto kohteessa (käytettävät materiaalit lähellä ja tarvittavat telineet)
- kohde rauhoitettu muilta töiltä
- alustan laatu tarkastettu ja hyväksytty [13.]

Tutkimuksen lähtökohtana on, että kaikilla vertailussa olevilla tavoilla toteutettuna lähtötilanne on sama ja edellytykset työn aloittamiseen ovat yhtäläiset. Työsuoritteiden määrät on laskettu kohteen pohjapiirroksista laskettujen pinta-alojen ja juoksumetrioiden mukaan. Kivirakenteisiin seiniin tulevien roilojen ja reikien määrät on laskettu LVIS-suunnitelmista sekä levyrakenteisiin seiniin tarvittavat kalustetuet on myös huomioitu esimerkiksi kohteen pohjapiirustuksista laskemalla. [1.]

4.3 Työturvallisuus

Opinnäytetyön tilaajana toimiva Skanska on ollut yhtenä suurimmista rakennusalan toimijoista tuomassa työturvallisuus kulttuuria rakennustyömaille Suomessa. Skanskalla panostetaan työturvallisuuteen, sillä heidän mottonaan on, että jokainen heillä työskentelevä pääsee terveenä kotiin työpäivän jälkeen. [26.]

Rakennusalalla tapahtuu vuosittain työtapaturmia, jotka aiheuttavat sairauspoissaoloja. Osa näistä on päivän tai korkeintaan viikon kestäviä, mutta on myös pidemmän poissaolon vaativia tapaturmia kuten esimerkiksi välilevyjen pullistumat sekä polvivammat. Nämä aiheutuvat yleensä huonoista nostoasunnoista sekä vääränlaisista työpukeista ja -telineistä. Lisäksi rakennusalalla tapahtuu valitettavasti myös kuolemaan johtaneita tapaturmia vuosittain. Työturvallisuus käyttäytymisen omaksuminen ja työn turvallisuussuunnitelmien laatiminen huolellisesti voi auttaa välttämään näiden tapahtumisen. Opinnäytetyössä avataan hieman, millä tavalla rakennustyömaalla pyritään luomaan työturvallisuus paremmaksi ja samalla vähentämään tutkimuksessa esiteltyihin työvaiheisiin liittyviä riskitekijöitä, jotka voivat aiheuttaa tapaturmia. [26.]

Kaikki rakennustyömaalla työskentelevät henkilöt tulee perehdyttää työmaalle. Työnjohdon tehtävänä on varmistaa, että jokainen työntekijä tietää, millä tavoin työmaalla tulee

toimia riippumatta siitä, onko kokenut rakennusalan ammattilainen tai kesätyöntekijä. Kaikilla työmaalla työskentelevillä tulee olla kuvallinen henkilökortti ja voimassa oleva työturvallisuuskortti. [26.]

Henkilökohtaiset suojaimeet määräytyvät tehtäväkohtaisesti, mutta kypärä, turvajalkineet, heijastava vaatetus, suojalasit ja suojahansikkaat tulee olla kaikilla. Kuulosuojaimet, hengityssuojaimet, valjaat sekä muut erityisvarusteet määräytyvät työn edellyttämällä tavalla. [26.]

4.3.1 TTS

Kaikista työtehtävistä on suositeltavaa tehdä työryhmän ja työvaihetta johtavan työnjohtajan kanssa TTS eli työn turvallisuussuunnitelma. Työn turvallisuussuunnitelmassa tulee käydä ilmi ainakin alla olevassa luettelossa mainitut seikat.

- ketkä sen ovat laatineet
- mitä tehtävää TTS koskee
- mitä erityissuojaimia tarvitaan
- työn vaarat ja miten ne vältetään
- onko kyseessä tarkennettua suunnittelua vaativa työ [26.]

Usein työnjohtaja ei välttämättä tunne työvaihetta niin hyvin kuin työryhmä ja näin ollen suunnitelmasta tulee kattavampi, kun se tehdään yhdessä. Samoin osapuolien sitoutuminen noudattamaan suunnitelmaa paranee, kun se on yhdessä laadittu.

4.3.2 Tutkimuksessa esiteltävien työvaiheiden erityisvaarat

Tässä opinnäytetyössä vertailtavista väliseinien toteutuksesta on aina tarpeellista tehdä TTS. Näin voidaan minimoida mahdolliset työtapaturmat, joita voi tapahtua työvaiheiden toteuttamisen aikana.

Kahimuurauksessa erityishuomiota tulee kiinnittää työskentely- ja nostoasentoihin, jotta selkä ja olkapään nivelet eivät joudu yllirasitustilaan, joista voi aiheutua sairausloman tarvetta. Näiden ehkäisemiseksi kannattaa telineet mitoittaa kohteeseen sopiviksi, jolloin

ei ole tarvetta nostaa harkkoja turhaan hartialinjan yli. Tiililetkojen siirtämisessä tulee kiinnittää huomiota erityisesti sormien litistymiseen letkan ja tiilikärryn väliin.

Samoin on syytä kiinnittää huomiota pölynhallintamenetelmiin, joilla pystytään vähentämään erityisesti laastin sekoituksesta aiheutuvaa pölyn leviämistä muualle huoneistoon. Näissä tilanteissa on havaittu kohdepoisto hyväksi keinoksi vähentää pölyn leviämistä ympäristöön. Mestän siivouksen aikana tulisi myös käyttää riittävän hyvää hengityssuojainta, jotta vältetään hienojakoisen pölyn siirtyminen hengitysteiden kautta keuhkoihin. [26.]

Märkätilan toteuttamisessa levyrakenteisena kannattaa erityishuomiota kiinnittää levyjen siirtoon sekä niissä käytettäviin nostoasentoihin. Skanskalla on nykyisin käytössä pelkästään 900 mm leveät kipsilevyt, joiden käytön ansiosta ollaan huomattu, että sairauspoissaolot on vähentyneet merkittävästi. 900 mm leveää levyä käyttämällä siirron aikana alimmaisena olevaan käteen ei kerry niin paljon rasitusta kuin 1200 mm leveää levyä käytettäessä. [26.]

Teräsrankoja käytettäessä tulee myös kiinnittää mahdollisiin viiltohaavojen syntymiseen huomiota sekä keinoihin, jolla näitä voidaan välttää. Samoin kipsilevyjen leikkaamisessa käytettävän katkoteräveitsen aiheuttamiin viiltohaavoihin on syytä varautua. Hyvänä keinona on käyttää työskentelyssä 5 luokan viiltosuojahansikkaita. [26.]

Molemmissa työvaiheissa on syytä kiinnittää myös huomiota oikeanlaisiin työpukkeihin, telineisiin ja työtasoihin. Työvaiheissa joutuu nousemaan ja laskeutumaan päivän aikana useaan otteeseen, jolloin polviin voi aiheutua paljon rasitusta. Tämä voi pitkän ajan kuluessa aiheuttaa erilaisia polvivammoja. Myös käytettävien työpukkien ja telineiden käyttökuntoon tulee kiinnittää huomiota joka päivä ennen töiden aloitusta, sillä huonokuntoinen teline tai työpukki voi olla hengenvaarallinen. [26.]

5 Tutkimuksessa vertailtavat kevyet väliseinärakenteet

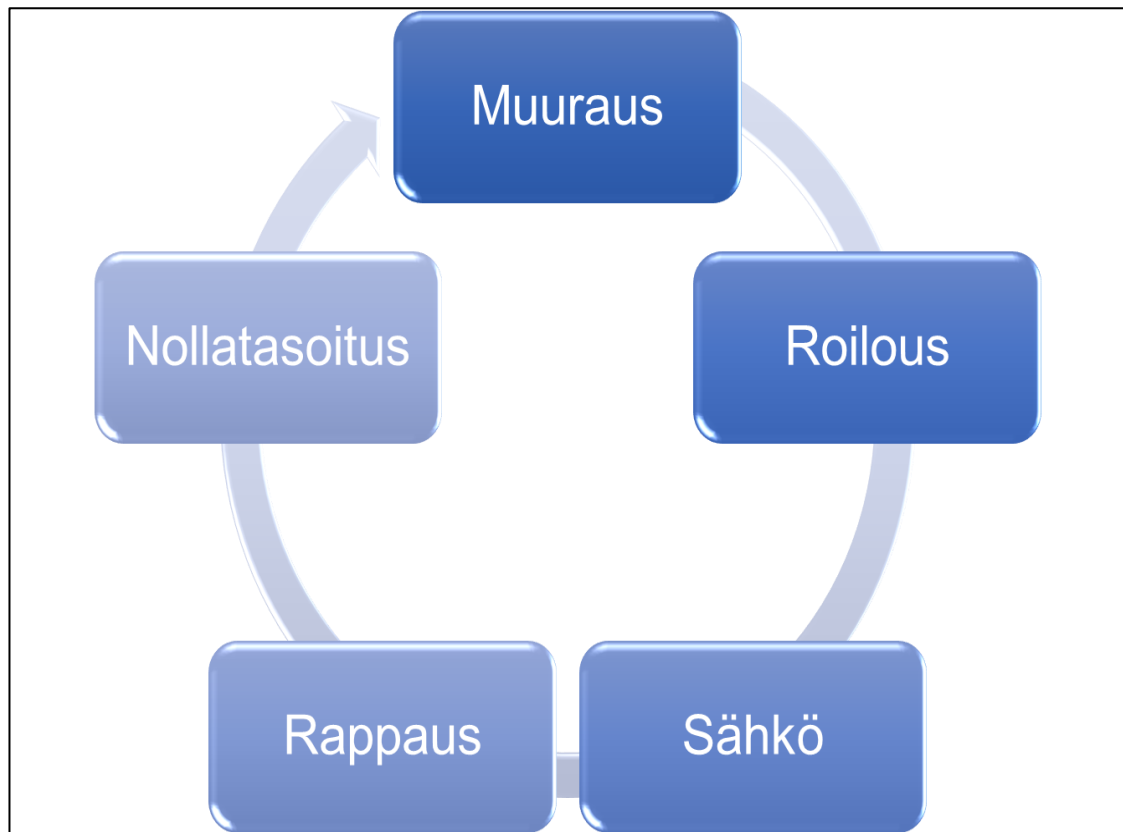
5.1 Kahiseinä

Opinnäytetyössä kivirakenteisena kevyen väliseinärakenteen materiaalina käytetään Weberin Kahi Väliseinäponti 300x85x198 ja kiinnityslaastina ohutsaumalaasti Weber Vetonit OL 15 25 kg. Aloitusvarvin muuraukseen käytetään muurauslaasti Weber Vetonit ML 5 M100/600 25 kg ja lähtöriivin alle laitetaan huopakaista, jolla estetään kapillaarisen kosteuden nouseminen rakenteeseen. Oviaukkojen ylityksen kohdalla käytetään valmista väliseinäpalkki Kahi VHR4 1200x85x198 mm. Asennuksessa noudatetaan valmistajan suunnittelu- ja työohjetta, joka löytyy liitteestä 2 ja Ratu 0481, Ohutsaumamuuraus sekä RT-kortin 35-10841, Kalkkihiiekkaharkot ohjeistuksia. Liitteestä 8 löytyy kahiseinän rakennetyyppikuva. [16,17,19,20.]

Muuraustyössä käytettävät ohutsaumalaastit ja aloitusvarvissa tarvittavat muurauslaastit löytyvät kerroksittain sovitusta paikasta. Työmaa-aikainen vesi toteutetaan porraskäytävään Pex-vesiputkella sekä jokaiseen kerrokseen tulevalla hanalla. Tämän jälkeen edellytykset muuraustöiden aloitukselle täyttyy ja työ voidaan aloittaa. [11.]

5.1.1 Työvaiheen sisällön kuvaus

Ennen työvaiheen alkua on suunniteltava työjärjestys, josta näkee työtehtävien hierarkian. Näin eri urakoitsijoilla on mahdollisuus toteuttaa omaan työhön kuuluvat tehtävät yhdellä kerralla huoneistossa siinä laajuudessa, kun se tässä vaiheessa on mahdollista. Työtehtävien yhteensovittaminen on todella tärkeää ja mitä enemmän erillisiä työtehtäviä sisältyy työvaiheeseen, sitä hankalampaa se on. Kuvassa 16 näytetään, mitä työtehtäviä työvaiheeseen sisältyy ja mikä niiden järjestys on, kun märkätilan seinät toteutetaan kivirakenteisina. Työvaiheen sisältämät työvaiheet sekä niiden järjestys on otettu esimerkkikohteen mukaisesti. Poikkeuksena kuitenkin huoneistojen IV-kanavat ja vesi- ja lämpöputket, jotka asennettiin esimerkkikohteessa vasta muuraustöiden jälkeen. [17.]

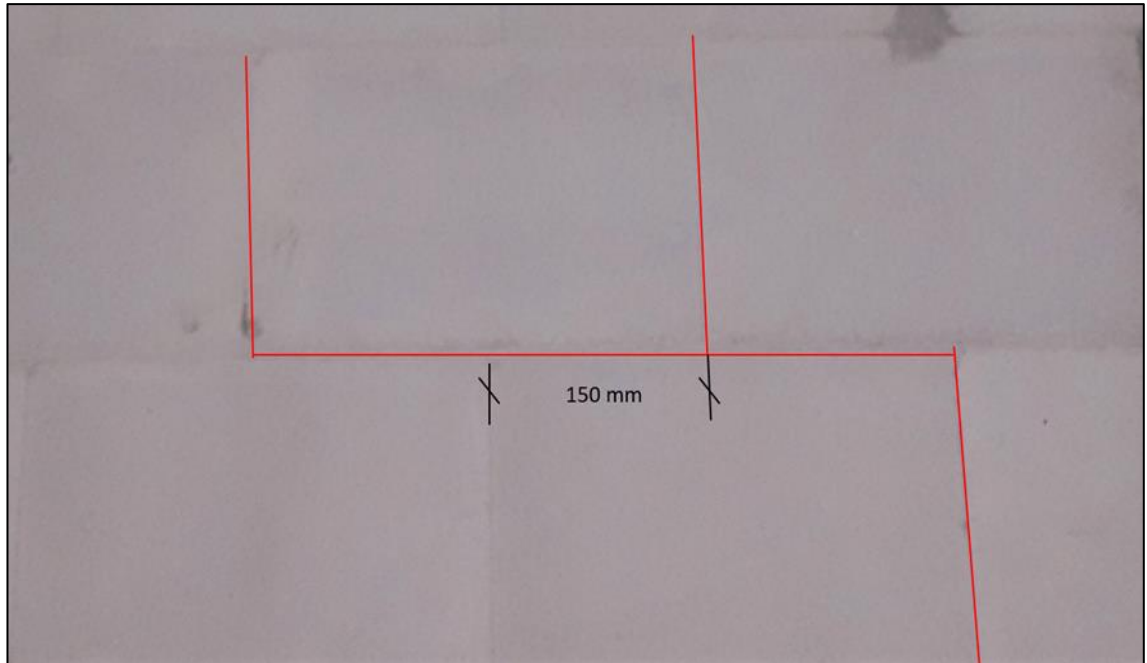


Kuva 16. Muurattuna märkätilan seinien tekemiseen sisältyviä työtehtäviä.

Muuraus sisältää alla luetellut työtehtävät.

- muurausohjaimien ja vihjeiden asennus
- laastin sekoitus porakonevispilällä
- tartuntojen poraaminen ja asennus
- kahien siirto 15 metrin säteellä
- kahien leikkaaminen ja muuraaminen
- jätteiden siivous yhteen kasaan [14,16,18.]

Muurauksessa käytetään kuvassa 17 olevaa puolen kiven limitystä. Tällä varmistetaan, että harkoissa olevat ontelot pysyvät samassa linjassa ylös asti. Tällä tavalla voidaan onteloita hyödyntää mahdollisesti sähköputkituksien yhteydessä. Tämä edellyttää, että reiät eivät ole täynnä muurauksessa käytettyä ohutsaumalaastia. Jos näin on päässyt käymään, on helpompaa roilota sähköputkien tarvitsemat reitit, kun yrittää saada tukosia auki muulla tapaa. [16,18,24.]



Kuva 17. Puolen kiven limityksen periaate.

Kun kylpyhuoneen kaikki seinät ovat ylös asti muurattuina tulee työvaiheen työnjohtajan tarkastaa muuraustyön laatu. Toleranssit löytyvät kohdasta 5.1.2 löytyvästä taulukosta. Erityisesti oviaukkojen kohdat kannattaa tarkastaa, että ovenkarmit mahtuvat paikoilleen, kun niitä myöhemmässä vaiheessa asennetaan. Tämän jälkeen sähkö-, LVV- ja IV-urakoitsijan tulee merkata tarvittavat roilot sekä reikien paikat. Viimeistään tässä vaiheessa on syytä tarkistaa talotekniikka suunnitelmien ja arkkitehdin kylpyhuonekaavion mahdolliset ristiriidat, jotka voivat yllättää, jos ristiriitoja havaitaan. Tämä voi aiheuttaa runsaasti jälkitöitä, jos paikkoja joudutaan myöhemmin siirtämään. [13.]

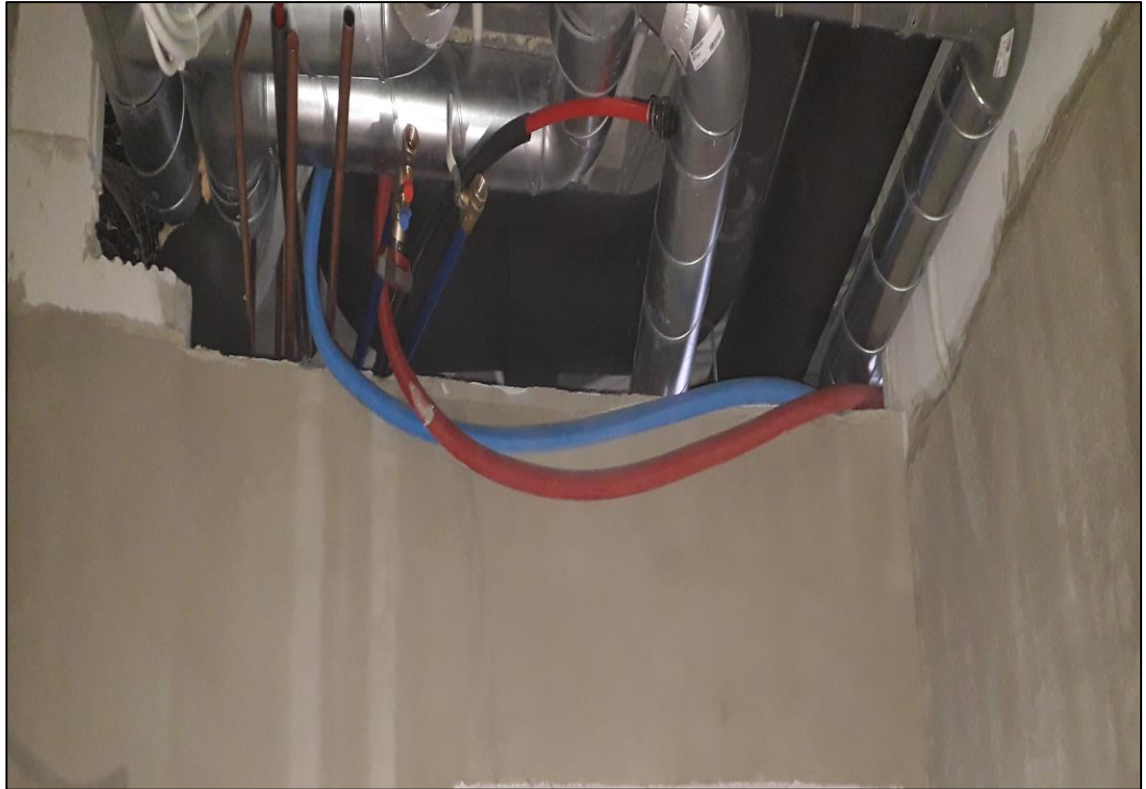
Paikkojen merkkauksen jälkeen tilataan timanttikoraukseen ja -sahaukseen erikoistunut yritys toteuttamaan tarvittavat reiät ja roilot. Tässä työssä kannattaa mieluummin palkata yritys toteuttamaan ne, koska heillä on käytössä ammattitaitoiset työntekijät sekä paras mahdollinen kalusto. Vaihtoehtoina on kuiva- tai märkäsahaus, joka valikoitui esimerkkikohteessa sen perusteella, kummalla tavalla on helpompaa tai mahdollista toteuttaa ne. Työvaiheessa on syytä huolehtia, että kaikki kylpyhuoneeseen tulevat roilot ja reiät on tehty kerralla. Seuraavanlaisia talotekniikkaan liittyviä, seiniin jälkikäteen roilottavia varauksia tuli esimerkkikohteessa. [4.]

- sähköasiat ja mahdolliset putkitusreitit (kahissa olevat reiät mahdollisesti täynnä laastia)
- sähköhylyjen läpimeno
- pesukoneen ja LTO-koneen poisto (lämmöntalteenotto kone)
- lattianlämmitysputket (meno-paluu, lattiasta katonrajaan asti)
- IV-kanavien reitit (voidaan tehdä jälkikäteen timanttioralla kuten kuvassa 18)
- vesi- ja lämpöputkien reitit (voidaan tehdä jälkikäteen timanttioralla kuten kuvassa 18)



Kuva 18. Seinän läpi tulevia IV-, lämpö- ja vesiputkia, jotka asennettu muuraustyön jälkeen.

Normaalilla työjärjestyksellä toimittaisiin kuten kuvassa 19, IV-kanavat ja vesi- ja lämpöputket on asennettuna ennen muuraustöitä, jolloin vältetään runsaasti lisäkustannuksia aiheuttavat timanttioraukset.



Kuva 19. IV-kanavat ja vesi- ja lämpöputket asennettu ennen muurausta.

Roilouksen jälkeen talotekniikka urakoitsijat pääsevät suorittamaan omat työnsä seuraavassa järjestyksessä

- 1. IV-kanavat (normaalissa tilanteessa asennettu ennen muurausta)
- 2. vesi, lämpö ja viemäri (Viemärihajotukset asennettu kuorilaatan päälle ennen muuraustöiden aloitusta. Normaali tilanteessa vesi- ja lämpöputket olisi tuotu märkätilan puolelle yläpohjaan ennen muurausta. Poikkeuksena PEX-putkella toteutettavat seinän sisään tulevat hanakulmarasiat.)
- 3. sähkö (putkitukset, rasioinnit ja johdotukset)

Asennusjärjestys voi hieman vaihdella, mutta pääsääntöisesti nopeampaa ja helpompaa on, kun isoimmat putket asennetaan ensin ja sen jälkeen muut. Suunnitelmissa talotekniikan osa-alueille on omat paikkansa ja jos suunnitelmia läpikäydessä on huomioitu mahdolliset yhteentörmäykset ja tarvittavat muutokset on päivitetty, ei ongelmia pitäisi tulla.

Kun kaikki on asennettu ja urakoitsijoilta on saatu varmistus, että kaikki tarvittavat talotekniikan osat ovat paikoillaan, voidaan roilot ja rasian reiät rapata umpeen.

Rappauksessa tulee huolehtia, että laastia tulee putkien ympärille tasaisesti, eikä tyhjiä kohtia jää paikka paikoin. Samoin tulee varmistaa, että putket pysyvät riittävän syvällä eivätkä pääse nousemaan pinnalle rappauksen yhteydessä. Tässä voi hyödyntää reikävannetta ja puukiilaa apuna, mutta tämä edellyttää kahta rappauskierrosta. Menetelmässä propataan reikävanteen pätkä seinään kiinni ja puukiilalla painetaan putket paikalleen. Kun laasti on kuivunut, voidaan reikävanne irrottaa ja täyttää myös nämä kohdat laastilla. [24.]

Tämän jälkeen primeroidaan lattia ja asennetaan siihen teräsverkko, johon kiinnitetään vesikiertoinen lattialämmitysputkisto. Tämän jälkeen valetaan kaatolattiat maakostealla betonilla, jonka jälkeen voidaan aloittaa nollatasoitus, jonka tarkoituksena on saada seinien alustan pohjat täyttämään vedeneristys- ja laatoitustöiden toleranssit. Ennen nollatasoitusta kannattaa kuitenkin tarkastaa nurkkien suorakulmat sekä seinien pystysuoruus, jotta nämä voidaan oikaista karkeammalla tasoitteella tarvittaessa etukäteen. Nollatasoituksessa voidaan käyttää sementtipohjaisia märkätiloihin soveltuvia tasoitteita kuten esimerkiksi märkätilatasoite Weberin vetonit MT. Nollatasoituksessa seinät käydään kauttaaltaan läpi tasoitteella kuten kuvassa 20 on tehty ja tämän jälkeen kannattaa tehdä vielä kevyesti hionta kauttaaltaan, jotta saadaan pinnalta kaikki pienemmätkin epätasaisuudet poistettua. Erityisesti alareunoihin ja nurkkiin voi tasoituksen aikana kertyä ylimääräistä laastia tai jäädä koloja. Nämä tulee hoitaa kuntoon ennen vedeneristystöiden aloitusta. [12,13,15,16,18.]



Kuva 20. Seinäpinnat nollatasoituksen jälkeen.

Nollatasoituksen jälkeen voidaan aloittaa vedeneristys- ja laatoitustyöt. Tämä edellyttää tietenkin, että pohjat on käyty yhdessä vedeneristys- ja laatoitusurakoitsijan kanssa tarkastamassa ja mahdolliset korjaukset suoritettu. [13.]

5.1.2 Laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset valmiille ohutsaumamuuratulle kalkkiahkalla tehdyille kevyille seinärakenteille tulevat Rakennustöiden laatu 2017 ja SisäRyl 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talorakennuksen sisätyöt julkaisuista. Esimerkki kohteen vaatimustaso määräytyy luokka 2 mukaan asuin-, liike- ja toimistorakennusten tai vastaavien rakennusten rakennusosat sarakkeesta, jotka löytyvät taulukosta 1. [13,19,20.]

Taulukko 1. Kalkkiharkkomuurauksessa noudatetaan harkk väliseinämuurauksen toleransseja Rakennustöiden laatu 2017 julkaisun mukaisesti [13].

Pilarien ja seinien suurimmat sallitut poikkeamat (RunkoRYL 2010, taul. 511:T5)			
Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat ²⁾ , seinän paksuus ¹⁾ sivumitasta ³⁾	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Pilarin poikkileikkauksen mitat, seinän paksuus enintään ¹⁾	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
Käyryys ³⁾	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
Kaltevuus ³⁾	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
Kaltevuus enintään ³⁾	± 12 mm	± 18 mm	± 30 mm
Kaltevuus kolmen kerroksen matkalla ³⁾	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoituksessaan ³⁾	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
Sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Rakoseinän seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm

¹⁾ Yhden seinäpuoliskon paksuus rakoseinissä.
²⁾ Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seinä tai pilareita, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleiden mittapoikkeamista.
³⁾ Mitattuna ylä- ja alapään keskipisteiden yhdistyslinjasta.

RunkoRYL 2010 taulukoiden 511:T5-T9 toleranssivaatimukset ovat voimassa, mikäli niihin on asiakirjoissa viitattu.

Seinien aukot (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T7)			
Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Seinän aukkojen mitat	± 3	± 5	± 8
Sivusijainti	± 5	± 8	± 12

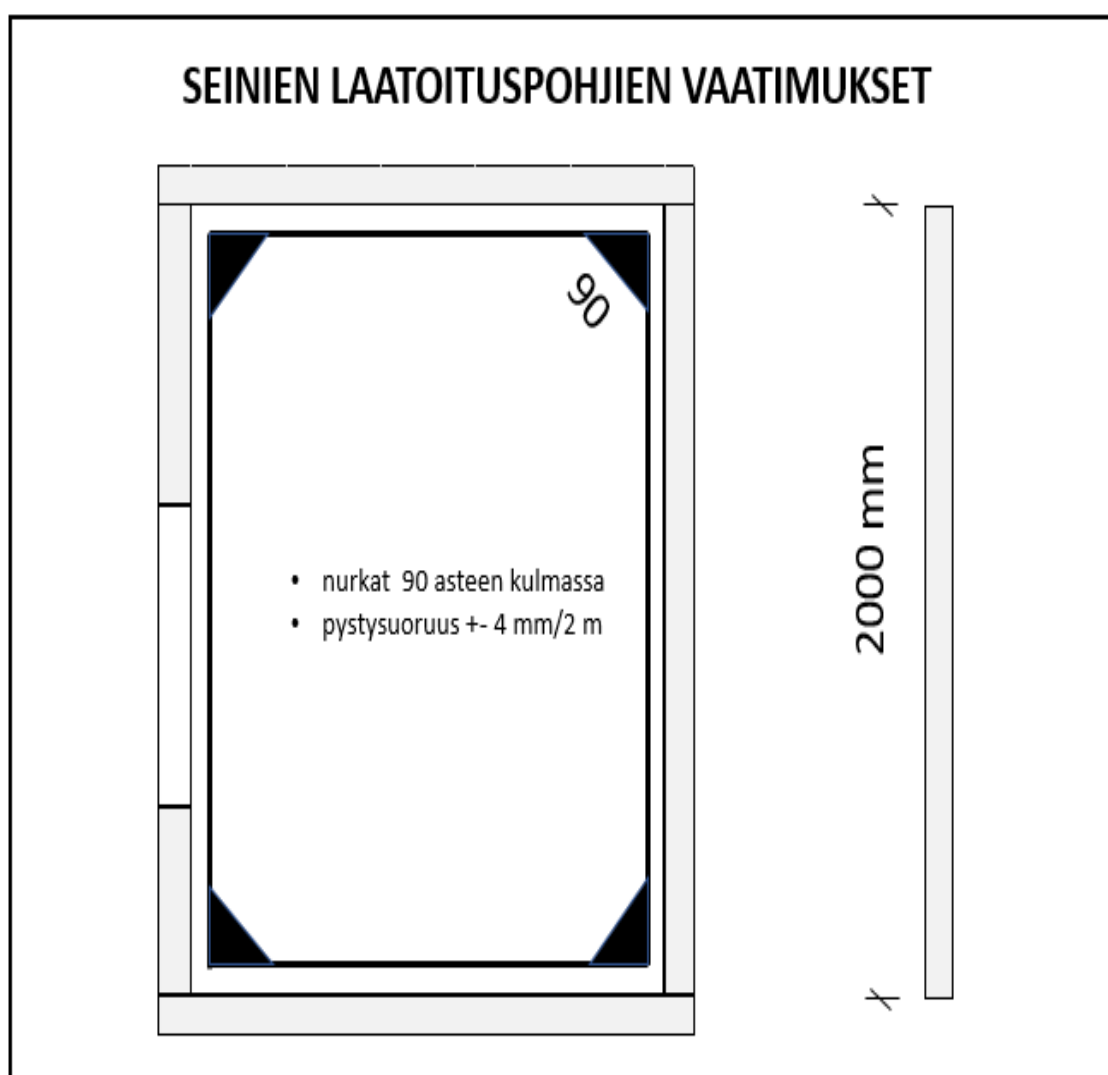
Saumat ja ilmitys (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T8)			
	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2	± 3	± 5
Limitetyn muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 3	± 8	± 12
Limittämättömän muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 2	± 5	± 8
Sauman syvyys pintaan verrattuna	± 3	± 3	± 3
Vaakasauman paksuus	± 3	± 3	± 3
Pystysauman paksuus	± 5	± 5	± 8

* Koskee vain puhtaaksi muurattua rakennetta

Näkyviin jäävien, allepintaleista tilittä puhtaaksi muurattujen väliseinien ulkonäkö (RunkoRYL 2010 taulukko 511:T9)			
Laatutekljät	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sallittu hammastus	2 mm	4 mm	6 mm
Lohkeamat keskimäärin	3 kpl/m ²	5 kpl/m ²	8 kpl/m ²
Lohkeamat enintään	6 kpl/m ²	8 kpl/m ²	12 kpl/m ²
- syvyys alle 3 mm enintään			
- ala 0,5...2 cm ²			
Muurauskiven pintaviat	4 kpl/m ²	6 kpl/m ²	8 kpl/m ²
- ala 0,5...2 cm ²			
Rikkoreuna	4 m/m ²	6 m/m ²	8 m/m ²
- syvyys alle 3 mm			
- leveys 2...4 cm			

Laatuvaatimukset määräytyvät kohteen mukaan ja ovat osana työmaan laadunvarmistus menetelmiä. Laadunvarmistamiseen liittyvät tärkeät osa-alueet on lueteltu alla olevassa luetelmassa.

- aloituspalaveri
- mestan vastaanotto ennen aloitusta
- mallityö
- työntekijöiden ja työnjohtajien oma tarkastus työn aikana
- työnvaiheen luovutus (kuva 21) [13.]



Kuva 21. Työnjohtajan kahimuurauksen tarkastusohje, jotta lopputulos täyttää vedeneristys- ja laatoitustöiden aloituksen toleranssit

Näiden avulla voidaan varmistaa, että työvaihe suoritetaan sovitusti ja voidaan vaatia korjaustoimenpiteitä, jos niitä havaitaan. Aloituspalaverissa tulee käydä läpi kohteen laatuvaatimukset ja osapuolet sitoutuvat noudattamaan kirjallisesti näitä sopimuksessa sovittuja asioita. [11,13.]

5.1.3 Potentiaalisia ongelmia kahirakenteessa

Kahilla toteutettavan märkätilan tekoon sisältyy todella paljon ylimääräisiä töitä, joiden kustannuksia ei välttämättä osata ottaa huomioon. Roilouksien ja reikien teko voi tulla maksamaan enemmän kuin itse muuraustyö. Luvussa 6 käydään tarkemmin läpi, millä tavoin kustannukset jakautuvat urakkaan kuuluvien ja urakkaan kuulumattomien töiden välillä. Kahilla on saatavilla myös erikseen tilattuna erillisiä roilokiviä, joissa on jätetty isompi varaus sähköputkituksia varten. Näiden käyttö vähentäisi mahdollisesti roiloamisen määrää, mutta samalla hidastaisi todennäköisesti muuraustyötä ja edellyttäisi todella tarkkaa muuraustyön suunnittelua etukäteen. [24.]

Kahiin kiinnittäminen on todella haasteellista ja kunnollisten kiinnikkeiden valinta on ensisijaisen tärkeää. Varsinkin alakattorungon kiinnittämisessä tulee varmistaa, että kiinnitysmateriaalit pitävät kunnolla. Samoin väliovien karmien kiinnityksessä joutuu usein käyttämään pidempiä kiinnitysruuveja, jotta karmit pysyvät paikoillaan. Valmistajan kotisivuilta löytyy työohje kiinnittämiseen. Seuraavalla sivulla olevasta taulukosta 2 näkee, millaisia kiinnikkeitä valmistaja suosittelee käytettävän. [24.]

Taulukko 2. KAHI-Fischer-kiinnitysoppaasta löytyvän työohjeen taulukosta näkee, millaisia kiinnikkeitä suositellaan käytettävän kiinnityksiin [24].

KUORMITUKSET 1 kN = 100 kg	Leikkaavana kuormana voidaan käyttää sallittua ulosvetokuormaa.				
KEVYET JA KESKIRASKAAT KIINNITYKSET	KOHTEET: taulut, listat, valaisimet, sähkökytkimet, hyllyköt, peilikaapit, kevyet konsolit, naulakot, putkikannakkeet				
Alusta: >= KS20	Sallittu ulosvetokuorma: Frec, kN BETONIRUUVI				BETONIRUUVI
Kahi-väliseinäponti (300x85x198 mm)	DUOPOWER 6 / 6L + ruuvi Ø 5 mm	DUOPOWER 8 / 8L + ruuvi Ø 6mm	DUOPOWER 10 / 10L + ruuvi Ø 8 mm	ASENNUSTULPPA SXRL 8	FBS II 6
• ontelon kohdalla	1,00 / 1,60	1,25 / 2,25	2,20 / 3,85	huom *)	huom *)
• umpiosan kohdalla	1,00 / 1,60	1,25 / 2,25	2,20 / 3,85	huom *)	huom *)
Kahi-runkoponti (300x130x198 mm)					
• ontelon kohdalla	1,00 / 1,60	1,25 / 2,25	2,20 / 3,85	as.syv.min.50mm/ 0,71 as.syv.70-90mm/ 0,86	0,66
• umpiosan kohdalla	1,00 / 1,60	1,25 / 2,25	2,20 / 3,85	as.syv.min.50mm/ 0,71 as.syv.70-90mm/ 0,86	0,66
HUOM *) Soveltuu kun kiinnike asennetaan harkon pituussuunnassa (harkon päähän) esim. karmit					
RASKAAT KIINNITYKSET	KOHTEET: keittiökaapit, saunan lauteet, karmit, lvi-asennukset, saniteetti-kalusteet, koolaukset				
Alusta: >= KS20	Sallittu ulosvetokuorma: Frec, kN				
Kahi-väliseinäponti (300x85x198 mm)	DUOPOWER 10 / 10L + ruuvi Ø 8 mm	ASENNUSTULPPA SXRL 10	FIS VS 300T + KIERRETAPPI Ø 8-12 mm	BETONIRUUVI	BETONIRUUVI
			(ontelossa seulahylsy)	FBS II 6	FBS II 8
• ontelon kohdalla	2,20 / 3,85	huom *)	huom *)	huom *)	huom *)
• umpiosan kohdalla	2,20 / 3,85	huom *)	huom *)	huom *)	huom *)
Kahi-runkoponti (300x130x198 mm)					
• ontelon kohdalla	2,20 / 3,85	as.syv.50-70mm/ 1,00	2,57 / min kivikoko 250x240x240	0,66	1,2
• umpiosan kohdalla	2,20 / 3,85	as.syv.50-70mm/ 1,00	2,57 / min kivikoko 250x240x240	0,66	1,2
HUOM *) Soveltuu kun kiinnike asennetaan harkon pituussuunnassa (harkon päähän) esim. karmit					

5.2 Kipsilevyseinä

Opinnäytetyössä levyrakenteisen kevyen seinärakenteen runkomateriaalina käytetään Gyproc teräsrankaa. Teräsrungossa on kahdenlaisia osia ELPR ja SK, joista ELPR toimii seinän pystyrankana ja SK seinän ala- ja yläjuoksuna. Oviaukkojen kohdalla käytetään kertopuuta, jotta ovenkarmi saadaan kiinnitettyä kunnolla. Alajuoksun alla käytetään huopakasta estämään kosteuden nouseminen kapillaarisesti seinän sisälle. Levypintana toimii märkätilan puolella Märkätilalevy Gyproc GRIE 13, 900x2700x13mm. Ulkopuolella käytetään Kipsilevy Gyproc GNE 13 Normaali Ergo 900x2700x13 mm. Asennuksessa noudatetaan valmistajan kotisivuilta löytyvää ohjeistusta, joka löytyy liitteestä

1 sekä suunnitteluohje Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot. Liitteestä 9 löytyy levyseinän rakennetyypikuva, jonka mukaan seinä tulee toteuttaa. [17,20,23.]

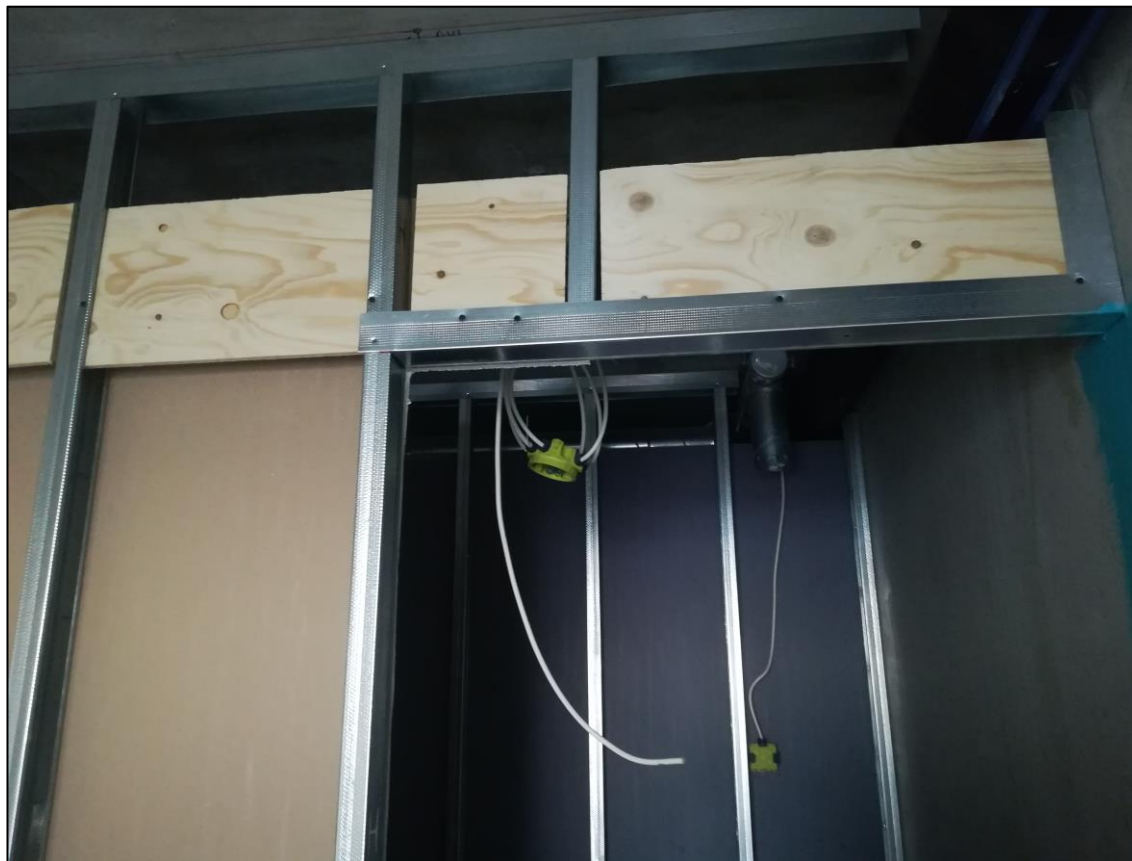
5.2.1 Työvaiheen sisällön kuvaus

Alhaalla olevassa kuvan 22 kaaviossa on kuvattu märkätilan toteuttamiseen levyrakenteisena kuuluvat tehtävät ja niiden järjestys. Järjestys voi vaihdella kohdekohtaisesti, mutta opinnäytetyössä ajatellaan eri tehtävien järjestyksen olevan seuraavanlainen.



Kuva 22. Märkätilan toteuttamisen vaiheet levyrakenteisena

Teräsrankarungon rakentaminen aloitetaan ylä- ja alajuoksun asentamisella. Seuraavana asennetaan pystyranget sekä ovien kohdalle kertopuut sekä kalusteiden tarvitsemat kannakkeet esimerkiksi vanerista kuten kuvassa 23 on nähtävillä. [17,23.]



Kuva 23. Liukuoven kiskoille asennetut vahvikkeet.

Tämän jälkeen voidaan levyttää seinän ensimmäinen puoli. Levytys kannattaa aloittaa kylpyhuoneen puolelta, jotta levyn saa helpommin huoneeseen sisään. Usein myös levytetään ensimmäisenä se puoli, johon tulee enemmän sähkörasioiden reikiä. [17,23]

Seuraavana työjärjestyksessä tulee talotekniikan asennuksien vuoro, joista sähköputkitukset, johdotukset sekä rasiot ovat keskeisessä roolissa. LVV-töiden osalta tässä vaiheessa tulee ainoastaan pesukoneen ja LTO-koneen (lämmöntalteenotto-kone) kondenssivedenpoistoputket, jotka jäävät seinän sisälle asennettaviksi. Sähkörasioille käytetään asennusjalkoja kuten esimerkiksi Ensto kojerasian asennusjalka PMR 577, 42-90

mm, jotka katkaistaan oikeaan mittaan, jotta tuplaus eli toisen puolen levyttäminen on mahdollista.

Työvaiheiden suorittamisen jälkeen, kun LVIS-urakoitsijoilta on saatu tieto, että kaikki seinien sisälle tuleva talotekniikka on asennettuna. Voidaan aloittaa tuplaus eli toisen puolen levytys sekä alakattorunkojen tekeminen sekä levytys. Ennen paikkojen umpeen laittoa tulee huolehtia ainakin seuraavat asiat, jotka löytyvät seuraavasta luettelusta.

- kaikki suunnitelmissa olevat kanavat ja putket on asennettu
- kannakointi suoritettu ohjeiden mukaisesti (LVIS)
- painekokeet pidetty ja näistä on dokumentit
- kanavat ja putket on eristetty
- palokatkot tehty
- tarkastettu, että teräsrankaseinä ja alakattorunko on toteutettu valmistajan ohjeistuksen mukaisesti [17,23.]

Työvaihe voidaan katsoa valmistuneeksi, kun nämä toimenpiteet on suoritettu. Tämän jälkeen primeroidaan lattia ja asennetaan teräsverkko, johon kiinnitetään lattialämmitysputkisto, joka tuodaan erillisessä kotelossa alakaton sisälle. Tämän jälkeen valetaan maakostealla betonilla kaatolattiat. Seuraavaksi voidaan siirtyä vedeneristys- ja laatoitustöihin sekä tasoite- ja maalaustöihin. Kuvassa 24 näytetään seinien vedeneristys- ja laatoitustyöt suoritettuina. [17,23.]



Kuva 24. Vasemmalla puolella seinät vedeneristettynä ja oikealla laatoitettuna.

5.2.2 Laatuvaatimukset

Kipsi- ja teräsranka rakenteisen märkätilan seinärakenteen toleranssit määräytyvät Rakennustöiden laatu 2017 ja SisäRyl 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset Talarakennuksen sisätyöt julkaisuista, jotka esitetään taulukossa 3. [13,20,23.]

Taulukko 3. Kipsi- ja teräsranka rakenteella noudatetaan Rakennustöiden laatu 2017 löytyvää kohtaa 74 Levyrakentaminen: väliseinät [13].

Levyjen kiinnitystukien jako sisäseinässä (SisäRYL 2013, taulukot 742:T17 ja 742:T18)				
rakenne	leveys, mm	paksuus, mm	kiinnitystukien välillä keuleltä keulelle	
kartonkipintainen kipsilevy				
• normaali rakenne	1200 mm	12,5	600 mm	
	900 mm	12,5	450 mm	
• laatoitettava rakenne		12,5	450 mm	
kuituvahvisteinen kipsilevy				
• normaali rakenne	1200 mm	12,5	600 mm	
	900 mm	12,5	450 mm	
• märkätilarakenne	12,5		300 mm	
Väliseinälevytyksen rakentamistoleranssit (SisäRYL 2013, taulukko 742:T19)				
ulottuvuudet ja sijainti	mittapituus, mm	suurin sallittu poikkeama, mm		
		luokka 1	luokka 2	luokka 3
Käyryys	enintään 200mm	1 mm	1 mm	2 mm
	enintään 1000 mm	3 mm	4 mm	6 mm
	enintään 2000 mm	4 mm	6 mm	10 mm
Seinän poikkeama pystysuorasta		5 mm	8 mm	12 mm
Puskusaumoissa sallittu raon leveys				
• saumat ennen silotusta		1 mm	2 mm	3 mm
• saumoja ei siloteta		0,6 mm	1 mm	3 mm
Sauman hammastus				
• saumat ennen silotusta		1 mm	1 mm	2 mm
• saumoja ei siloteta		0,3 mm	0,6 mm	2 mm

¹⁾ Käyryys mitataan suoralla viivaimella asettamalla viivain levytyksen pintaan. Käyryyden lukuarvo saadaan mittaamalla viivaimen ja levytyksen etäisyys mittauspituuden huonoimmasta kohdasta.

²⁾ Usean kerroksen korkeisen seinän poikkeama pystysuorasta määritellään tapauskohtaisesti.

³⁾ Silotuksen jälkeen silotetuissa saumoissa ei sallita hammastusta.

⁴⁾ Koskee myös viistereunaisia levyjä, kun saumoja ei siloteta.

5.2.3 Potentiaalisia ongelmia levyrakenteessa

Levyrakenteisena toteutetun märkätilan ongelmana voi olla kipsilevyjen kosteustekniset ominaisuudet, sillä kipsilevy on suhteellisen herkkä kosteudelle. Toisaalta levyrakenteinen seinärakenne toimii yhtä hyvin kuin kivirakenteinen, kunhan vain kapillaarisen kosteuden pääseminen seinärakenteeseen on estetty ja vedeneristystyöt suoritettu huolellisesti valmistajien ohjeistuksien mukaan. [7.]

Kipsilevyseinään kiinnittäminen voi olla haasteellista, jos väliseinätyön aikana on unohdettu asentaa kannakkeet kalusteille. Gyprocin kotisivuilla on ohjeistus, millä tavoin ja millaisilla kiinnikkeillä kipsilevyyn voi jälkikäteen asentaa jopa huomattavan painavia kalusteita. Alhaalla olevassa kuvassa 25 on valmistajan kuormituksen arviointiohje sekä oikeanlaiset kiinnikkeet painon mukaan. [23.]

<p>Kuormituksen arviointi ja painovihjeitä</p> <p>Taulut, kattovalaisimet ja seinäkellot painavat yleensä alle 5 kg. Ryijyt painavat yleensä 5 kg/m² ja peilit 10 kg/m². Vaatenaalakot vaatteineen noin 40 kg/jm (juoksumetri). Kylpyhuonekaapit noin 20 kg/m². Kirjahyllyt noin 20–60 kg/jm.</p> <p>Lapsiperheissä ei riitä, että tietää mitä kiinnitettävä esine painaa. Monet seinälle kiinnitettävät esineet voivat joutua tavallista rajumman kuormituksen alaiseksi. Tällaisia kohteita ovat mm. kirja- ja hattuhyllyt, joissa lapset saattavat roikkua tai kiipeillä. Pyykinkuivaustelineen paino on myös arvioitava tapauskohtaisesti. Vettä valuva pyykki on erittäin raskasta, joten parin metrin telineeseen saattaa tulla kymmenien kilojen paino. Käytä siis talonpoikaisjärkeä apunasi.</p>	<p>Kiinnikkeet ja niiden asennus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teräsnaula eli kiviteräsnaula kestää 2 kg ripustuksen. Teräsnaula lyödään hieman viistoon esim. 45–75° kulmassa. • X-koukku on tarkoitettu noin 2–10 kg painoisille ripustuksille. X-koukussa naulojen reiät ohjaavat naulan oikeaan kulmaan. • Kiprokki-ankkuriruuvi soveltuu noin 10–20 kg painoisille ripustuksille. Kiprokkia varten levyypintaan porataan 8 mm reikä, johon Kiprokki painetaan sisään ja esine kiinnitetään Kiprokin sisällä olevalla ruuvilla. • Teräskiprokki-ankkuriruuvi kestää seinässä 40 kg ripustuksen GEK13 -levyllä ja kattokoukkuna 15 kg. Teräskiprokki Maxi -ankkuriruuvi kestää jopa maksimissaan 50 kg ripustuskuorma GEK 13-levyllä ja kattokoukkuna 15 kg. Teräskiprokin asennetaan 10 mm porausreikän kuten tavallinen Kiprokki-ankkuriruuvi. • Kaksinkertaisissa levytyksissä ja laatoituksissa kiinnikkeen riittävä pituus on tarkistettava. • Kun kiinnität ankkuriruuvia seinään, jossa on polyuretaani- tai villaeristys, kaiva eristeeseen tilaa ankkurille.
---	--

Kuva 25. Kipsilevyyn kiinnittämiseen valmistajan suosittelemat kiinnitystarvikkeet [23].

Kipsirakenteisen seinän vedeneristyksen korjaaminen on haasteellista, jos levy rikkoutuu. Silloin joutuu purkamaan laatoitusta todella paljon, jotta vedeneristys saadaan korjattua ja uudelleen limitettyä päällekkäin. Korjauksen yhteydessä levyn rikkoutuminen laajemmalta alueelta on yleistä, sillä kipsilevyn molemmin puolin pintaa sitova kartonki lähtee vedeneristeen mukana irti ja tällöin joudutaan vaihtamaan mahdollisesti koko levy tai jopa useampia levyjä. [12.]

5.3 Kahi/kipsilevy-yhdistelmä

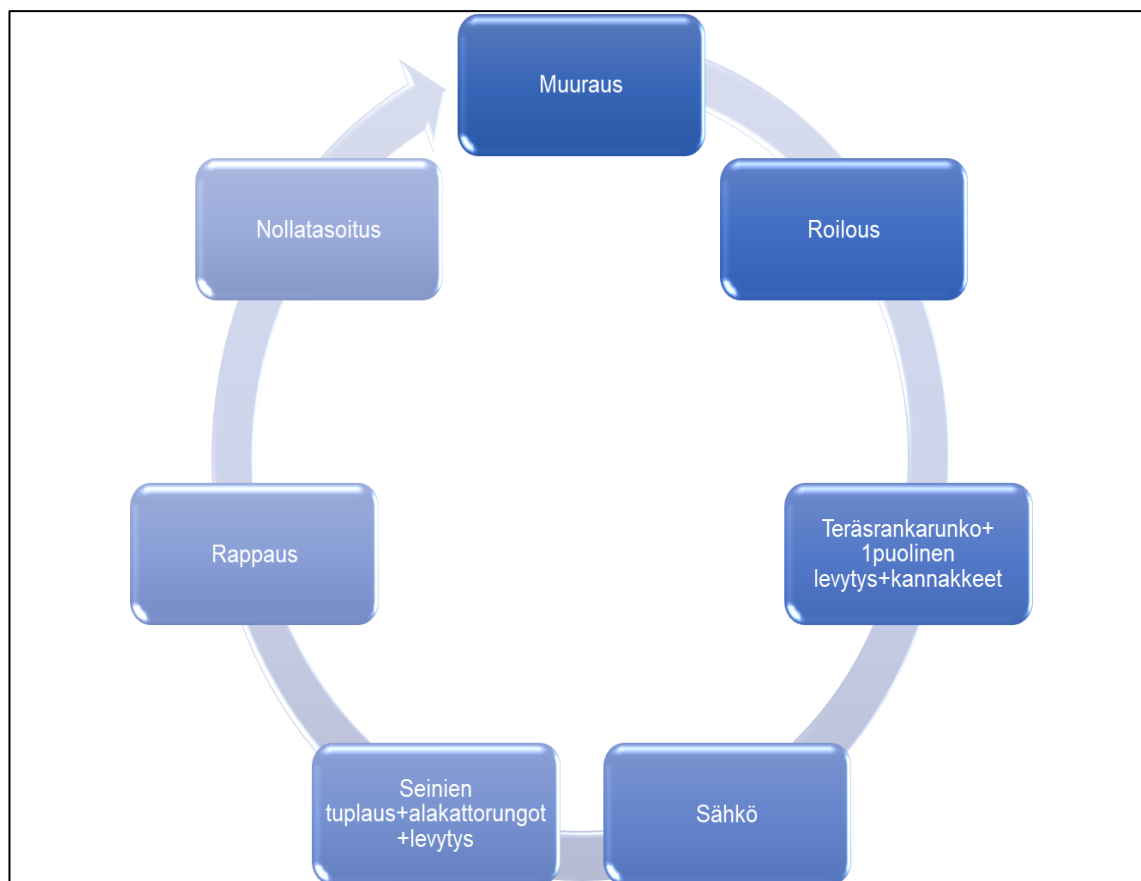
Viimeisenä opinnäytetyön vertailussa on yhdistelmä märkätila eli suihkun ympärillä olevat seinät on toteutettu Kahi väliseinäpontilla ja muuten levyrakenteisena. Märkätilan puolella levynä toimii Märkätilalevy Gyproc GRIE 13, 900x2700x13mm ja ulkopuolella käytetään Kipsilevy Gyproc GNE 13 Normaali Ergo 900x2700x13 mm. [23,24.]

Muuraustyö suoritetaan Kahi väliseinäpontin valmistajan ohjeiden mukaisesti, joka löytyy liitteestä 2 ja noudatetaan, Ratu 0481, Ohutsaumamuuraus ja RT-kortin 35-10841, Kalkkihiekkaharkot ohjeistuksia. Liitteestä 8 löytyy kahiseinän rakennetyyppidetallji, jonka mukaan seinä tulee toteuttaa. [16,18.]

Levyrakenteisien väliseinien asennuksessa noudatetaan valmistajan kotisivuilta löytyvää ohjeistusta, joka löytyy liitteestä 1 sekä suunnitteluohje Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot. Liitteestä 9 löytyy märkätilan levyrakenteisen seinän rakennetyyppi detalji, jonka periaatteen mukaan seinä tulee toteuttaa. [17.]

5.3.1 Työvaiheen sisällön kuvaus

Kolmantena vertailussa oleva rakenne sisältää enemmän erillisiä työtehtäviä, joiden yhteen sovittaminen vaatii enemmän suunnittelua, jotta eri palaset sopivat yhteen toisien kanssa. Tässä tulee myös eri materiaalien yhteensovittamista ja enemmän eri tavoin käyttäytyviä liitoskohtia, jotka voivat halkeilla materiaalien erilaisen elämiskäyttämisen seurauksena. Seuraavalla sivulla olevassa kuvan 26 kaaviossa nähtävillä yhdistelmä märkätilan sisältämät työtehtävät ja niiden suoritus järjestys.



Kuva 26. Kahi/kipsi- yhdistelmän sisältämät työtehtävät

Ensimmäisenä suoritetaan muuraustyö samalla tavalla kuin kohdassa 5.1.1. Tämän jälkeen suoritetaan tarvittavat roiloukset. Tässä tulee huomioida, että TATE-urakoitsijoiden tulee käydä merkkäämassa tarvittavat roilot sekä mahdolliset rasian reiät. [16,18,24.]

Näiden jälkeen voidaan aloittaa kohdassa 5.2.1 läpikäyty teräsrankarungon ja ensimmäisen puolen levytys, jonka jälkeen sähköurakoitsijan tulee välittömästi suorittaa omat työnsä riittävällä resurssilla, jotta väliseinätyö ei pääse katkeamaan. Esimerkkikohteen kokoisessa kohteessa levyväliseinä ja alakattotyöt suoritetaan noin kymmenessä työvuorossa per kerros. Neljä työvuoroa runko ja 1 puolinen levytys ja kuusi työvuoroa tuplaus sekä alakattorunko ja levytys. Sähkötöiden toteutuksessa on tässä vaiheessa hyvä olla kaksi sähkömiestä asunnossa, jotta kaikki seiniin ja alakattoihin tulevat rasiat, putkitukset sekä johdotukset ehditään asentaa riittävän nopeasti, kuten kuvassa 27 on tehty. [17,23.]



Kuva 27. Levväliseinissä ennen tuplausta näkyviä sähköjohdotuksia ja -rasioita.

Tämän työvaiheen jälkeen voidaan aloittaa lattialämmitysputkiston asennus ja kaatolattioiden valut.

Seuraavana tulee kahiseinään tulevien rasioiden ja roilojen rappaustyöt sekä nollatasoitus, jonka tarkoituksena on saada seinien pinnat laatoitustöiden vaatimalle tasolle. [15]

Yhdistelmä rakennetta käytettäessä tulee töiden tahdistamiseen kiinnittää huomiota ja reagoida ajoissa, jos joku työtehtävä tulee jäljessä. Tässä kohtaa työnjohtajan tulee huomauttaa urakoitsijaa, jotta tämä tekee tarvittavat toimenpiteet, kuten esimerkiksi lisää käytettäviä resursseja työvaiheen suorittamiseen ajallaan valmiiksi.

5.3.2 Laatuvaatimukset

Yhdistelmäseinää käytettäessä täytyy huomioida, että käytössä on kaksi erilaista materiaalia käytössä. Näin joudutaan tarkastelemaan muuraus- ja levyväliseinätyön asettamia laatuvaatimuksia. Aiemmin vertailuissa käsiteltyjen seinärakenteiden kohdista 5.1.2 ja 5.2.2 olevista taulukoista löytyy muurauksen sekä levyväliseinätyön valmiille pinnalle asetetut laatuvaatimukset. [13.]

5.3.3 Potentiaalisia ongelmia yhdistelmä rakenteessa

Yhdistelmä seinällä saavutetaan molempien vertailtavien materiaalien hyvät puolet, mutta samalla saadaan enemmän työvaiheita, jotka voivat aiheuttaa aikatauluun viivästyksiä. Työtehtävien tahdistaminen on tässä ensisijaisen tärkeää, jolla saadaan toteutuksista nopeutumaan ja tämän seurauksena seuraavat työvaiheet päästään aloittamaan aikaisemmassa vaiheessa.

Erilaisten materiaalien liitoskohdat ja niiden erilainen elämiskäyttäytyminen voi aiheuttaa ongelmia. Näin ollen myös vedeneristyksessä käytettyjen nurkkien vahvikenauhojen ja vedeneristeen tulee kestää eri materiaalien erilaiset elämiskäyttäytymiset. Tällä voidaan välttää liitoskohtien halkeilemiset. Molemmista rakenteista voi ilmaantua lisäksi kohdissa 5.1.3 ja 5.2.3 läpikäytyt mahdolliset ongelmat.

6 Aikataulu, laatu ja kustannusvertailu julkisien tietojen perusteella

6.1 Työvaiheiden toteuttamisen aikataulujen vertailu

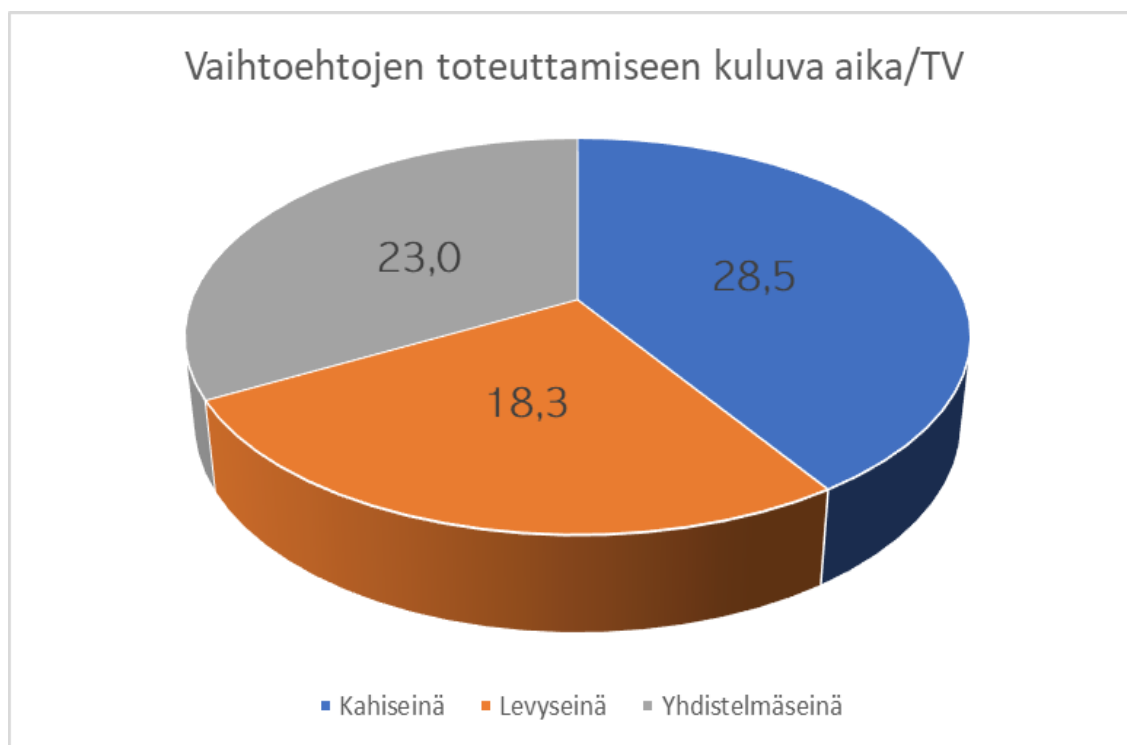
Tutkimuksessa käytettiin aikataulujen laadinnassa Planet+ 6.4 -ohjelmistoa, jolla voitiin esittää eri vertailtavien menetelmien aikataulut selkeästi ja näyttää, millä tavoin eri työvaiheita voi tahdistaa. Aikataulun laadinnassa hyödynnettiin haastattelujen kautta saatuja tietoja eri työvaiheiden kestoista, mutta näiden todenmukaisuus varmistettiin vielä Rakennustöiden menekit 2015 julkaisussa ilmoitetuista keskiarvoista eri työtehtävien kestolle (tth/yksikkö). Erikoistöistä kuten timanttisahaus ja -poraus käytettiin esimerkki-kohteessa työsuoritteessa toteutunutta kestoja. Sähkötöiden keston selvittämisessä hyödynnettiin haastatteluissa saatuja arvioita toteutuneista kestoista saman kokoluokan hankkeissa. Tutkimuksessa esitetään työvaiheiden toteuttamiseen kulunut aika työvuoroina (TV). [14.]

Tutkimuksessa selvitetään eri työtehtävien kestot ja niiden vertailut. Ensimmäisenä tarkastellaan märkätilojen seinärakenteiden toteuttamiseen kuluva kesto ja sen jälkeen niihin liittyvien lisä/jälkitöiden vaikutuksia eri seinärakenteilla. Vertailujen hyödynnettävyyden takia selvitetään myös sähkötöiden sekä muiden tilojen levyväliseiniä sekä alakattojen ja koteloiden toteuttamiseen kulunut aika. [14.]

Viimeisenä vertaillaan eri vaihtoehdoilla kerroksen toteuttamiseen kuluva kokonaiskesto, kun siinä on huomioitu kaikki eri tehtävät sekä niiden kestot. Tämän jälkeen tasoite- ja maalaustyöt sekä vedeneristys- ja laatoitustyöt on mahdollista aloittaa. Planetilla toteutettuihin aikatauluihin on otettu mukaan myös steppi-styroxin ja plaanovaluihin kuluva aika sekä märkätilojen lattioiden toteuttaminen. Näin voidaan varmistaa, että aikataulu sisältää kaikki työvaiheet ennen tutkimuksessa rajauksena olevaa vedeneristys- ja laatoitustyötä. Liitteestä 3 löytyy aikataulujen laadinnassa käytetyt laskentataulukot ja liitteistä 5, 6 ja 7 löytyy eri vaihtoehdoilla toteutettujen märkätilojen Planetilla tehdyt aikataulut, joista voi huomata eri työvaiheiden tahdistamisen merkityksen, jotta rakennusaikaa saadaan kohtuullistettua. [14.]

6.2 Eri menetelmillä toteuttamiseen käytettyjen työvuorojen vertailu

Kuvassa 28 olevassa kaaviossa esitetään esimerkkikohteen märkätilojen seinärakenteiden toteutukseen kulunut aika kokonaisuudessa. Tämä sisältää pelkästään seinärakenteiden toteuttamiseen käytettävän ajan, joka ilmoitetaan työvuoroina. [14.]



Kuva 28. Eri vaihtoehtoilla märkätilan seinien toteuttamisen keston jakauma työvuoroina.

Kohteessa yhdessä kerroksessa on märkätiloissa noin 78 m² ja yhteensä noin 312 m² koko talossa. Muurattuna märkätilan seinien toteuttamiseen kuluu aikaa noin 28,5 TV, joka on kymmenen työvuoroa enemmän kuin levyrakenteisena seinien toteutukseen kulunut aika. Yhdistelmäseinä eli kahi/kipsilevy-yhdistelmällä seinien tekemiseen menee, neljän kerroksen toteuttamiseen noin kaksikymmentäkolme työvuoroa. Se on noin viisi työvuoroa enemmän kuin siinä tapauksessa, että seinät tehtäisiin levyrakenteisina. Näin ollen tässä vertailussa voittajaksi selviytyi teräsrankarungolla ja kipsilevyllä toteutetut märkätilan seinät. [1,14.]

6.3 Lisätöiden osuuden selvittäminen

Lisätöiden vaikutusta ei aina osata huomioida tarpeeksi hyvin, kun suunnitellaan aikataulua. Näiden merkitystä ei kuitenkaan voi olla huomioimatta, jos halutaan suunnitella sisätyövaiheen aikataulu riittävällä tarkkuudella. Esimerkkikohteessa timanttisahaus- ja poraus toi runsaasti kustannuksia. Lisätöiden vaikutukset aikatauluun huomioitiin suhteellisen hyvin ja niistä ei päässyt syntymään viivästyksiä. Kuvan 29 kaaviossa on esitetty lisätöiden jakautuminen eri seinäratkaisuilla. [14.]



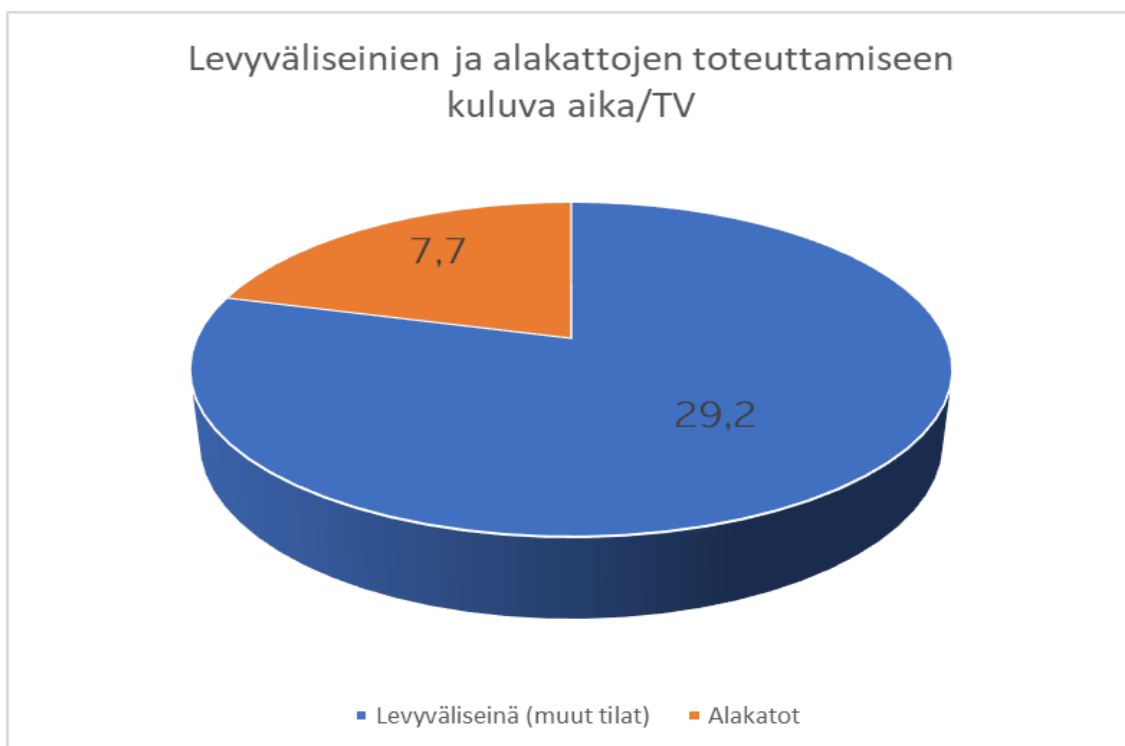
Kuva 29. Lisätöiden työvuorojen jakautuminen eri menetelmillä

Märkätilan toteuttaminen levyseinällä ei tuo merkittävästi lisätöitä, joten se ei lisää työvaiheen kokonaiskestoa. Yhdistelmäseinällä ja kahiseinällä toteuttamalla lisätöitä sen sijaan tulee suhteellisen paljon. Näitä ovat roilous, rappaus ja nollatasoitus, jotka hidastavat työvaiheiden toteuttamista. Kahiseinällä lisätöiden määrä on melkein kuusitoista työvuoroa, jota voi pitää suhteellisen suurena, kun huomioi, että muuraustyöhön kuluu aikaa kaksikymmentäkuusi työvuoroa. Tämä tuo jo huomattavan eron levyseinään verrattuna. Yhdistelmäseinässä lisätöiden määrä tuo noin kahdeksan työvuoroa lisätöitä. Tämä on siis noin puolet vähemmän kuin pelkällä kahilla toteutetussa rakenteessa. [14.]

Luvussa 7 mietitään keinoja, millä tavalla lisätöiden määrää voitaisiin pienentää merkittävästi kahi- ja yhdistelmäseinää käytettäessä.

6.4 Muut levyväliseinät ja alakatot sekä sähkötyöt

Kohteessa on kuivissa tiloissa levyrakenteisia väliseiniä noin 500 m². Alakattojen ja koteloiden yhteismäärä on noin 160 m². Näiden määrä pysyy vakiona riippumatta siitä, millä tavalla märkätilojen seinät toteutetaan. Tutkimuksessa nämä otetaan myös huomioon, jotta tutkimuksen lopputulos on laajemmin hyödynnettävissä. Kuvassa 30 olevassa kaaviossa on esitetty, kuinka paljon aikaa muiden levyväliseinien ja alakattojen toteutukseen menee koko talossa. [14,17.]



Kuva 30. Muiden tilojen väliseinien ja alakattojen toteutukseen kuluneet työvuorot

Muiden teräsrankalla ja kipsilevyllä suunniteltujen väliseinien toteuttamiseen kuluu noin kolmekymmentä työvuoroa. Tässä on huomioitu rungon toteutukseen ja yksi puoliseen levytykseen sekä tuplaukseen käytetty aika. Alakattojen toteutuksessa on huomioitu

rungon ja levytyksen sekä valaisimien ja rasioiden reikien tekoon kuluva aika, joka esimerkkikohteessa on noin kahdeksan työvuoroa. [14,17.]

Sähkötöiden toteuttamiseen kohteen kaikkiin asuntoihin menee noin kaksikymmentäkuusi työvuoroa eli jokaiseen kerrokseen menee noin seitsemän työvuoroa, että asuntojen tulisi olla valmiit. Sähkötyöt toimivat erittäin merkittävässä osassa ja siitä johtuvat viivästyksset vaikuttavat merkittävästi muiden töiden valmistumiseen. Kohteessa asuntojen koko vaihtelee 41,5 m²-82,5 m² välillä ja joka kerroksessa on neljä asuntoa eli yhteensä 16 asuntoa.

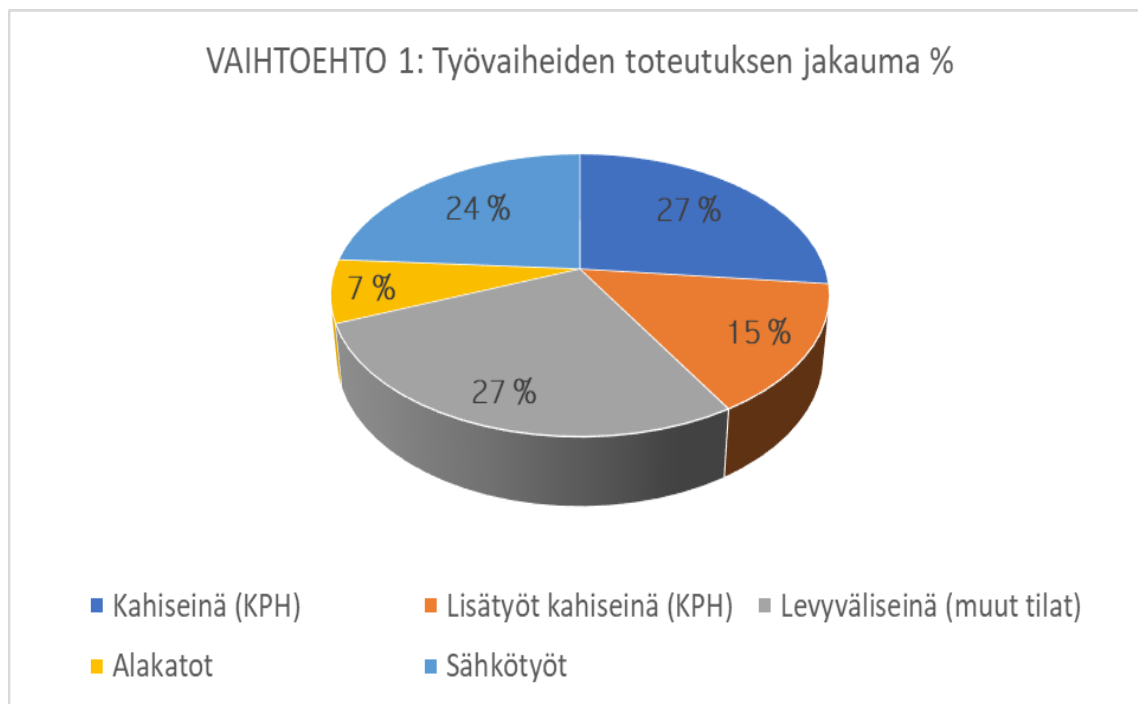
6.5 Eri vaihtoehtojen sisältämien tehtävien prosentuaalinen vertailu

Tutkimuksessa tarkastellaan, millä tavoin märkätilan seinärakenteiden valinnalla voidaan vaikuttaa työtehtävien prosentuaaliseen jakautumiseen. Näin voidaan vertailla, mikä työvaiheen sisältämistä työtehtävistä on tahdistavin, jonka toteutuksen sujuvuuteen kannattaa kiinnittää erityisesti huomiota. Alla olevassa luettelussa työvaiheen sisältämät eri tehtävät.

- märkätilan seinät (kahi-, kipsi- tai kahi/kipsi)
- mahdolliset lisätyöt
- muiden tilojen levyväliseinät
- alakatto runko ja levytys
- sähkötyöt

Vertailu toteutetaan luettelussa mainittujen tehtävien keston mukaisesti, jotka on käyty tämän luvun aiemmissa kohdissa läpi. Vertailu tehdään eri työtehtävien toteuttamiseen kuluvien työvuorojen perusteella ja kuinka suuren osuuden ne vievät eri vaihtoehdoilla. [14,16,17.]

6.5.1 Vaihtoehto 1. Kivirakenteinen seinä



Kuva 31. Työvaiheen sisältämien tehtävien toteutuksen jakauma %

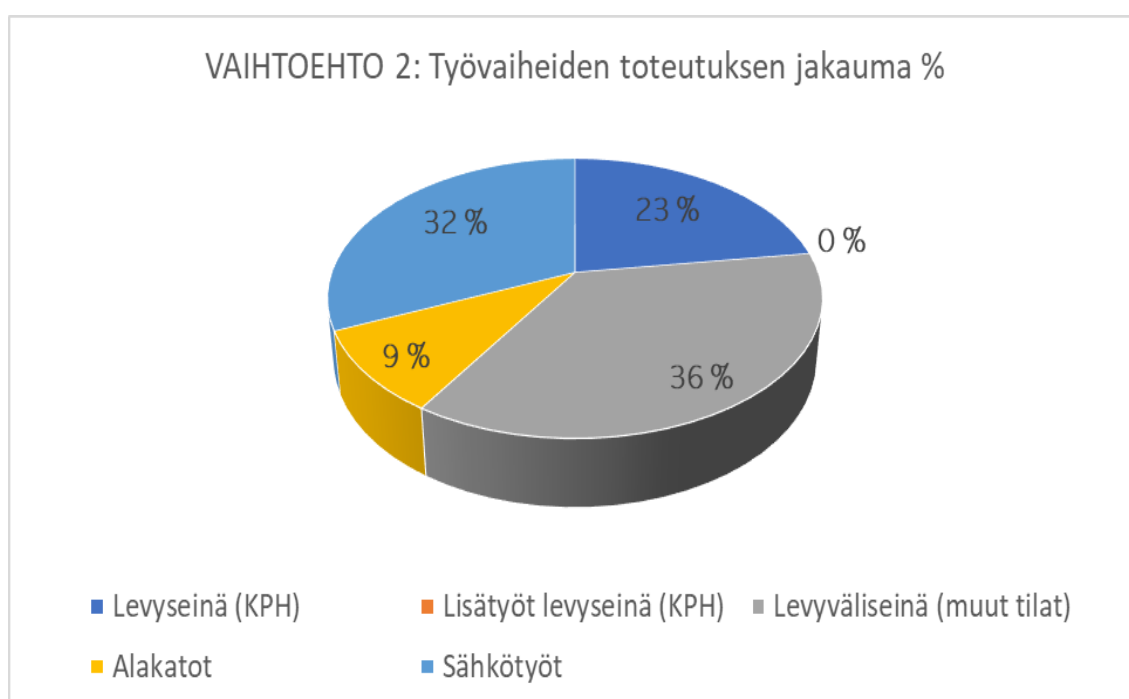
Vaihtoehto 1. sisältämät työtehtävät ovat nähtävillä kuvan 31 kaaviosta. Tarkastelemalla kaaviota, voi huomata, millä tavoin eri tehtävät jakautuvat prosentuaalisesti työvaiheen sisällä. Kun märkätilan seinät toteutetaan muuraamalla se vie 27 prosenttia työvaiheen toteuttamiseen kuluva ajasta. Muiden tilojen levyväliseinät vievät saman suuruisen osuuden eli yhteensä näihin menee 54 prosenttia kokonaisajasta. Näiden toteutuksen sujuvuuteen kannattaa siis panostaa, jotta työvaihe toteutuu suunnitelmien mukaisesti. Alakatot toteutetaan samassa yhteydessä levyväliseinien tuplauksen kanssa. Sen osuus on vain 7 prosenttia, mutta jos sen toteuttaminen viivästyy, ei tasoite- ja maalaustöitä kannata välttämättä aloittaa, koska jälkikäteen alakattojen tasoitustöiden tekeminen on suhteellisen hidasta ja näin ollen tulee myös kalliimmaksi.

Sähkötyö vie 24 prosenttia työvaiheen toteutuksesta. Sen tahdistaminen prosentuaalisesti eniten työvaiheeseen vaikuttavien muuraus- ja levyväliseinätyön yhteyteen on todella tärkeää. Jos sähkötyöt viivästyttävät levyväliseinien tuplausta vaikutukset tasoite- ja maalaustöiden aloitukseen olla merkittävät ja siinä tapauksessa se vaikuttaa myös vedeneristys- ja laatoitustöiden alkuun.

Lisätyöt vievät 15 prosenttia työvaiheen kokonaiskestosta. Vaikka se on pienempi määrä kuin aiemmin mainituilla tehtävillä niin se vaikuttaa erityisesti sähkötöiden toteuttamiseen, jos kahiseiniin on suunniteltu paljon sähkörasioita.

Kaikki työtehtävät vaikuttavat seuraavien tehtävien toteutuksen aloitusajankohtaan ja näin ollen myös valmistumiseen. Tehtävät kannattaa pyrkiä tahdistamaan niin, ettei häiriöitä pääse syntymään ja reagoida ajoissa tahdin hidastumiseen. Liitteestä 5 löytyy kahiseinän toteuttamisen aikataulu, jossa työvaiheen sisältämät työtehtävät on tahdistettu niiden toteutusjärjestyksen mukaisesti.

6.5.2 Vaihtoehto 2. Levyrakenteinen seinä

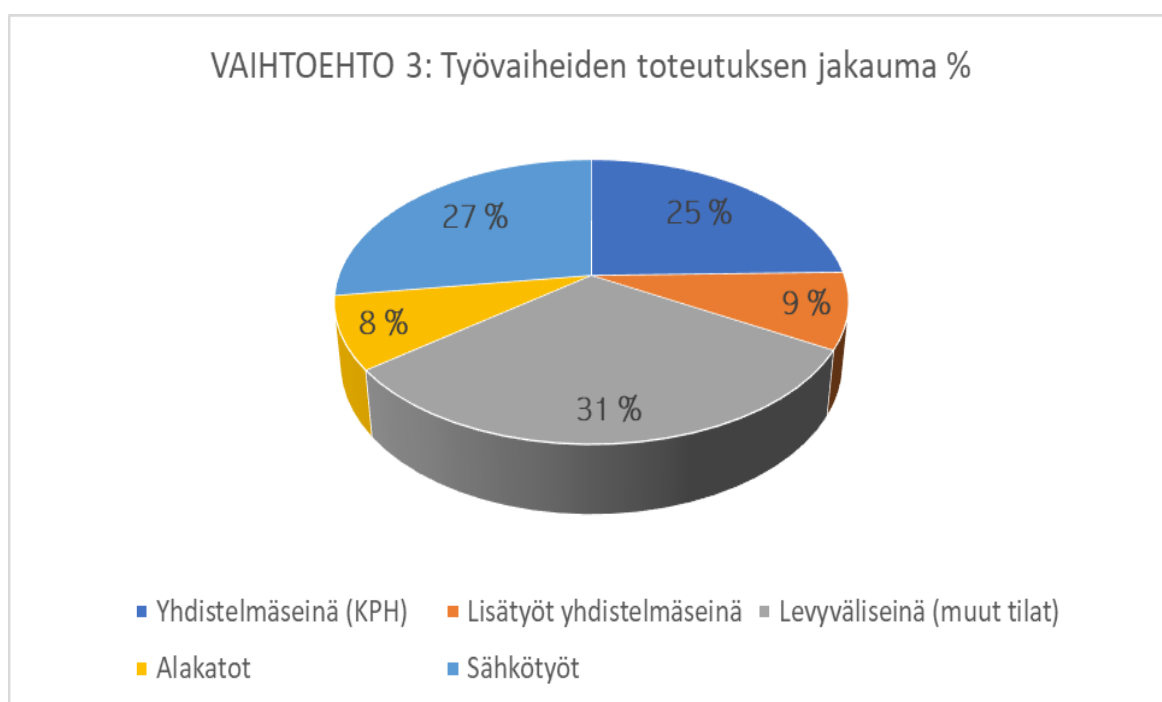


Kuva 32. Työvaiheen sisältämien tehtävien toteutuksen jakauma %

Vaihtoehto 2. olevan märkätilan seinät toteutetaan levyrakenteisena. Kuvan 32 kaavioista voi huomata, että levyrakenteisena toteutetut märkätilan seinät vievät 23 prosenttia kokonaiskestosta. Tässä tilanteessa huoneiston kaikki levyväliseinät sekä alakatot toteutetaan samalla kertaa eli muiden urakoitsijoiden työtehtävät vähenevät. Tällä tavoin työvaiheen etenemisen seuranta helpottuu huomattavasti. Kylpyhuoneen ja muiden tilojen levyväliseinät vievät yhteensä 59 prosenttia työvaiheen kokonaiskestosta ja kun

mukaan ottaa alakattotyöt kokonaisuus on 68 prosenttia. Sähkötyöt toimivat tässä vaihtoehdossa tahdistavana työtehtävänä, sillä usein niiden toteuttaminen voi viivästyttää työvaiheen valmistumista. Eräässä kohteessa levyväliseinämies joutui vastaavan kohteessa toteuttamaan ensin kaikkien kerroksien rungot ja yksi puolisen levytyksen, koska sähköurakoitsija ei onnistunut pysymään kolmella sähkömiehellä väliseinämiehen tahdissa. Tämä oli tosin erittäin harvinainen tilanne, jollaisia äärimmäisen harvoin tulee vastaan. Liitteestä 6 löytyy levyseinän toteuttamiseen kuuluvien työtehtävien tahdistettu esimerkki aikataulu.

6.5.3 Vaihtoehto 3. Yhdistelmäseinä



Kuva 33. Työvaiheen sisältämien tehtävien toteutuksen jakauma %

Vaihtoehto 3. on yhdistelmäseinä, jossa suihkun ympärillä olevat seinät toteutetaan kivi-rakenteisina ja muut seinät levyrakenteisina. Kuvassa 33 näytetään työvaiheen tehtävien keston jakautuminen työvaiheen sisällä. Käytännössä jokainen tehtävä on oma työvaiheensa, mutta tutkimuksessa niiden oletetaan kuuluvat yhteen työvaiheeseen, sillä sen valmistumisesta riippuu seuraavina olevien työvaiheiden alkamisajankohta.

Yhdistelmäseinässä suurimman osuuden kokonaiskestosta vie muiden tilojen levyseinät, jonka toteutukseen kuluu 31 prosenttia työvaiheen toteutuksen ajasta. Siihen, kun ottaa mukaan alakattoihin menevät osuuden niin ne vievät yhteensä 39 prosenttia työvaiheen toteutuksesta.

Sähkötöiden ja kylpyhuoneen seinien toteuttamiseen kuluva kesto on suhteellisen samoissa lukemissa. Sähkötyö vie 27 prosenttia ja märkätilan seinät 25 prosenttia työvaiheen toteutuksesta. Näin voidaan huomata, että niiden osuus yhteensä on 52 prosenttia työvaiheen kokonaiskestosta eli yli puolet työvaiheen toteuttamiseen käytetystä ajasta.

Lisätöiden osuus on 9 prosenttia työvaiheen kokonaiskestosta. Levyväliseinällä lisätöitä ei pääse syntymään, mutta kahiseinän toteuttamisessa niitä syntyy roilouksien ja reikien vuoksi. Tämä ei kuitenkaan ole niin merkittävässä roolissa yhdistelmäseinää käytettäessä työvaiheen kokonaiskeston kannalta. Liitteessä 7 on esimerkki aikataulu, jossa työvaiheen sisältämät eri työtehtävät on tahdistettu toteutusjärjestyksen mukaisesti.

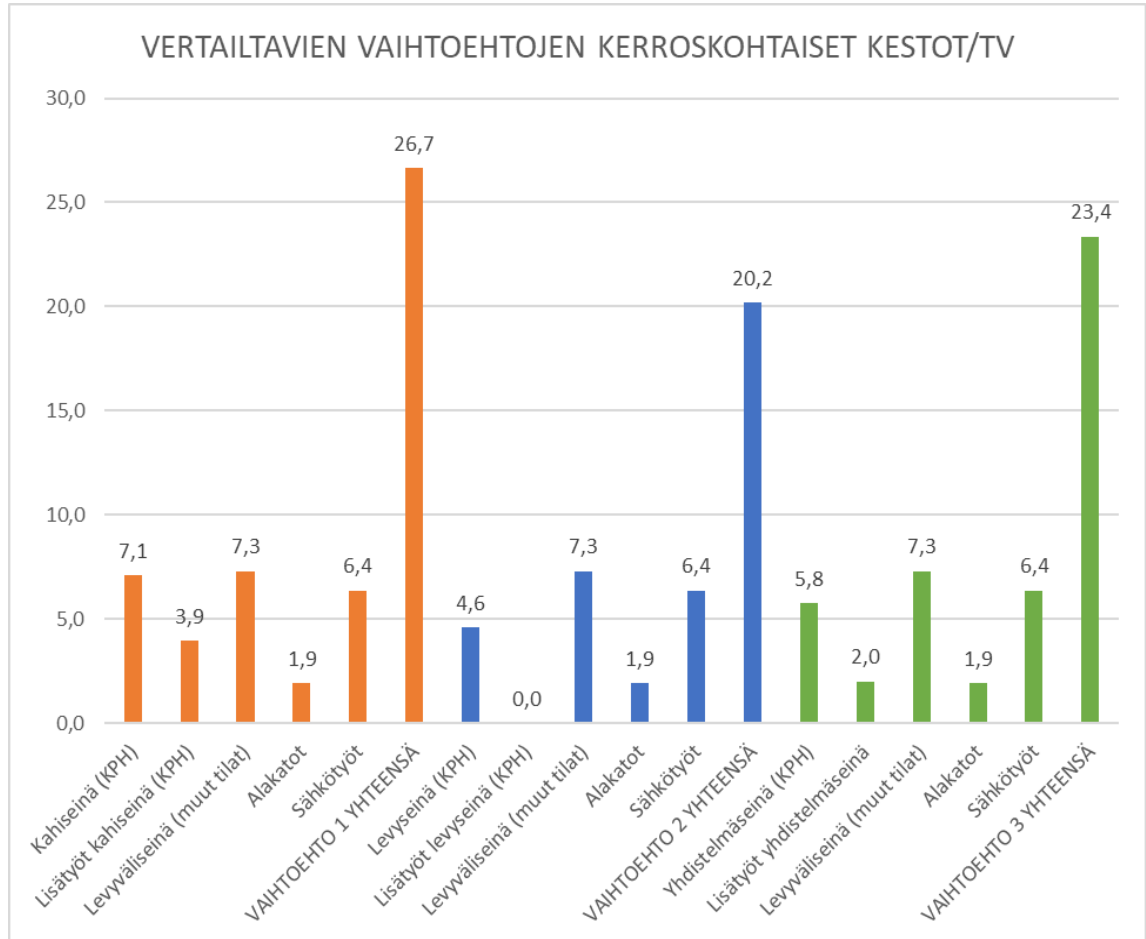
6.5.4 Vaihtoehtojen prosentuaalisen toteutuksen yhteenveto

Vaihtoehto 2. vaikuttaa huomattavasti riskittömimmältä vaihtoehdolta, sillä se sisältää vähemmän toisistaan riippuvaisia työtehtäviä kuin muilla vaihtoehdoilla toteutetut. Työvaiheen toteuttamisen tahdistaminen on helpompaa, kun täytyy huomioida vain kahden erillisen urakoitsijan töiden toteuttaminen ja niiden jaksottaminen. Samoin lisätöiden puuttuminen auttaa työvaiheen toteutuksen sisältämien kustannusten hallinnassa. Näiden faktojen perusteella voin suositella levyväliseinällä toteutettuja märkätilan kevyitä seinärakenteita aikataulullisesti rakennushankkeissa.

6.6 Työvaiheiden kokonaiskeston vertailu

Tutkimuksessa tarkastellaan tässä kohdassa kerroskohtaiseen toteuttamiseen kuluva kokonaiskesto työvuoroina. Eri vaihtoehdoilla märkätilat toteuttamalla voi työvaiheen kesto vaihdella suhteellisen paljon. Lisätöiden merkitys on kerroskohtaisesti suhteellisen pieni kaikilla vaihtoehdoilla, mutta näistä johtuen ne aiheuttavat kuitenkin kahi- ja yhdistelmäseinää käytettäessä eroa levyrakenteiseen seinään. Kuvassa 34 on esitetty eri

vaihtoehtojen yhteen kerrokseen kuuluvien tehtävien toteutukseen kuluva kesto sekä myös vaihtoehtojen yhteen laskettu kokonaiskesto, joka on ilmoitettu työvuoroina per kerros. Kerroksessa on neljä huoneistoa, joiden koko vaihtelee 41,5-83 m² välillä.



Kuva 34. Vertailtavilla menetelmillä kerroskohtaiseen toteutukseen käytettyjen työvuorojen jakautuminen.

Kaaviosta huomaa, että kerroskohtainen toteutus vaihtelee 20-27 työvuoron välillä käytettävästä vaihtoehdosta riippuen. Kun märkätila toteutetaan levyrakenteisena kerroksen toteuttamiseen käytettyjen työvuorojen yhteislukumäärä, on noin kaksikymmentä työvuoroa. Tämä sisältää vaihtoehdon toteuttamiseen kuuluvat kaikki työtehtävät.

Yhdistelmäseinää käytettäessä työvaiheen suorittamiseen menee noin kaksikymmentäkolme työvuoroa, joka on hieman enemmän kuin vaihtoehto 2 olevalla levyseinällä. Tällä tavalla kylpyhuoneen seinät toteuttamalla lisätyöt tuo pienen eron näiden välille.

Lisätöiden määrä on kaksi työvuoroa, joten koska levyväliseinää käyttämällä lisätöitä ei pääse syntymään on tämä katsottava levyseinän eduksi.

Vaihtoehto 1. olevan kahiseinän toteuttamiseen menee kerrosta kohden noin kaksikymmentäseitsemän työvuoroa, jolloin sen kokonaiskesto on muita vaihtoehtoja melkein 4-7 työvuoroa pidempi. Tämä voi tuntua suhteellisen pieneltä, mutta nykyisin rakentamisen nopeutuessa tämä on syytä huomioida tarkasti ja miettiä, mikä vertailtavista vaihtoehdoista on kohteen rakennusajan huomioon ottaen sopivin. Liitteissä 5, 6 ja 7 on toteutettu esimerkkikohteen sisävaiheenaikataulut, joissa on huomioitu eri vaihtoehtojen toteuttamisen vaikutukset tasoite- ja maalaustyön sekä vedeneristys- ja laatoitustöiden alkuun.

6.7 Käytettävien seinärakenteiden laatuvertailu

6.7.1 Valmiin seinän mittatarkkuus

Märkätilan toteuttaminen teräsrangalla ja kipsilevyllä on huomattavasti nopeampaa ja mittatarkempaa kuin kahiharkoilla toteutettuna. Jälkitöiden määrä on huomattavasti vähäisempi kuin kahia käytettäessä. Kahiharkkoa käytettäessä joudutaan yleensä roilomaan paljon ja se vaatii erillisen urakoitsijan, jolla löytyy tarvittavat välineet ja laitteet, joilla työt voi suorittaa suhteellisen nopeasti ja siististi.

Lisäksi kahiseinää joudutaan usein oikomaan kulmista, sillä työvaiheella on yleensä kiire ja aloitusvarvi ei ehdi asettua rauhassa ennen kuin muurausta aletaan nostamaan ylöspäin. Tästä johtuen seinä on yleensä keskeltä joko ulkona tai sisällä jonkin verran. Tämä on varsinkin ongelmallista oviaukkojen kohdalla, koska ovenkarmi täytyy asentaa suoraan ja seinässä näkyvät suoruusheitot ovat todella haasteellista korjata. Samoin oviaukkojen koko voi olla väärä ja tämä huomataan yleensä vasta, kun seinät on tasoitettu ja maalattu. Laatoitustöissä nurkkien heitot näkyvät helposti, joten mahdollinen etuokaisu on suositeltavaa, jos halutaan siisti laatoitus aikaiseksi. Varsinkin huomiota kannattaa kiinnittää kaikkien ulkokulmien suoruuteen.

6.7.2 Seinärakenteen korjattavuus

Levyrakenteisen märkätilan vedeneristyksen korjaaminen on todella haasteellista, sillä usein laattojen irrottamisen yhteydessä vedeneriste lähtee kiinnityslaastin mukana irti. Tästä syystä samalla myös kipsilevyn pinnassa oleva kartonki irtoaa, joka sitoo levyn pintaa. Tämän seurauksena voidaan joutua vaihtamaan koko levy tai uusimaan koko seinän levytys. Kahilla toteutetun märkätilan vedeneristyksen korjaaminen on usein huomattavasti helpompaa, koska vaikka laatoitusta irrottaessa lähtisi vedeneristys ja tasoi-tetta mukana niin runkomateriaali säilyy ehjänä. Kuvassa 35 näytetään rikkoontunut laatta. Jotta vedeneriste saadaan korjattua, joudutaan rikkoutuneen laatan ympäriltä irrottamaan vähintään yhdet laatat joka suunnasta. Tämä johtuu siitä, että vedeneriste täytyy saada limitettyä vähintään 100 mm matkalta päällekkäin.



Kuva 35. Kahiseinässä rikki mennyt laatta.

6.7.3 Ääni- ja paloteknisten ominaisuuksien vertailu

Suunnitelmissa on aina mainittava, millaiset ääni- ja palotekniset ominaisuudet valmiilla rakenteella on. Ympäristöministeriön asetuksessa 796/2017 käsitellään rakennuksen ääniympäristöä. Rakennusten paloturvallisuutta käsitellään Ympäristöministeriön asetuksessa 848/2017. Vertailussa olevien seinärakenteiden ominaisuudet näkyvät alla olevassa taulukossa 4. [35,36.]

Taulukko 4. Vertailussa olevien seinärakenteiden ääni- ja palotekniset ominaisuudet. Tiedot haettu rakennetyypikuvista, jotka löytyvät liitteistä 8 ja 9.

SEINÄRAKENNE	OMINAISUUS	LUKU	YKSIKKÖ
Kahiseinä 85 mm	Äänitekniset	R`w 42	dB
	Palotekniset	EI60	
Levyseinä 92 mm	Äänitekniset	R`w 30	dB
	Palotekniset	EI30	

Taulukon perusteella voi huomata, että kahiseinää käytettäessä saadaan paremmat lukemat toteutettua, kun vertaillaan pelkästään ääni- ja paloteknisiä ominaisuuksia. [23,24]

Taulukossa ääneneristävyiden kohdalla käytetään merkintää R`w, joka tarkoittaa rakenteen ilmaääneneristävyttä desibeleinä (dB). Palotekniset ominaisuudet on merkitty kirjainyhdistelmällä REI tai EI, joissa R tarkoittaa rakenteen kestävyttä, E tarkoittaa rakenteen tiiveyttä ja I tarkoittaa rakenteen eristävyttä. Kirjainyhdistelmien perässä näkyvä luku kertoo rakenteen palonkestoajan minuutteina. [23,24.]

6.8 Työvaiheiden kustannuslaskelmat

Opinnäytetyössä käydään läpi eri vaihtoehtoista syntyvät kustannukset. Kustannuslaskelmissa on huomioitu työvaiheessa käytettävien materiaalien hinnat sekä työn osuus. Työn hinnan arvioinnissa on hyödynnetty Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020 löytyviä yksikköhintoja. Työnoosuudessa ei ole otettu huomioon työntekijöiden sosiaalikulua eikä yrityksen määrittelemää katetta. Osaan työvaiheisiin on yksikköhinnat

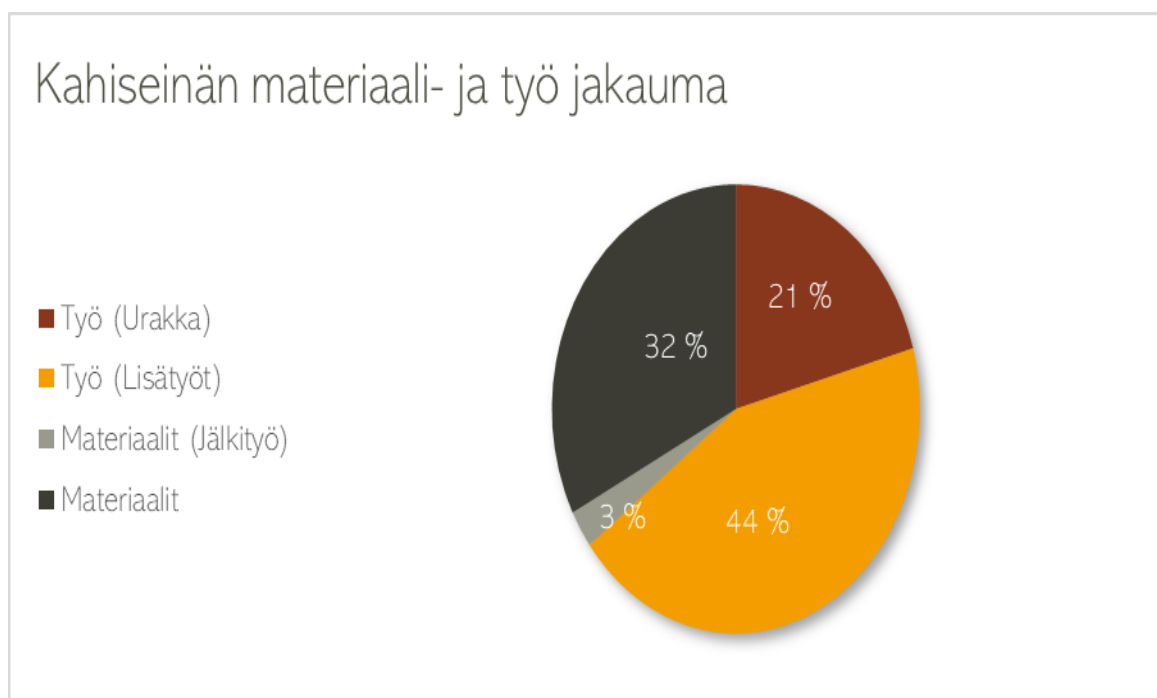
haettu toimijoiden verkkosivujen kautta. Tilaajalle toimitetussa kustannuslaskelmassa on työn osuus otettu urakoitsijoiden tarjouksista löytyvistä yksikköhinnoista, joissa on huomioitu työntekijöiden sosiaalikulut sekä urakoitsijan määrittelemä kate. [14.]

Tässä tutkimuksessa julkaistavissa kustannuslaskelmissa materiaalien hinnat on haettu rautakauppojen hinnastoista ja ne on ilmoitettu arvonlisäverottomina (ALV 0%). Tilaajalle toimitetussa versiossa on käytetty Skanska Talonrakennus Oy:n materiaalitoimittajilta saatuja yksikköhintoja materiaaleille. [11,13,27.]

Määrälaskenta on suoritettu esimerkkikohteen pohjapiirroksista laskemalla. Laskelmissa on huomioitu LVIS-suunnitelmista löytyvät talotekniikan vaatimat reitit ja aukot. Yhdistelmä seinän määrien laskennassa on oletettu, että suihkun ympärillä olevat seinät ovat kivirakenteisia eli joko betonielementti- tai harkkoseinä. Teräsranka ja kipsilevyseinien laskelmassa on huomioitu, että märkätilan puolelle tulee Gyproc Grie 13 mm ja kuivalle puolelle normaalikipsilevy. Laskelmissa on huomioitu mahdolliset tarvittavat kalustetuet. Määräluettelo löytyy liitteestä 4, jossa on eritelty tutkimuksessa vertailtavien seinärakenteiden sisältö sekä määrät. [11,13,27.]

6.8.1 Kahiseinän kustannusten jakautuminen

Kahi-seinän kustannuslaskelmasta huomaa, että jälkikäteen tehtävien roilouksien aiheuttamat kustannukset vaikuttivat merkittävästi kokonaiskustannuksiin. Tästä syystä myös kahilla toteutettujen seinärakenteiden neliöhinta nousi yllättävän korkealle. Liitteessä 3 on nähtävänä kaikki työvaiheeseen kuuluvat työt ja materiaalit sekä niiden määrät. Kuvan 36 kaaviosta näkee, että jälkikäteen tehtävät roiloukset, rappaus ja nollatasoitus toivat kustannuksia enemmän kuin päätyövaiheena oleva muuraustyö, jonka osuus kokonaiskustannuksista on vain 21 prosenttia.



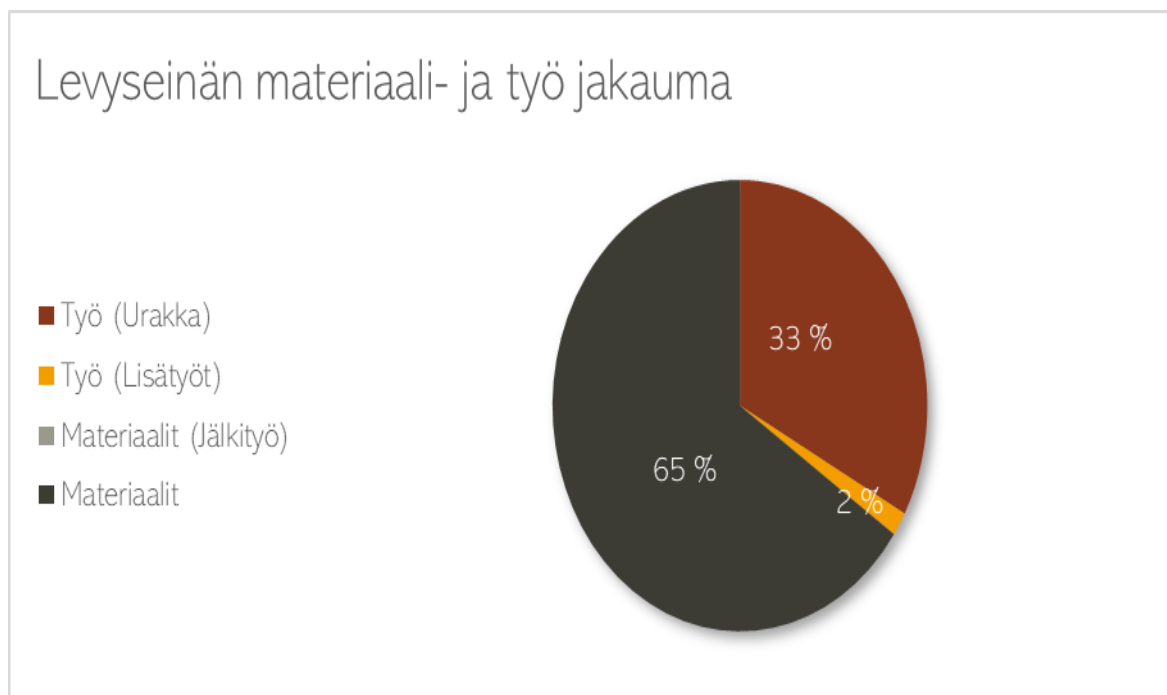
Kuva 36. Kahiseinän kustannusten jakautuminen prosentteina.

Kustannusten jakautuminen tuli pienenä yllätyksenä tutkimuksen aikana. Lisätöiden kustannusten määrä on kokonaiskustannuksista 44 prosenttia. Se on niin merkittävä, että todennäköisesti tulevaisuudessa on huomattavasti järkevämpää jättää varausaukot ainakin IV-kanaville ja lämpö- ja vesiputkille. Tämä edellyttää myös, että suunnittelijat alkaisivat suunnittelemaan reikävaraukset myös muurattaviin seiniin. Betonielementtiseiniin, onteloihin sekä paikallavaluholvien yhteydessä näin toimitaankin, mutta usein reikäsuunnitelmat eivät loppupeleissä osu siltikään kohdalleen. Näin kuitenkin vältettäisiin suuri osa syntyvistä kustannuksista.

Muuraustyössä käytettyjen materiaalien osuus kokonaiskustannuksista on 32 prosenttia ja rappauksessa sekä nollatasoituksessa käytettyjen vain 3 prosenttia. Muurauksen ja jälkitöiden yhteisosuus sen sijaan 65 prosenttia kokonaiskustannuksista. Kohdassa 6.8.4 on nähtävillä tutkimuksessa esiteltävät euromääräiset kustannukset.

6.8.2 Kipsilevyseinän kustannusten jakautuminen

Levyrakenteisena märkätilan toteuttamisen kustannuksista merkittävän osan vei siinä käytettävät materiaalit. Materiaalien osuus kokonaiskustannuksista on 65 prosenttia. Työn osuus sen sijaan on vain noin 33 prosenttia ja jälkitöiden materiaalien vain 2 prosenttia kokonaiskustannuksista. Kuvassa 37 olevasta kaaviosta näkee selkeästi, että jälkitöiden määrä on merkityksetön verrattuna kahiseinään.



Kuva 37. Levyrakenteisen seinän kustannusten jakautuminen prosentteina.

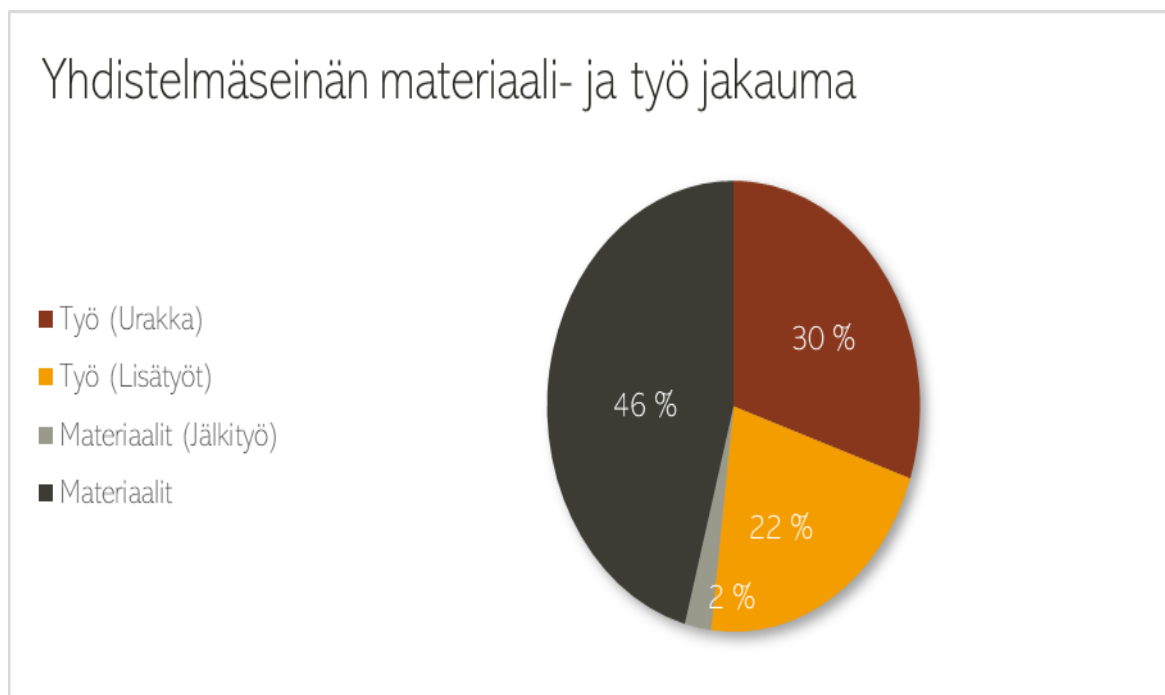
Kaaviosta näkee selkeästi, että materiaalit vievät suurimman osan kustannuksista. Työn osuus on vain noin 33 prosenttia ja materiaalien 67 prosenttia kokonaiskustannuksista, kun märkätila toteutetaan levyrakenteisena.

Luonnollisesti valmiin seinän neliöhintakin pysyi todella kohtuullisena verrattuna kahiseinään, jossa neliöhinta kohosi varsin suureksi. Neliöhintojen ja kokonaiskustannusten euro määräinen vertailu löytyy kohdasta 6.8.4 olevista kaavioista.

6.8.3 Kahi/kipsilevy-yhdistelmä seinän kustannusten jakautuminen

Märkätilan seinien toteuttaminen yhdistelmäratkaisulla aiheuttaa pienen nousun urakkaan kuuluviin kustannuksiin verrattuna pelkästään levyrakenteisena toteutettavaan vaihtoehtoon verrattuna. Muuraus- ja levyväliseinätyön osuus kokonaiskustannuksista on vain 31 prosenttia kuten kuvassa 38 olevasta kaaviosta voi huomata. Jälkitöiden osuus hieman pienempi, sillä luonnollisesti roilottavaa on vähemmän kuin pelkällä kahilla toteutettavassa vaihtoehdossa. Jälkitöiden osuus on 22 prosenttia kokonaiskustannuksista.

Muuraukseen ja levyväliseinätyöhön kuuluvien materiaalien osuus on yhdistelmäseinää käytettäessä 46 prosenttia. Jälkitöissä tarvittavien materiaalien osuus on vain kaksi prosenttia kokonaiskustannuksista.



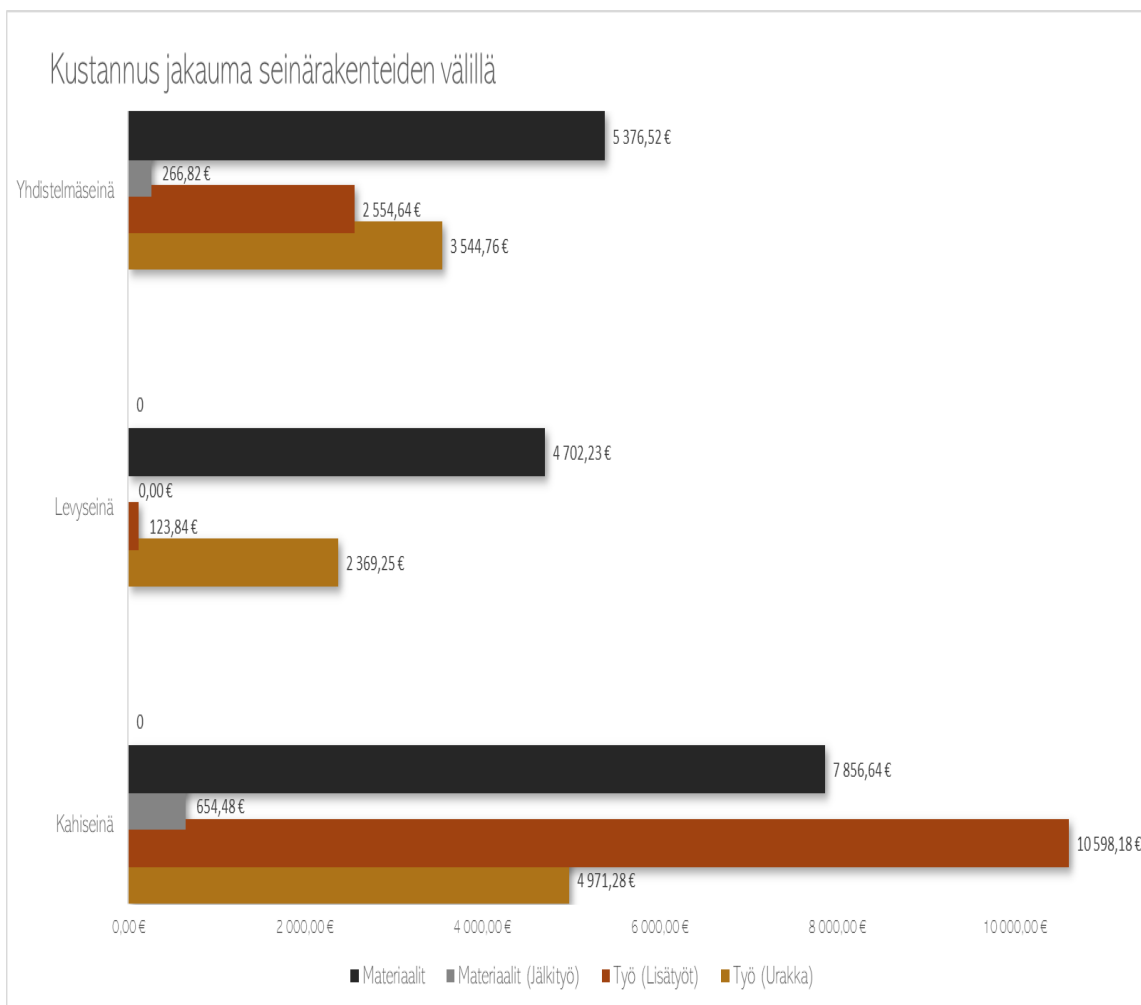
Kuva 38. Yhdistelmäseinän kustannusten jakautuminen prosentteina.

Yhdistelmäseinää käyttämällä kustannukset jakautuivat suhteellisen tasaisesti työn ja materiaalien kesken. Työn osuus 52 prosenttia ja materiaalien 48 prosenttia kokonaiskustannuksista.

6.8.4 Kustannusvertailujen yhteenveto

Tilaaajan yhtenä toiveena opinnäytetyön alkaessa oli saada luotettava vertailu kolmen eri seinärakenteen välille. Tilaaajalle toimitettiin oma versio, jossa käytettiin urakoitsijoiden tarjouksista sekä tavarantoimittajien ilmoittamia yksikköhintoja työn ja materiaalien kustannuksille. Tässä luvussa esitetty kustannuslaskelmavertailu on muodostettu materiaalien osalta rautakauppojen kuluttajille suunnattujen hintojen perusteella. Työkustannuksien määrittelemisessä on hyödynnetty Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020 löytyviä tietoja. Osa työkustannuksista on otettu suoraan verkkosivuilta löytyvistä hinnoista kuten esimerkiksi timanttikoraukseen ja -sahaukseen. [4,11,27.]

Ensimmäisenä tehtävänä oli laskea esimerkkitilanteen pohjakuvista seinien neliömäärät sekä oviaukkojen lukumäärät. Tämän jälkeen selvitettiin valmistajien ohjeistuksia työvaiheissa käytettävistä materiaaleista, jotta voitiin varmistua siitä, että laskennassa otetaan huomioon kaikki tarvittavat materiaalit. Näiden pohjalta tehtiin määräluettelo, johon kerättiin kaikki kustannuslaskelmassa tarvittavat tiedot, jotka löytyvät liitteestä 4.



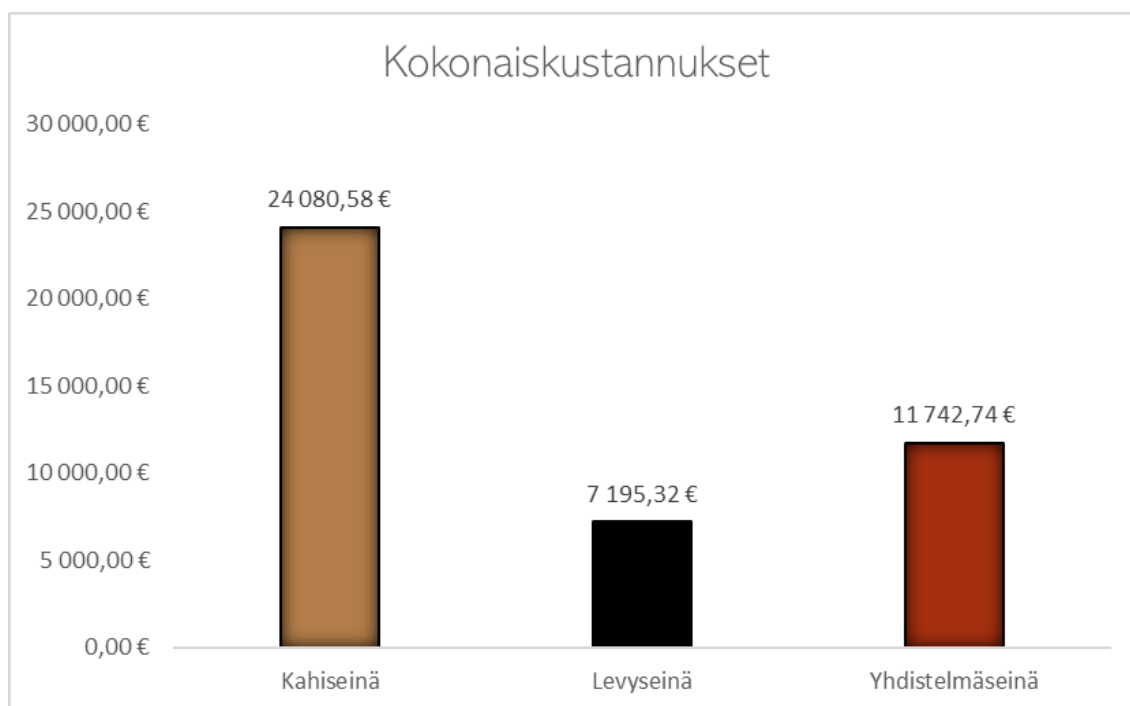
Kuva 39. Kustannusten jakautuminen vertailtavien seinärakenteiden kesken

Kuvan 39 kaaviosta voi nopealla vilkaisulla huomata, että märkätilan toteuttaminen kahilla lisää kustannuksia merkittävästi. Materiaalien osuuden ero on levy- ja yhdistelmäseinää käytettäessä vain noin 600 euroa, mutta esimerkiksi levy- ja kahiseinän välinen ero on huomattavasti suurempi eli yli 3000 euroa. Materiaalien kustannuksien vertailussa levyseinä tulee edullisimmaksi vaihtoehdoksi, yhdistelmäseinä tulee täpärästi toiseksi ja kahiseinä tulee kalliimmaksi vaihtoehdoksi.

Jälkitöissä käytettävien materiaalien kustannusten vaihtelut sen sijaan pysyvät suhteellisen maltillisina. Ero on suurimmillaan vain noin 400 euron luokkaa, joten tämä ei vielä aiheuta suuria eroja väliseinärakenteiden kustannuksien välille.

Työn osuus kustannuksista vaihtelee eri rakenteiden välillä levyseinätyön noin 2400 eurosta aina muuraustyön noin 5000 euron kustannuksien välillä. Yhdistelmäseinän työn osuus kustannuksista asettuu näiden väliin. Työn osuuden vertailussa levyseinä tulee kustannustehokkaimmaksi vaihtoehdoksi, yhdistelmäseinä tulee toiseksi ja kahiseinä tulee kalleimmaksi toteuttaa väliseinärakenteet.

Urakkaan kuuluvien työn, materiaalien sekä jälkitöissä käytettävien materiaalien väliset erot eivät vielä tuo selkeää eroa eri väliseinäratkaisuiden välille. Sen sijaan jälkitöiden kustannusten vertailu luo sellaisen kustannusten välisen eron, että sitä ei voi olla huomioida. Kahiseinällä toteutetussa märkätilassa jälkitöiden kustannusten määrä on yli 10000 euroa, kun taas levyllä toteutetussa vaihtoehdossa jälkitöiden kustannusten määrä on noin 100 euron luokkaa. Yhdistelmäseinässä jälkitöiden kustannusten määrä on noin 2500 euron luokkaa. Kuvan 40 kaaviossa on esitetty eri väliseinäratkaisuiden kokonaiskustannukset, jotka sisältävät työn ja käytettävien materiaalien osuuden.

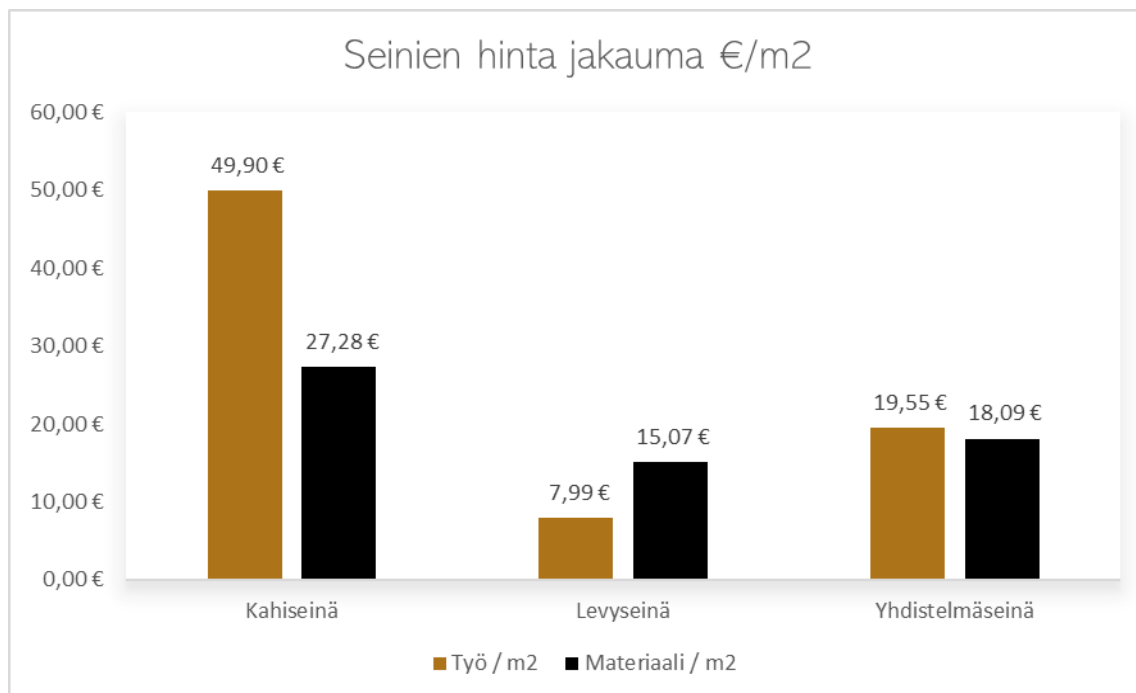


Kuva 40. Kokonaiskustannuksien vertailu

Kokonaiskustannuksia vertailemalla ei kustannustehokkaimmasta tavasta toteuttaa märkätilan kevyet väliseinät ole epäselvyyttä. Kahilla toteutettu märkätila tulee

euromääräisesti yli kolme kertaa kalliimmaksi kuin levyväliseinä ja yli puolet kalliimmaksi kuin yhdistelmäseinä.

Tilajailla oli myös tarve saada yksikköhintainen vertailu vaihtoehtojen välille. Kohteessa on märkätiloissa noin 312 m² seinä pinta-alaa eli kerrosta kohden noin 78 m². Seuraavalla sivulla olevassa kuvan 41 kaaviossa on esitetty vertailtavien seinärakenteiden työn ja materiaalien yksikköhinnat per neliö.



Kuva 41. Seinärakenteiden hinta jakauma

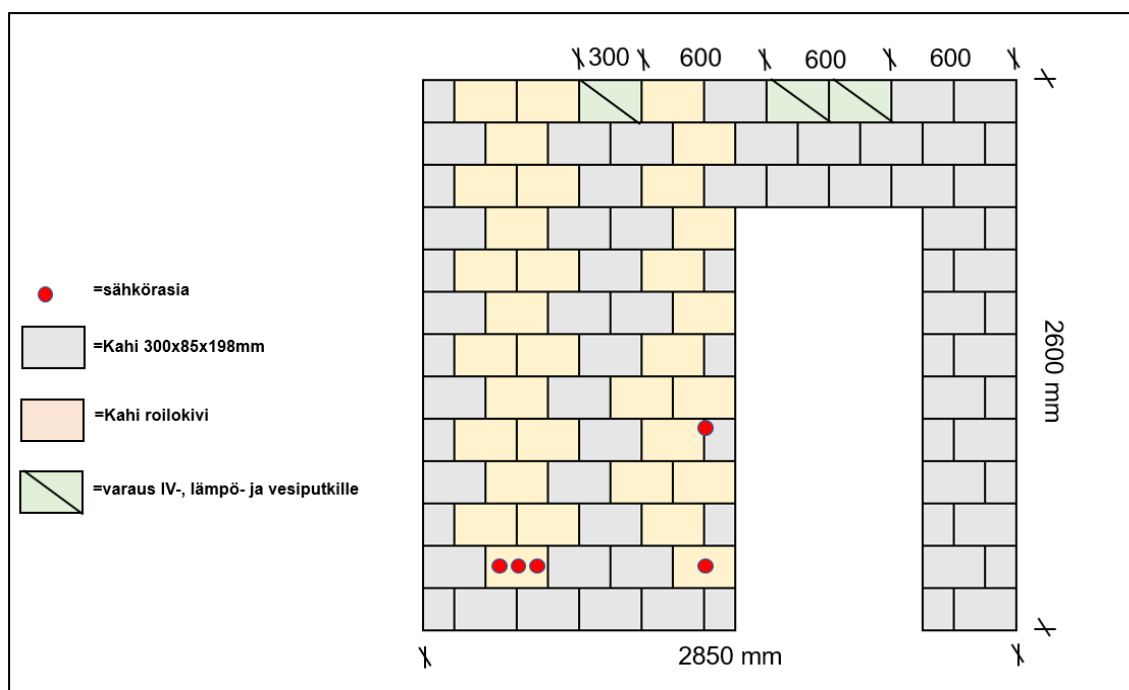
- Kaaviosta näkee, että levyseinän työn osuus on noin 7,99 euroa ja materiaalien 15,07 euroa eli yhteensä 23,06 euroa/m².
- Yhdistelmäseinällä työn osuus on 19,55 euroa ja materiaalien 18,09 euroa eli yhteensä 37,64 euroa/m².
- Kahiseinällä työn osuus on huikeat 49,90 euroa ja materiaalien osuus 27,28 euroa eli yhteensä 77,18 euroa/m².

Työn osuudessa on huomioitu jälkitöiden osuus ja materiaalien osuudessa myös jälkitöihin kuuluvat materiaalit. Vertailussa kustannustehokkaimmaksi seinärakenteeksi voidaan näiden tuloksien perusteella nostaa teräsrangalla ja kipsilevyllä toteutetut kevyet väliseinät.

7 Oma pohdinta ja kehitysideat

Luvussa 2 olevassa hypoteesissa pääteltiin opinnäytetyön alussa, että teräsrankarunkoinen levyseinä tulee olemaan kustannustehokkain ja nopein tapa toteuttaa märkätilan kevyet seinärakenteet. Opinnäytetyön aikana suoritettujen laskennallisten vertailujen perusteella tämä pitää paikkansa. Jälkitöiden kustannusten määrä tosin aiheutti kahilla toteutettuun vaihtoehtoon jopa yli kolmasosan kustannuksista.

Millä tavoin kahiseinällä tai yhdistelmäseinällä toteutetun märkätilan kustannuksia sitten voisi saada mahdollisesti pienemmäksi. Yhtenä vaihtoehtona on muuraustyön suunnittelun parantaminen ja mahdollisten LVI-tekniikan vaatimien reikävarausten merkitseminen suunnitelmiin. Samoin voitaisiin käyttää valmistajan valmiita roilokiviä, joissa on jätetty sähköputkille isompi kulkuaukko kuin normaalissa harkossa. Näiden käyttäminen edellyttäisi, että jokaisesta muurattavasta seinästä, jossa käytetään roilokiviä, tulisi tehdä ns. naamakuva muurauksesta. Suunnitelmasta muurarin tulisi tarkistaa, mihin kohtaan roilokiviä tulee käyttää. Kuvassa 42 on havainnollistettu kahiseinän muuraustyön periaatepiirros kuivantilan puolelta.



Kuva 42. Periaatepiirros muuraustyön suunnitelmasta

Kuvaan on merkitty vaaleanoranssilla roilokivien asennusjärjestys. Harkkojen paikat on suunniteltu niin, että sähköputkituksien toteuttaminen punaisilla ympyröillä merkatuille sähkörasioille helpottuisi. Vaaleanvihreällä on merkitty varaukset IV-, lämpö- sekä vesiputkille. Periaatepiirrosta hyödyntämällä voidaan laskea, kuinka paljon normaaleja harkkoja ja montako roilokiveä tarvitaan.

- normaali harkkoja 43 kpl ja puolikkaita 24 kpl
- roiloharkkoja 32 kpl
- oven ylityspalkki 1 kpl

Ajatus, että näin alettaisiin toimimaan kuulostaa suhteellisen hyvältä, mutta se lisäisi todennäköisesti muuraustyöhön kuluvaan aikaan hieman. Muurauksen aikana tulisi vaihdella erilaisia kiviä, joka sekoittaisi hieman urakatyön sujuvuutta sekä todennäköisesti lisäisi sen työvaiheen kestoa. Lisäksi tämä edellyttäisi, että suunnittelijat piirtäisivät periaatepiirroksen kaikista muurattavista seinistä ja lisäisivät niihin kaikki tarvittavat merkinnät, joiden avulla muurari voi toteuttaa seinän muuraustyön. Epäilen, että suunnittelijoilla ei välttämättä ole tarvittavaa kokemusta työvaiheen sisällöstä, jotta he osaisivat suunnitella periaatepiirroksen riittävän kattavaksi. Lisäksi suunnittelijoilla voi olla puutteelliset kuvat, jotta kaikki osattaisiin ottaa huomioon.

Levyrakenteisien väliseinien kriittisimpänä kohtana on oviaukkojen ylityskohdat ja siellä kulkevat sähköputkitukset. Teräsraangoissa on valmiina sähköputkille aukot, joista niitä voi kuljettaa, mutta niistä mahtuu kulkemaan yhdestä reiästä vain neljä putkea. Tässä kehitysideana olisi, että työmaalla toteutettaisiin väliseinämiehelle valmiiksi ylityksiin käytettäviä teräsranjan osia, joihin on tehty sähköputkituksia varten isommat aukot. Paikalla jälkikäteen reikien tekeminen on suhteellisen työlästä ja näin tulee turhia kustannuksia sekä myös mahdollisesti aikataulu viivästyksiä. Samoin käytettävistä menetelmistä johtuen mahdollinen seinään kohdistuva värinä voi irrottaa levyt pystyrangasta.

Yhtenä vaihtoehtona, jolla voitaisiin nopeuttaa märkätilojen toteuttamista, on valmiit kylpyhuonemuodulit. Kotimainen Lujabetoni Oy on kehittänyt oman version kylpyhuonemuodulista. Siinä seinänrunko on toteutettu teräsrangalla ja levy pintana toimii kotimaisen Finnfoam Oy:n Tulppa-levy, joka on esitelty tässä tutkimuksessa luvussa 3. Lattiana toimii Lujabetonin valmistama Superlaatta, jossa yhdistyy ontelolaatan ja paikallavaletun välipohjan hyvät puolet. Viemärit ja lattialämmitys on asennettu valmiiksi Superlaattaan.

Seiniin asennetaan sähköputkitukset ja -rasiat valmiiksi, jolloin myös tämä työvaihe jää märkätilan osalta pois. Kuvassa 43 on valmis kylpyhuonemoduuli kuvattuna ulko- ja sisäpuolelta. [30.]



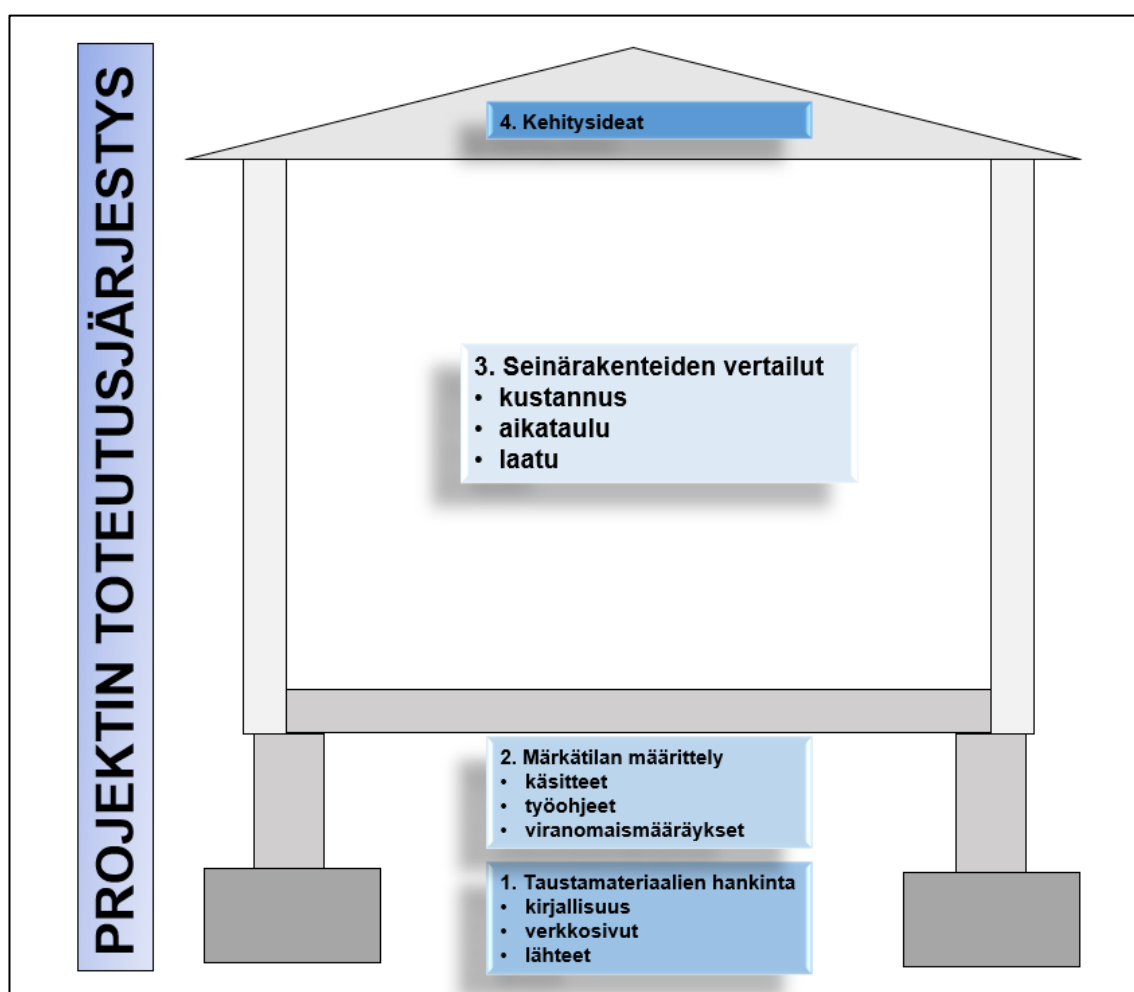
Kuva 43. Lujabetoni Oy:n kehittämä valmis kylpyhuonemoduuli Järvenpään tehtaalla 18.2.2020 kuvattuna. Vasemmalla moduuli ulkopuolelta ja oikealla sisäpuolelta kuvattuna.

Kylpyhuoneessa on sisäpuolella laatoitukset valmiina seinissä ja lattioissa, joten vedeneristys- ja laatoitustyötä ei tarvitsisi enää toteuttaa työmaalla. Märkätilaan tulevat kalusteet ovat myös asennettuna valmiiksi paikoilleen, joka säästäisi myös työmaalla niiden asentamisesta syntyvää aikaa. Tuotetta hyödyntämällä voitaisiin sisätyövaihetta nopeuttaa ainakin märkätilojen osalta huomattavasti. Tuotteen suojaus kuljetuksen sekä runkovaiheen aikana on todella tärkeää ja siihen tulee kiinnittää erityishuomiota, jotta voidaan varmistua tuotteen säilymisestä ehjänä sekä kuivana.

Opinnäytetyön tilaajana olevalla Skanska Talonrakennus Oy:llä on kohteissa pääsääntöisesti käytössä paikallavalettuna toteutetut välipohjat. Lujabetoni Oy:n Järvenpään tehdaspäällikkö Risto-Matti Valta kertoi, että tuotetta voidaan hyödyntää myös paikallavalukohteissa, joten tämän perusteella uskoisin tuotteen hyödynnettävyyteen myös opinnäytetyön tilaajayrityksen näkökulmasta. [30.]

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön alussa pohdittiin, millä tavoin suhteellisen yksinkertaista aihetta tulisi lähteä toteuttamaan. Muutaman päivän ajan pyörittelin ajatuksia päässäni, mutta huomasin, että jäsentely on suhteellisen hankalaa, jos en laittaisi mietteitä ylös paperille. Tämän jälkeen päädyin tekemään mindmapin eli ajatuskartan asioista, joita tutkimuksessa olisi hyvä käsitellä, jotta sen lopputulos olisi tilaajan, valvojaopettajan sekä opinnäytetyöntekijän mielestä riittävän hyvä. Yhteenvedossa esitellään opinnäytetyöprosessi rakennusvaiheina, joiden toteuttaminen on tärkeää ennen seuraavan aloittamista. Kuvassa 44 näytetään projektin toteuttamisen järjestys ja millä tavoin eri opinnäytetyö on rakennettu.



Kuva 44. Projektin toteuttamisen yhteenveto

Alustavan sisällysluettelon mietinnän jälkeen aloimme selaamaan verkkosivujen kautta mahdollisia lähteitä, joista voisi saada tarpeellista tietoa tutkimuksen teoria osuuden pohjaksi. Aluksi lähteitä oli parikymmentä, joista valittiin tutkimuksen kannalta kymmenen hyödyllisintä, joiden varaan voitiin rakentaa tutkimuksen anturat, joiden varaan pystyy rakentamaan tutkimuksen teoria osuuden. Taustamateriaalit märkätilan määritelmän, historian ja niitä koskevan lainsäädännön läpikäymiseen olivat näin valmiina. Rakentamisen aikana voi ilmi tulla myös ongelmia, joten mahdollisiin aikaisemmin havaittuihin virheisiin kannattaa tutustua, jotta ne voi välttää tulevaisuudessa tai ainakin vähentää niitä. Opinnäytetyön sisältö vastaa riittävän kattavasti näihin kysymyksiin eli tämä osuus täyttää niille asetetut vaatimukset.

Seuraavana vaiheena oli rakentaa perusmuuri eli sokkeli anturan päälle. Selvittäessä tutkimuksessa vertailtavien kevyiden seinärakenteiden työmenetelmiä ja verkkosivuilta löytyviä valmistajien työohjeita sekä niitä käsitteleviä julkaisuja Rakennustietosäätiön julkaisuista. Samalla pohdittiin, millä tavoin olen tottunut työvaiheita itse toteuttamaan sekä millä tavoin pystyttäisiin yksinkertaisesti selittämään, mitä eri työvaiheiden sisällössä tulee ottaa huomioon, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. Tutkimuksen sisällön kannalta on hyödyllistä tarkastella myös muitakin markkinoilla olevia materiaaleja, jotta lukijat huomaavat, että tässä työssä vertailussa olevat rakenteet eivät ole ainoita ratkaisuita, joita voidaan käyttää. Tutkimus käsittelee muutamia kotimaisien valmistajien tuotteita, jotka mielestäni ovat potentiaalisia kilpailijoita opinnäytetyössä vertailtaville seinärakenteille.

Opinnäytetyön seuraavana vaiheena tuli rungon pystytys, joka on tutkimuksen kannalta tärkein vaihe, jolla voidaan tehdä rakentamisen aikana suurimmat voitot tai tappiot. Nämä ovat tutkimuksen kannalta vertailut kahi-, levy- ja yhdistelmäseinän välillä. Tilajalla oli toiveena saada kustannus-, aikataulu- ja laatuvertailu näiden edellä mainittujen seinärakenteiden välille. Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa käydään vaiheittain läpi, millä tavoin nämä jakautuvat niin kustannusten kuin myös aikataulun perusteella. Kustannustenlaskennassa hyödynnettiin julkisia tietoja rautakauppojen verkkosivuilta löytyvistä hinnastoista materiaaleille sekä Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020 julkaisua työnosuuden arvioinnissa. Ettei tämä menisi liian helpoksi, toteutettiin tilaajalle vielä erillinen kustannuslaskelma, jossa käytettiin kustannuksien laskennassa materiaali- ja urakoitsijoiden hinnastoja sekä urakoitsijoiden tarjouksista löytyviä yksikköhintoja

työnosuudelle. Tästä tilaajalle toimitettiin erillinen excel-tiedosto. Kustannusvertailussa levyseinä tuli huomattavasti halvemmaksi kuin muut vaihtoehdot. Tähän tietenkin vaikutti muita rakenteita käytettäessä tulevat ylimääräiset lisätyöt, joiden osuus kustannuksista oli suorastaan hämmästyttävän suuri.

Eri seinärakenteiden aikataulujen vertailuun työmenekit haettiin Rakennustöiden menetelmät 2015 julkaisusta sekä hyödynnettiin haastatteluiden kautta saatuja tietoja työntoteuttamisen kestosta esimerkkikohteen kokoisissa hankkeissa. Ensimmäiseksi esimerkkikohteen pohjapiirustuksien pohjalta luotiin kohteen määräluettelo, johon eriteltiin työvaiheiden sisällöt, joiden avulla pystyttiin laskemaan työvaiheiden toteuttamiseen käytettyjen työvuorojen yhteismäärä. Tutkimuksessa käsitellään työvaiheiden sisältämien eri tehtävien prosentuaalista jakaumaa eri seinärakenteita käytettäessä sekä tietenkin kaikkia työvaiheiden toteuttamiseen käytettyjä työvuoroja. Aikatauluvertailussa selkeästi nopeimmaksi menetelmäksi toteuttaa märkätilan kevyet seinärakenteet tuli levyseinä, kun mittarina käytetään eri vaihtoehtojen toteuttamiseen käytettyjä työvuoroja, joita tulee kaikista niiden sisältämistä työtehtävistä.

Laatuvertailu osoittautui haasteellisimmaksi, koska millä tavoin voi vertailla puolueettomasti täysin erilaisia materiaaleja. Aluksi tarkoitus oli vertailla laajemmin teknisiä ominaisuuksia, mutta tutkimuksen aikana päädyttiin myös miettimään, miten helposti materiaaleja käyttämällä voi toteuttaa mittatarkat seinät sekä miten helppokäyttöisiä ne ovat toteuttaa. Kahisevina peittosi levyseinän teknisissä ominaisuuksissa, mutta hävisi selvästi mittatarkkuus vertailuissa.

Runko on nyt saatu rakennettua, mutta vielä ennen sisävaiheeseen siirtymistä on yksi kriittinen vaihe suoritettava. Tämä on tietenkin vesikatto, joka tutkimuksessa kuvastaa kehitysideoita. Opinnäytetyön aikana pohdittiin useita parannusehdotuksia, joilla vertailtavia työvaiheita voisi nopeuttaa sekä millä keinoilla niiden sisältämiä kustannuksia voisi yrittää pienentää. Mielenkiintoisimpana kehitysideana nousi kuitenkin Lujabetoni Oy:n kehittämä kylpyhuonemoduuli, joka on täysin valmis kylpyhuonepaketti. Sisäpuolella on laatoitukset, kalusteet ja suihkut paikoillaan, joten moni työvaihe jäisi pois työmaalla toteuttamisesta. Muutama kysymysmerkki tämän vaihtoehdon valinnassa kuitenkin voi olla. Kustannukset tuli tietenkin ensimmäisenä mieleen, että kuinka paljon kalliimmaksi tehtaalla toteutettu märkätilamoduuli sitten tulisi maksamaan ja millä tavoin pystyttäisiin

varmistumaan, ettei rakenteen sisälle pääse runkovaiheessa kosteutta, joka voi sitten myöhemmin aiheuttaa ongelmia. Kuitenkin erittäin mielenkiintoista nähdä tuleeko kylpyhuonemuodut laajempaan käyttöön vai tehdäänkö tulevaisuudessa edelleen märkätilat paikan päällä niin kuin on aina tehty.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyöprosessin toteuttaminen oli erittäin mielenkiintoista sekä opettavaista. Vertailussa mukana olleita työvaiheita käsiteltiin useammasta eri näkökulmasta sekä pohdittiin, millä tavoin työvaiheiden sisältämät tehtävät voisi aikatauluttaa kaikista tehokkaimmin. Tutkimuksen aikana suoritetut vertailut onnistuivat todella mallikkaasti ja tilaajalle saatiin toimitettua totuudenmukaiset vertailut. Toivottavasti tiedot menevät hankinnassa sekä laskennassa työskentelevien käyttöön, jotta tulevaisuudessa onnistutaan huomioimaan lisätöistä aiheutuvat kustannukset näiden työvaiheiden toteuttamiseen.

Teoriassa nämä kaikki on mahdollista selvittää, mutta työmaalla on kuitenkin niin paljon muuttuvia tekijöitä, ettei niitä kaikkia voi ennustaa ennalta. Vanha sananlasku kuitenkin sanoo, että hyvin suunniteltu on puoliksi tehty eli hyvällä kustannuslaskelman ja aikataulun suunnittelulla voi välttää osan ongelmista, mutta opettelemalla reagoimaan nopeasti muuttuviin tilanteisiin ja toimimaan niiden pohjalta selviää varmasti tulevaisuudessakin rakennustyömaan hektisessä ympäristössä.

Lähteet

- 1 Arkkitehtitoimisto A-konsultit. Verkkoaineisto. <https://www.sokopro.com>.
- 2 Cembrit Oy. Verkkosivu. <https://www.cembrit.fi>. Luettu 21.1.2020
- 3 Finnfoam Oy. Verkkosivu. <https://www.tulppa.fi>. Luettu 21.1.2020
- 4 Gles Oy. Verkkosivu. <https://www.gles.fi>. Luettu 17.1.2020
- 5 Haikara, Arttu. 2020. Työnjohtoharjoittelija, Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki. Sähköpostihaastattelu 24.2.2020.
- 6 Helsingin Asumisoikeus Oy. Verkkoaineisto. <https://www.att.hel.fi/sites/default/files/digiesite/asumisoikeusasunnot/kuusikkotie/4/index.html>. Luettu 23.1.2020
- 7 Lakan Betoni Oy. Verkkosivu. <https://www.lakka.fi>. Luettu 18.1.2020
- 8 Kosteudenhallinta. Verkkoaineisto. www.kosteudenhallinta.fi. Luettu 15.1.2020
- 9 Palavaneri Pirinen Oy. Verkkosivu. <https://www.kiilax.fi>. Luettu 16.1.2020
- 10 Rakennusbetoni- ja Elementti Oy. Verkkoaineisto. <https://www.rakennusbetoni.fi>. Kevytsorabetoninen seinäelementti AKO. Luettu 21.1.2020
- 11 Rakennusliitto. Verkkoaineisto. <https://rakennusliitto.fi>. Talonrakennusalan urakkahinnointelu 2019-2020. Luettu 20.1.2020
- 12 Rakennustietosäätiö RTS. 2010: Kylpyhuoneen remontti, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 13 Rakennustietosäätiö RTS. 2016: Rakennustöiden laatu 2017, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 14 Rakennustietosäätiö RTS. 2014: Rakennustöiden menekit 2015, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 15 Rakennustietosäätiö RTS. 2014: RT 84-11166 Märkätilojen rakenteet, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 16 Rakennustietosäätiö RTS. 2019: Ratu 0481, Ohutsaumamuuraus, Rakennustieto Oy, Helsinki

- 17 Rakennustietosäätiö RTS. 2001: Ratu 1193-S, Väliseinät ja alakatot, Tehtäväsuunnittelu-aliurakka, työkauppa, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 18 Rakennustietosäätiö RTS. 2005: RT 35-10841, Kalkkihiekkaharkot, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 19 Rakennustietosäätiö RTS. 2012: RunkoRyl 2010, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 20 Rakennustietosäätiö RTS. 2012: SisäRYL 2013, Rakennustieto Oy, Helsinki
- 21 Rakennustietosäätiö RTS. Verkkoaineisto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010506.pdf>. Märkätilan vedeneristys ja laatoitus- oikeat työmenetelmät. Sampsa Nissinen, diplomi-insinööri, Ratu-tutkija, Mittaviiva Oy. Luettu 19.1.2020
- 22 Rantakallio, Atte. 2020. Laskentapäällikkö. Skanska Oy, Helsinki. Sähköpostihaastattelu 24.2.2020.
- 23 Saint-Gobain Finland Oy/ Gyproc. Verkkosivu. <https://www.gyproc.fi>. Luettu 21.1.2020
- 24 Saint-Gobain Finland Oy. Verkkosivu. <https://www.fi.weber>. Luettu 21.1.2020
- 25 Sisäilmayhdistys ry. Verkkosivu. <https://www.sisailmayhdistys.fi>. Luettu 15.1.2020
- 26 Skanska Oy. Verkkosivu. <https://www.skanska.fi>. Luettu 14.1.2020
- 27 Taloon Yhtiöt Oy. Verkkosivu. <https://www.taloon.com>. Luettu 18.1.2020
- 28 Teknologian tutkimuskeskus VTT. Verkkoaineisto. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2239.pdf>. Märkätilaprosessin kehittäminen. Hannu Kauranen, VTT Rakennus ja yhdyskuntatekniikka, 2004. Luettu 25.1.2020
- 29 Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Verkkoaineisto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020302.pdf>. Sertifioitu märkätila-asennus. Lina Markelin-Rantala, diplomi-insinööri, tutkija, VTT Rakennus ja yhdyskuntatekniikka, 1998. Luettu 19.1.2020
- 30 Valta, Risto-Matti. 2020. Tehdaspäällikkö, Lujabetoni Oy, Järvenpää. Keskustelu 18.2.2020.
- 31 Vensu, Tomi. 2020. Vastaavamestari, Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki. Sähköpostihaastattelu 24.2.2020.

- 32 Visti, Tuomo. 2020. Vastaavamestari, Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki. Haastattelu 15.1.2020.
- 33 Ympäristöministeriö. Verkkosivu. <https://www.finlex.fi>. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Luettu 16.1.2020
- 34 Ympäristöministeriö. Verkkoaineisto. <https://www.ym.fi>. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Luettu 15.1.2020
- 35 Ympäristöministeriö. Verkkoaineisto. <https://www.finlex.fi>. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Luettu 18.2.2020
- 36 Ympäristöministeriö. Verkkoaineisto. <https://www.finlex.fi>. Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä. Luettu 19.2.2020

Teräsrunkoisten kipsilevyseinien asennusohje

<https://www.gyproc.fi/asentaminen/asennusohjeet/teräsrunkoisten-kipsilevyseinien-asennus>

Teräsrunkoisten kipsilevyseinien asennus

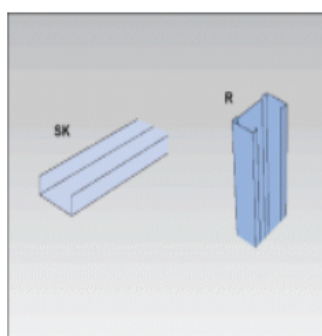


Tämä ohjeistus käsittää Gyproc-kipsilevyjen (GN 13, GEK 13, GRI 13 ja GF 15) asentamisen ulko- ja sisäseinissä perinteiseen k 600 teräsrunkoon sekä rakenteiden suunnitteluun liittyviä keskeisiä asioita.

Teräsrangan edut

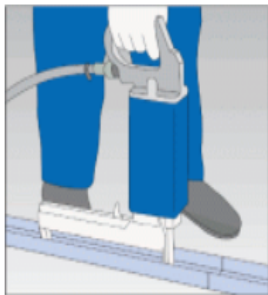
Teräsrangan etuja puurankaan verrattuna ovat mittatarkkuus ja suoruus. Teräsranka on helppo asentaa. Naulaamisen sijaan profiilit vain kierretään paikalleen. Teräsrankoja on näin myös helppo säätää paikalleen jälkeinpäin. Toinen teräsrunkojen etu on elämättömyys. Teräsranka ei elä levyn takana kuten puuranka tekee. Vaihtelut ilman suhteellisessa kosteudessa ja lämpötilassa eivät vaikuta teräsrankaan yhtä paljon. Teräsrangoilla voidaan myös yksinkertaisin rakentein saavuttaa huomattavasti paremmat ääneneristysarvot kuin puurangoilla.

Teräsrungon osat



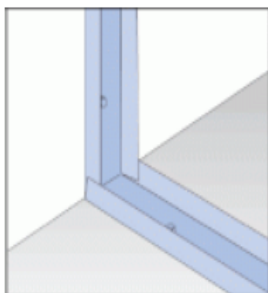
- Kisko SK = Seinän ala- ja yläjuoksu
- Ranka R = Seinäranka

Kiskon kiinnitys



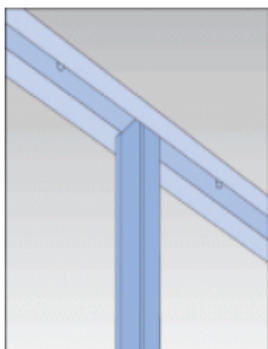
Kiinnitä kisko alustaan sopivalla kiinnikkeellä. Kiinnikkeiden jakomitta on k 400. Tee kiskon jatkokset päittäisjatkoksina.

Kiskon liittyminen seinään



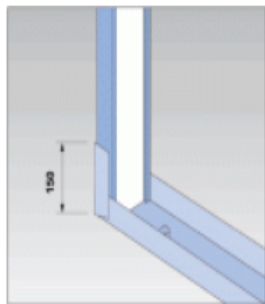
Katkaise kiskon laipat ja taita kisko uumasta.

Rangan asentaminen kiskoon



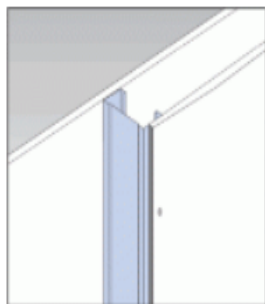
Rangan katkaisupituus on vapaa väli -20 mm. Pyöräytä rangat paikoilleen noin 600 mm:n jaolla ja jätä ne vapaaksi liikkumaan kiskon laippojen puristuksessa. Älä kiinnitä niitä kiskoihin. Levyn reuna ja keskilinja määrää levytyksessä rangan paikan, jolloin sen lopullinen kiinnittyminen tapahtuu.

Kevyen oven karmiranka



Tavallinen väliovi: asenna rangan sisälle seinän korkuinen puulista, johon ovikarmi kiinnittyy. Taita lattiakiskosta 150 mm:n pituinen osa ylöspäin tukemaan liitoskohtaa.

Levytyssuunta ja levysaumojen sijoitus



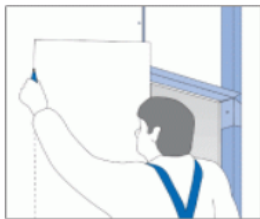
Kiinnitä levy ensin rangan laipan avoimelle puolelle. Älä sijoita eri puolen saumoja samalle rangalle. Ruuvivälit levyn reunoissa k 200 ja keskirangalla k 300. Ruuvien etäisyys kartonkireunoilla väh. 10 mm ja leikatusta reunasta väh. 15 mm.

Tukirakenteet



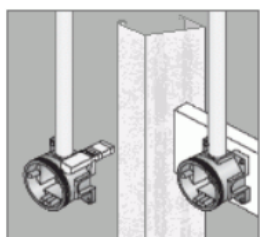
Hanakulma-, kaapisto-, vaatenaulakko- yms. tuet kannattaa olla vähintään 1,0 mm peltiä. Nämä tuet ovat saatavana valmiina Gyprocilta.

Aukkojen levytys



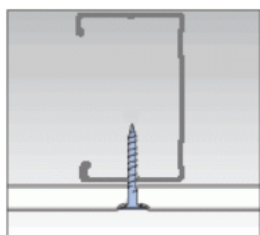
Levytä aina täysillä levyillä. Tee aukot loveamalla. Leikkaa lyhyet sivut sahalla ja pitkät mattopuukolla. Näin menetellen levytyksessä säilyvät reunaohennukset, jotka helpottavat pintakäsittelyitä ja parantavat lopputuloksen laatua. Tee oviaukon yläkarmi 910 mm pitkällä Gyproc Oviaukkokiskolla.

Sähköasiat



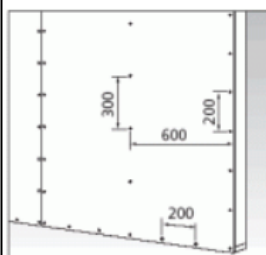
Käytä muovisia tukijalkoja, 2 kpl/rasia. Katkaise jalat runkotilan mukaan tai kiinnitä rasia laudanpätjän avulla.

Ruuvikiinnitys



Ruuvien kantojen pitää painua kartongin pinnan tason alapuolelle sitä kuitenkaan rikkomatta.

Ruuvivälit ja -etäisyydet seinässä



Reunaetäisyys kartonkireunaan vähintään 10 mm ja leikattuun reunaan 15 mm.

Kahi-väliseinäponti suunnittelu- ja työohje

(<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/55001.pdf>)

3 Muuraus ja pinnoitus

3.1 Tiiliseinät

Kahi-väliseinätillet on tarkoitettu puhtaaksi muurattaviin ja tasoitettaviin seinäin. Puhtaaksi muurattaviin seinäin käyttöön vähintään yksi syrjä ja pää ovat ilman sellaisia virheitä, jotka saattavat heikentää muuratun rakenteen ulkonäköä (vrt. valmiin muurin laatuluokitus). Kahi-väliseinätillet muurataan liittymyksen kulmissa. Toisilnsa tai ulkoseiniin T-liitoksella liitetyt seinät ankuroidaan teräksin tai esim. Amutek Väliseinäohjaimen avulla. Urat ja railot esimerkiksi sähköputkia varten tehdään kätevimmin railotilien avulla. Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikemikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamriskin.

Normaalikokoiset kalkkihiekkatillet NKH (270x130x75)mm muurataan yleensä 1/2-tiilen ja moduulikokoiset tillet MKH (285x85x85)mm yleensä 1/3-tiilen pituusliittymyksellä.

Muuraus suoritetaan webervetonit ML 5 Muurauslaastilla M100/600 (lujuusluokka M5).

Laastien sideaineena on muuraus-sementti, runkoaineena luonnonhiekkä ja lisäaineina on käytetty säänkestävyyttä ja työskätyvyyttä parantavia lisäaineita.

Rakenteet muurataan täysin, enintään 3 mm sisään painetuin saumoin ja vaaka- ja pystysaumojen nimellispaksuus on 12,15 mm, ellei suunnitelmissa toisin mainita. Täydeksi saumaksi katsotaan sauma joka on painettu sisään enintään 3 mm. Yleislaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 6 mm ja enintään 15 mm.

Juoksuilmityksi katsotaan muuri, jossa päällekkäisten tiilien porrastus on vähintään 1/4-tiilen pituudesta ja 1/2-tiilen korkeudesta.

Valmiin muurauksen mittatarkkuusluokat sekä valmiin pinnan laatuluokituksia on käsitelty Rakennustöiden Yleisissä Laatuvaatimuksissa RunkoRYL 2010 / SisäRYL 2013.

Puhtaaksi muurattavat rakenteet saumataan normaalisti muurustyön yhteydessä. Saumaus suoritetaan muutamien minuuttien kuluttua muurauksesta.

Saumausajankohtaan vaikuttavat ilman, laastin, ja tiilien lämpötila sekä tiilen vedenimunopeus. Sauma voidaan viimeistellä saumaraudalla, muoviputkella tai puiseilla saumausvälineillä.

3.2 Harkkoseinät

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä mittatarkat Kahi-harkot muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Ohutsaumalaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 0,5 mm ja enintään 3 mm. Laastina käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä webervetonit OL 15 Ohutsaumalaastia tai talviolasuhteisla OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia. Laastia kuluu, harkkotyypistä riippuen vain 2–6,5 kg/m² ja se voidaan sekoittaa työpaikalla porakonevispilillä. Näin apuutyt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähäisiä.



Muuraus aloitetaan merkitsemällä seinän paikka ja asentamalla muurausjohteet, joihin saadaan kiristettyä linjalanka. Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikemikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamriskin. Ensimmäisen harkkokerroksen vakasauma muurataan yleensä webervetonit ML 5 Muurauslaastilla M100/600 tai webervetonit ML Leca-laastilla siten, että se saadaan oikeaan korkeuteen täysin suoraksi. Muurauksen annetaan jäykistyä riittävästi ennen ohutsaumamuurauksen alkamista. Tarvittaessa

muuraus tehdään matalalla H=96 mm harkolla tai tiilellä korkeusmitoituksen soveltamiseksi huone- tai ovikorkeuteen sopivaksi.



Seinä saadaan oikealle paikalle ja suoraksi normaalin tapaan muurausjohteiden, linjalankojen ja vesivaa'an avulla. Ohutsaumalaasti sekoitetaan porakonevispilillä puhtaaseen veteen pakkauksen ohjeen mukaisesti ja levitetään tähän tarkoitukseen kehitetyllä muurauskelkalla, kastelukannulla tai hammastetulla laastikauhalla.



Harkot asennetaan yleensä puolen harkon liittymyksen ja pontatuissa pystysaumoissa ei käytetä laastia ellei suunnitelmissa erikseen mainita. Viisteharkkoseiniä ohutsaumamuurauksessa laastia käytetään myös pystysaumoissa. Kohdassa 5 on esitetty tarkemmin Kahi-rakenteiden moduulimitoitus.

Mahdolliset linjavirheet oikeistaan varovasti naputtamalla tai muurauslaastisauman avulla. Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan. Talviolasuhteisla ohutsaumamuurauksista voidaan tehdä, kun käytetään webervetonit OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia tai lämmintä laastia ja lämpimiä harkkoja.

Lisää ohjeita pakkasohutsaumalaastin käytöstä löytyy osoitteesta www.fweber.

Harkot katkaistaan tiilleikkurilla, tiilisahalla tai kulmahiomakoneella. Tiilisahalla tai kulmahiomakoneella katkaistujen harkkojen päissä käytetään ohutsaumalaastia.



Tiilleikkurilla katkaistujen harkkojen pystysaumot täytetään muurauslaastilla. Laasti saadaan tarttumaan lujasti harkkoihin kun harkkojen katkaistuihin päihin on levitetty kerros Ohutsaumalaastia juuri ennen muurauslaastitöitä.

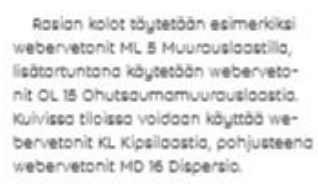
Limittämättömät seinät sidotaan toisiinsa saumoihin asennettavilla 0,7-0,8 mm:n ns. reikänauhoilla, kantavissa seinissä vähintään joka toisessa saumassa ja kantamattomissa seinissä vähintään joka kolmannessa saumassa. Reikänauhoja käytetään vahvikkeena myös muiden limittämättömien pystysaumojen kohdalla. Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikin tai ralloharkkoihin. Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.

Ovi- ja ikkuna-aukot ylitetään kätevimmin kahi-palkeilla. 130 mm leveissä harkkoseinissä käytetään kahi-runkopalkkia. 85 mm leveissä ei kantavissa

harkko- väliseinissä käytetään kahi-väliseinöpalkkia. Muurattua rakennusta ei tule kuormittaa ennen kuin se on saavuttanut riittävän lujuuden niin, että se kestää kuormat vaurioitumatta.



Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikin tai ralloharkkoihin. Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.



Rasian kolot täytetään esimerkiksi webervetonit ML 5 Muurauslaastilla, lisätartuntana käytetään webervetonit OL 15 Ohutsaumamuurauslaastia. Kuliissa tiloissa voidaan käyttää webervetonit KL Kipsilaastia, pohjusteena webervetonit MD 16 Dispersio.



Asennusputki kiinnitetään kajerasiaan suoraan ilman nysää. Ylimääräinen rasiaan tuleva asennusputki leikataan pois, ja putki kiinnitetään kajerasiaan tiivistysmassalla.



Kajerasia kiinnitetään harkkoon tiivistysmassalla killoja apuna käyttäen.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää jälkiasennusrasiasia (ns. 'mokamuki'). Kajerasiaa varten porataan Ø 75 mm kruunuporalla reikä.



Siltä suunnasta, josta asennusputki on tulossa, lyödään esimerkiksi taltalla pois pala harkon sisäpinnasta, jotta asennusputkeen ei tule jyrkkää mutkaa.

Mikäli rasian läpi halutaan viedä johdotus alempana sijaitsevalle sähköpisteeseen, asennetaan päällekkäin kaksi kajerasiaa. Vaihtoehtoisesti kahden pystysuunnassa päällekkäin olevan rasian sähköt voidaan viedä eri suunnista (toinen ylhäältä ja toinen alhaalta). Jotta kajerasiat saadaan ongelmitta oikeaan korkeuteen, tulee runkoponttiharkkoseinässä käyttää kajerasian kanssa 30 mm korotusrenkasta ja väliseinäponti-harkkoseinässä 12 mm korotusrenkasta.



Eriytyistä huomiota kiinnitetään seinin, jotka ovat rakennustyön aikana tilapäisesti ilman tuentaa, mutta joihin voi kohdistua tuuli- tai rakennustyön aikaisia kuormia. Tarvittaessa seinät tuetaan tilapäisesti stabiilisuuden säilyttämiseksi.

Ohutsaumamuuratut seinät tasoitetaan maalauksen, tapetoinnin tai laatoituksen alustaksi. Tasoitteet valitaan seinäpintojen tasaisuuden, tilan käyttötarkoituksen ja lopullisen pinnan mukaan kahi-alustalla testatuista Weber-tuotteista.

Kivien tilojen tasoitteita: webervertonit L Pohjatasoitte ja LR+ Pintatasoitte käytetään kuivissa sisätiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen.

Pinnat voidaan maalata tai tapetoida pintamateriaalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Katot voidaan jättää myös ruiskupintaisiksi.

Kosteutta kestävä webervertonit V+ Hienetasoitte voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. webervertonit MT Märkätilatasoitteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitus-alustat.

Paksimmat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaummat) voidaan tarvittaessa tehdä webervertonit 410 Ohutrappauslaastilla tai PTH Pikatäyttömassalla.

Liitoksiin, joissa voi tapahtua pientä liikettä, kuten seinän ja katon liitokseen, väliseinien ja ulkoseinien liitoksiin sekä ulkoseinien nurkkasaumoihin suositellaan tehtäväksi 'joustava liitos'. Tasoitustyön jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoitteeseen tarvittavat varjosaummat tai urat elastista kittä varten.

Palkin pään ja tuen kohdalla suositellaan käytettäväksi ensimmäisen ja toisen tasoittekerroksen väliin levitettävää pintavahvistuskangasta. Mikäli maalattavissa pinnoissa käytetään lasikuitukangasta tai lasikuituhuopaa, voidaan pintavahvistuskangas jättää pois.

Maalattavat tai tapetoitavat seinät

Huolellisesti muurattu Kahi-harkko-seinän tasoituskäsittelyksi ennen maalausta tai tapetointia riittää yleensä:



1. Osittain tasoitus pohjatasoiteella
2. Kokonaan tasoitus pohjatasoiteella
3. Kokonaan tasoitus pintatasoiteella

Märkätilan seinät

Märkätilan seinien vedeneristys voidaan tehdä käyttämällä weberin Vedeneristysjärjestelmiä kuten esim. weberKahi Vedeneristysjärjestelmä, weberKahi Vedeneristysjärjestelmä on tarkoitettu asuntojen märkätilojen seinien laadukkaaseen rakentamiseen. Kiviainelinen ja lahoamaton Kahi-harkkoista ohutsaumamuurattu seinä muodostaa kustannustehokkaan ja lujan perustan pitkäikäiselle pesutilalle. Lattian vedeneristysjärjestelmänä toimii esim. weberSafe Vedeneristysjärjestelmä.



Järjestelmän edut:

- Kahi-harkkoseinä nousee nopeasti, laastityöt on minimoitu
- Seinäpintojen vedeneristeeksi riittää weber MG Kosteussulku, läpivientien ja saumojen tiivistykseen weber WP Vedeneristysmassa ja vahvikenkaat
- Kahi on tukeva kiinnitysalusta ja helppo korjata

Lisätietoa weber Vedeneristysjärjestelmistä osoitteessa www.f.weber.

1. Ohutsaumamuurattu KAHİ-harkko
- laastia myös pystysaumoissa
2. webervetonit MT Märkätilatasoite
3. weber MG Kosteussulku - seinät kaksi käsittelykertaa
4. weber WP Vedeneristysmassa
- nurkat, kulmat, läpiviennit sekä lattialle ja seinän yläosastoon 100 mm
5. Vahvikenouhat ja läpivientivahvikkeet
6. webervetonit RF saneerauslaasti
7. weber classic grout Saumalaasti
8. weber Rapid grout Saumalaasti
9. weber neutral/special silicone

Tarkemmat työohjeet osoitteessa www.f.weber.

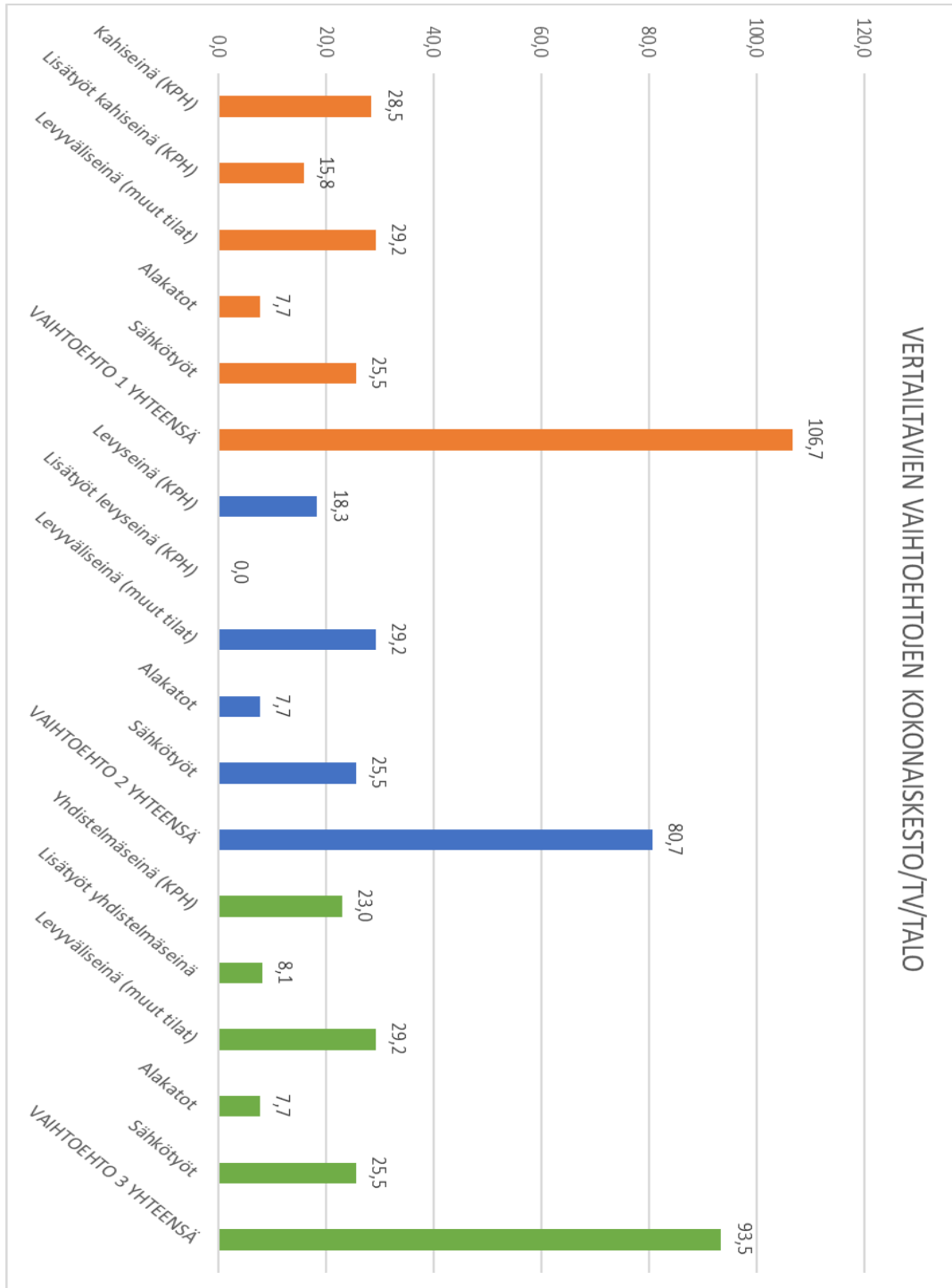
Aikataulujen suunnittelussa käytetyt laskelmat

AIKATAULUT						
MÄRKÄTILOJEN KEVYET VÄLISEINÄT						
Vaihtoehto 1 (1 Ram)						
Muuraustyö	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Aloittavat työt	0,15	m2	312,00	m2	5,9	TV
Mittaus	0,04	m2	312,00	m2	1,6	TV
Laastinvalmistus vispilällä 25 kg/erä	0,02	m2	312,00	m2	0,8	TV
Ohutsaumamuuraus	0,51	m2	312,00	m2	19,9	TV
Lopettavat työt	0,01	m2	312,00	m2	0,4	TV
YHTEENSÄ					28,5	TV
Vaihtoehto 2 (1 Ram)						
Levyväliseinätyö	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Aloittavat työt	0,04	m2	312,00	m2	1,56	TV
Siirrot	0,08	m2	312,00	m2	3,12	TV
Metallirunko K400	0,14	m2	312,00	m2	5,46	TV
Levytytys 1 levy/puoli	0,20	m2	312,00	m2	7,80	TV
Lopettavat työt	0,01	m2	312,00	m2	0,39	TV
YHTEENSÄ					18,3	TV
Vaihtoehto 3 (1 Ram)						
Muuraustyö	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Aloittavat työt	0,15	m2	146,00	m2	2,7	TV
Mittaus	0,04	m2	146,00	m2	0,7	TV
Laastinvalmistus vispilällä 25 kg/erä	0,02	m2	146,00	m2	0,4	TV
Ohutsaumamuuraus	0,51	m2	146,00	m2	9,3	TV
Lopettavat työt	0,01	m2	146,00	m2	0,2	TV
Levyväliseinätyö	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Aloittavat työt	0,04	m2	165,00	m2	0,83	TV
Siirrot	0,08	m2	165,00	m2	1,65	TV
Metallirunko K450	0,14	m2	165,00	m2	2,89	TV
Levytytys 1 levy/puoli	0,20	m2	165,00	m2	4,13	TV
Lopettavat työt	0,01	m2	165,00	m2	0,21	TV
YHTEENSÄ					23,0	TV

MAHDOLLISET LISÄTYÖT						
Vaihtoehto 1 (1 Ram)						
	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Roilous	0,05	jm	400,00	jm	2,50	TV
Timanttioraus 20-100 mm	0,30	jm	6,80	jm	0,26	TV
Timanttioraus 101-150 mm	0,45	jm	5,44	jm	0,31	TV
Timanttioraus 150-200 mm	0,55	jm	1,00	jm	0,07	TV
Sähkörsioiden upotus	0,15	reikä	116,00	reikä	2,18	TV
Roilojen ja rasioiden paikkaus/täyttö	0,05	jm	430,00	jm	2,69	TV
Nollatasoitus	0,20	m2	312,00	m2	7,80	TV
YHTEENSÄ					15,8	TV
Vaihtoehto 2 (1 Ram)						
	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
					0,00	TV
					0,00	TV
					0,00	TV
YHTEENSÄ					0,00	TV
Vaihtoehto 3 (1 Ram)						
	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Roilous	0,25	jm	81,60	jm	2,55	TV
Timanttioraus 20-100 mm	0,30	jm	0,00	jm	0,00	TV
Timanttioraus 101-150 mm	0,45	jm	2,72	jm	0,15	TV
Timanttioraus 150-200 mm	0,55	jm	0,00	jm	0,00	TV
Sähkörsioiden upotus	0,15	reikä	24,00	reikä	0,45	TV
Roilojen ja rasioiden paikkaus/täyttö	0,05	jm	200,00	jm	1,25	TV
Nollatasoitus	0,20	m2	146,00	m2	3,65	TV
YHTEENSÄ					8,1	TV

MUUT LEVYVÄLISEINÄT JA ALAKATOT (1 Ram)						
Levyväliseinätyö	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Aloittavat työt	0,04	m2	497,50	m2	2,49	TV
Siirrot	0,08	m2	497,50	m2	4,98	TV
Metallirunko K450	0,14	m2	497,50	m2	8,71	TV
Levytys 1 levy/puoli	0,20	m2	497,50	m2	12,44	TV
Lopettavat työt	0,01	m2	497,50	m2	0,62	TV
YHTEENSÄ					29,2	TV
Alakattorunko ja levytys	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Runko ja levy 21,5 m2/tv	0,38	m2	161,40	m2	7,67	TV
YHTEENSÄ					7,7	TV

SÄHKÖTYÖT (2 Ram)						
	tth	Yksikkö	Määrä	Yksikkö	Yhteensä	Yksikkö
Yksiö/kaksio alle 55 m2	19,0	tth/huoneisto	8,00	kpl	9,5	TV
Kaksio/kolmio noin 55...95 m2	27,0	tth/huoneisto	0,00	kpl	0,0	TV
Kolmio/suurempi yli 95 m2	32,0	tth/huoneisto	8,00	kpl	16,0	TV
YHTEENSÄ					25,5	TV



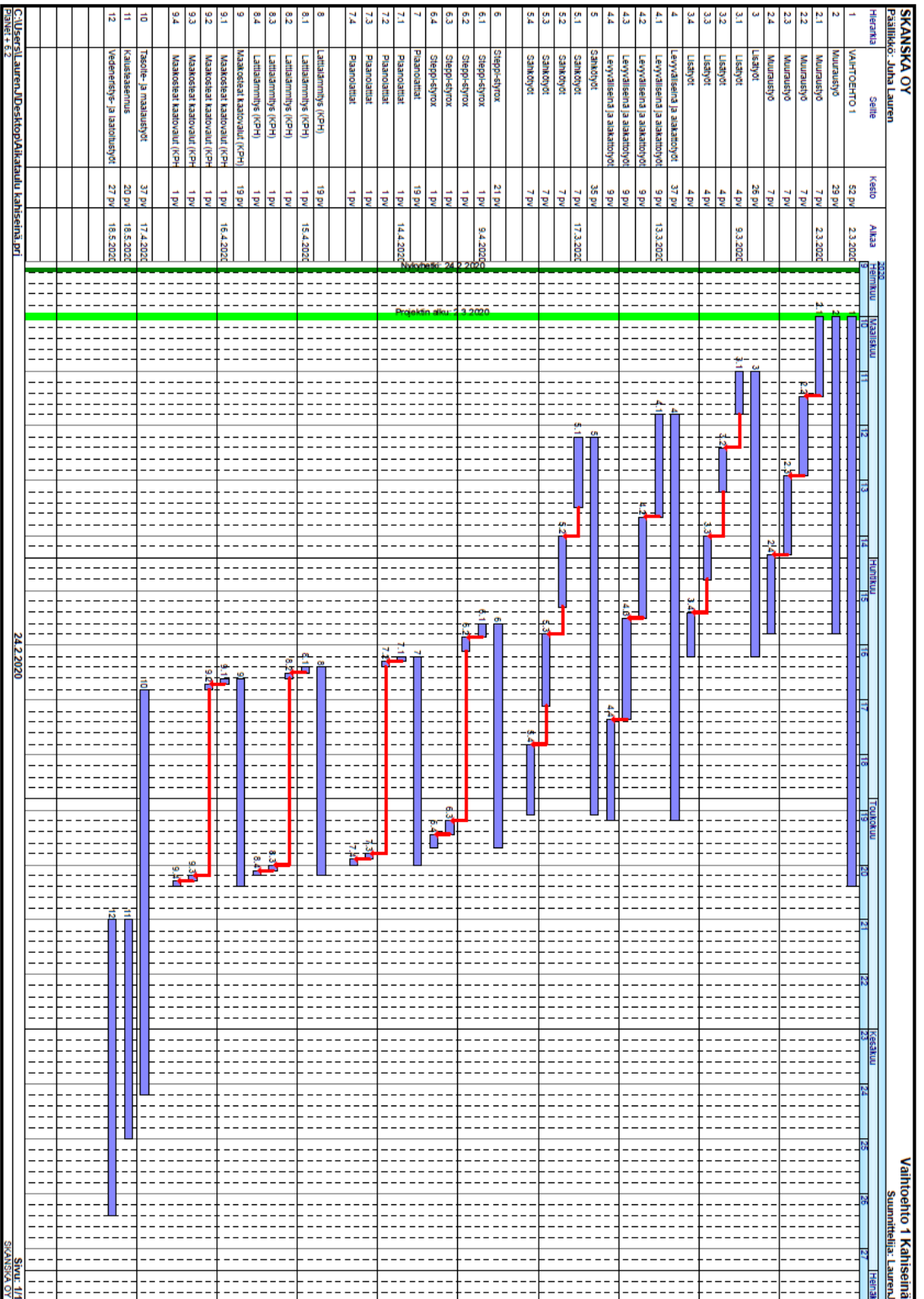
Vertailtavien menetelmien kustannuslaskelmat

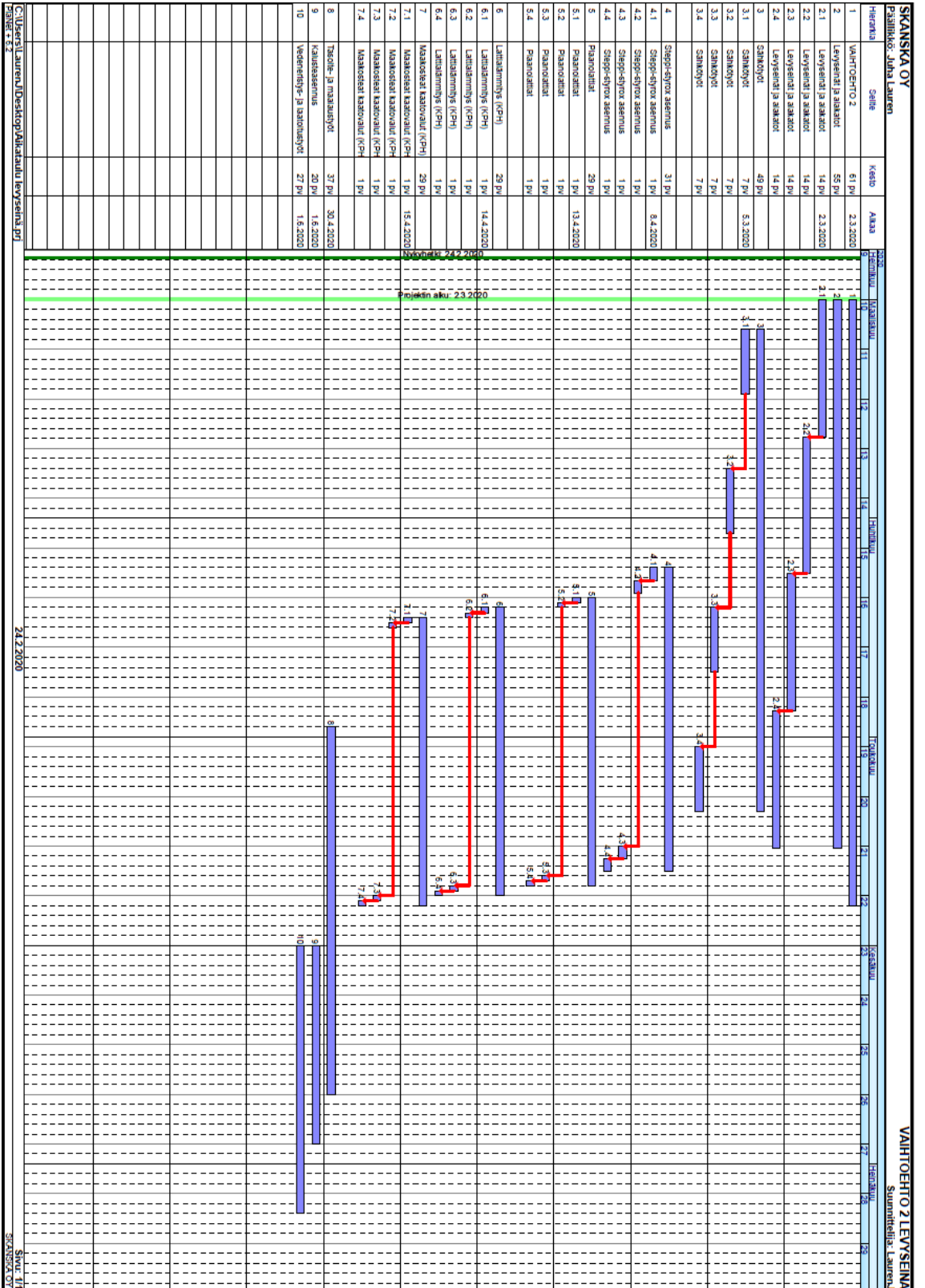
Tässä työssä vertailtavien materiaalien ja työn osuuden kustannuslaskelmat eri menetelmiä käytettäessä. Laskelmissa ei ole otettu huomioon työntekijöiden sosiaalikuluja eikä yrityksen määrittelemää katetta. Kustannuslaskelmissa on huomioitu mahdolliset jälkityöt ja niiden työn ja materiaalien kustannukset.

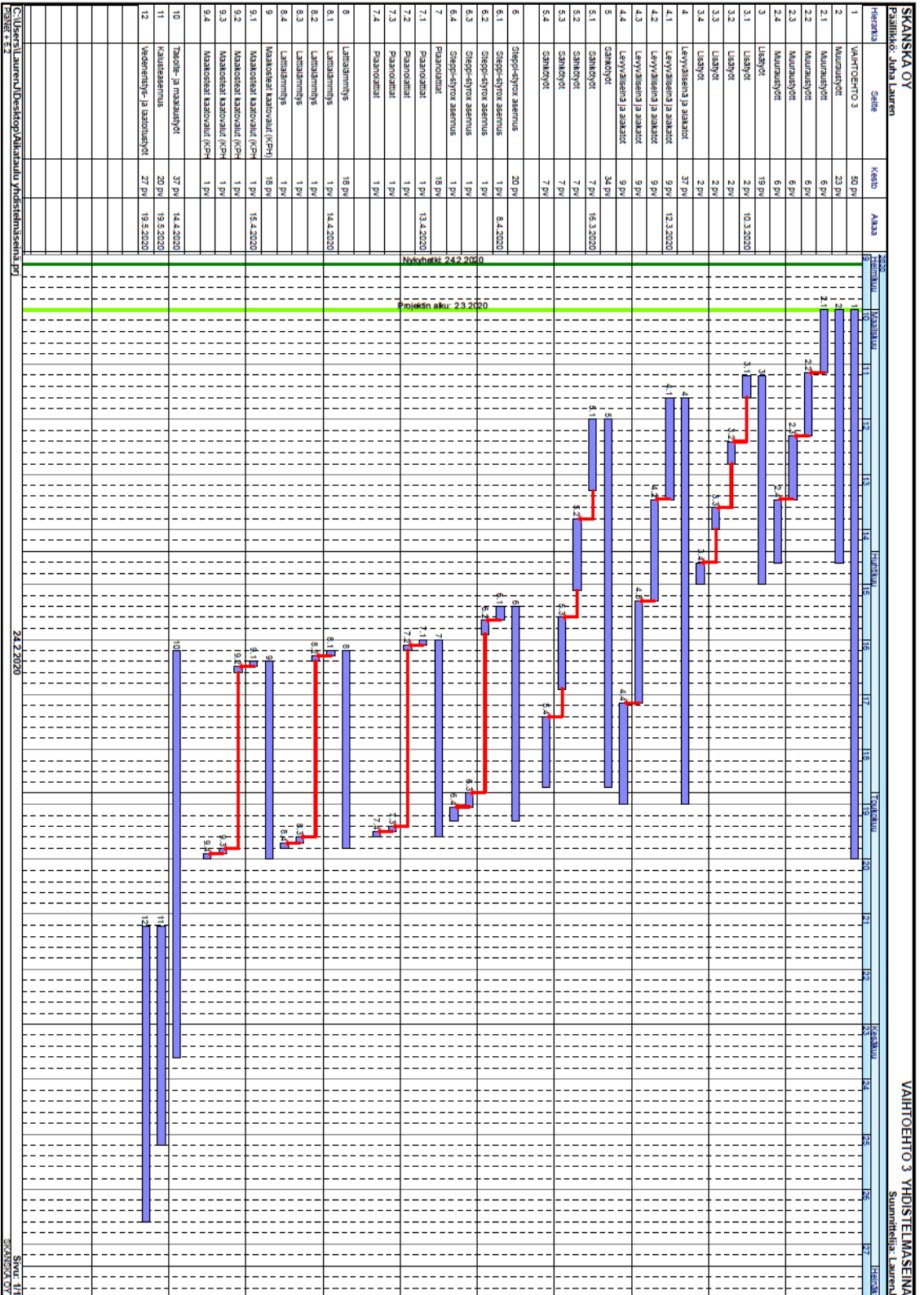
MÄRKÄTILOJEN KEVYIDEN SEINÄRAKENTEIDEN TYÖT JA MATERIAALIT						
Vaihtoehto 1	Kahi Väliseinäpöntti					
Hinnan määrätymisperuste	MATERIAALI	HINTA	YKSIKKÖ	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ	YHTEENSÄ
Rautakauppa	Kahi Väliseinäpöntti 300x85x198 40 kpl/letka	45,30 €	letka	135	letkaa	6 114,96 €
Rautakauppa	Ohutsaumalaasti Weber vetonit OL15 25kg	16,34 €	säkki	24	säkkiä	392,16 €
Rautakauppa	Muurauslaasti Weber vetonit M100/600 ML 5 25kg	4,61 €	säkki	16	säkkiä	73,81 €
Rautakauppa	Väliseinäpalkki Kahi VHR4 1200x85x198 mm	45,92 €	kpl	24	kpl	1 102,06 €
Rautakauppa	Sokkelikaista Icopal 10 cm x 10 m	5,01 €	rll	12	rll	60,10 €
Rautakauppa	Asennusvanne 20x0,75mm 25 m	18,92 €	rll	6	rll	113,54 €
YHTEENSÄ						7 856,64 €
TYÖN OSUUS JA ERITTELY						
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019- 2020	Muuraustyöt	12,50 €	m2	312,8	m2	3 910,00 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019- 2020	Pohjavarvin muuraus laastityönä	2,31 €	jm	120	jm	277,20 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019- 2020	Muurauksessa tarvittavien ohjaimien asennus	2,42 €	jm	324	jm	784,08 €
YHTEENSÄ						4 971,28 €
URAKKAAN KUULUMATTOMAT TYÖT JA MATERIAALIT						
Toimijan hinnasto	Sähköputkien roilot	15,00 €	jm	400	jm	6 000,00 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 20-100 mm	1,01 €	cm	680	cm	686,80 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 101-150 mm	1,10 €	cm	544	cm	598,40 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 151-200 mm	1,30 €	cm	102	cm	132,60 €
Toimijan hinnasto	Rasian upotus	15,00 €	kpl	116	kpl	1 740,00 €
Arvioitu	Roilojen täyttö/rappaus	0,60 €	jm	430	jm	258,00 €
Rautakauppa	Täyttölaasti Weber vetonit 413 25 kg	6,29 €	säkki	8	säkkiä	50,28 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019- 2020	Tasoitus laattapohjaksi (nollatasoitus) 1-3 mm, jokainen käsittelykerta 3,78/m2	3,78 €	m2	312,8	m2	1 182,38 €
Rautakauppa	Märkätilatasoite Weber vetonit MT 20 kg	12,08 €	säkki	50	säkkiä	604,20 €
YHTEENSÄ						11 252,67 €
TYÖN OSUUS		HINTA	Hinta/m2			
Urakkaan kuuluvat		4 971,28 €	15,93 €			
Urakkaan kuulumattomat		10 598,18 €	33,97 €			
YHTEENSÄ		15 569,46 €	49,90 €			
MATERIAALIT						
Muuraukseen kuuluvat		7 856,64 €	25,18 €			
Jälkitöissä tarvittavat		654,48 €	2,10 €			
YHTEENSÄ		8 511,12 €	27,28 €			
YHTEENSÄ		24 080,58 €	77,18 €			

MÄRKÄTILOJEN KEVYIDEN SEINÄRAKENTEIDEN TYÖT JA MATERIAALIT						
Vaihtoehto 2	Teräsranka ja kipsilevy					
Hinnan määrätymisperuste	MATERIAALI	HINTA	YKSIKKÖ	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ	YHTEENSÄ
Rautakauppa	Lattia-/kattokisko teräs 66/37 mm 3,1 m	5,02 €	kpl	40	kpl	200,64 €
Rautakauppa	Teräsranka Gyproc Gypsteel ELPR 66/40 2740 mm	3,54 €	kpl	300	kpl	1 062,48 €
Rautakauppa	Väliseinätolppa Stora Enso LVL T 39x66X2700 mm	4,52 €	kpl	48	kpl	217,06 €
Rautakauppa	Sokkelikaista Icopal 10 cm x 10 m	5,01 €	rll	12	rll	60,10 €
Rautakauppa	Märkätilalevy Gyproc GRIE 13 Ergo 900x2700x13 mm	13,19 €	kpl	130	kpl	1 714,18 €
Rautakauppa	Kipsilevy Gyproc GNE 13 Normaali Ergo 900x2700x13 mm	8,99 €	kpl	130	kpl	1 168,70 €
Rautakauppa	Havuvaneri UPM III/III 12x2400x1200 mm	23,26 €	kpl	12	kpl	279,07 €
YHTEENSÄ						4 702,23 €
	TYÖN OSUUS JA ERITTELY					
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Väliseinätyö (kipsilevy, metallirunko, kipsilevy+Ek-kipsilevylisä 0,50 eur/m2)	7,50 €	m2	315,9	m2	2 369,25 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Ovikarmin sisään mitoitettun puutolpan asennus (sis.tolpan katkaisun)	1,65 €	kpl	48	kpl	79,20 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Kalustetuki	2,79 €	kpl	16	kpl	44,64 €
YHTEENSÄ						2 493,09 €
TYÖN OSUUS	HINTA	Hinta/m2				
Urakkaan kuuluvat	2 369,25 €	7,59 €				
Urakkaan kuulumattomat lisätyöt	123,84 €	0,40 €				
YHTEENSÄ	2 493,09 €	7,99 €				
MATERIAALIEN OSUUS	HINTA	Hinta/m2				
Väliseinätyöt sis. Kalustetukiin käytettävät materiaalit	4 702,23 €	15,07 €				
YHTEENSÄ	4 702,23 €	15,07 €				
YHTEENSÄ	7 195,32 €	23,06 €				

MÄRKÄTILOJEN KEVYIDEN SEINÄRAKENTEIDEN TYÖT JA MATERIAALIT						
Vaihtoehto 3	Kahi Väliseinäpöntti/teräsranka ja kipsilevy-yhdistelmä					
Hinnan määrätymisperuste	MATERIAALI	HINTA	YKSIKKÖ	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ	YHTEENSÄ
Rautakauppa	Kahi Väliseinäpöntti 300x85x198 40 kpl/letka	45,30 €	letka	62	letkaa	2 808,35 €
Rautakauppa	Ohutsaumalaasti Weber vetonit OL15 25kg	16,34 €	säkki	10	säkkiä	163,40 €
Rautakauppa	Muurauslaasti Weber vetonit M100/600 ML 5 25kg	4,61 €	säkki	6	säkkiä	27,68 €
Rautakauppa	Väliseinäpalkki Kahi VHR4 1200x85x198 mm	45,92 €	kpl	8	kpl	367,35 €
Rautakauppa	Sokkelikaista Icopal 10 cm x 10 m	5,01 €	rll	5	rll	25,04 €
Rautakauppa	Asennusvanne 20x0,75mm 25 m	18,92 €	rll	1	rll	18,92 €
Rautakauppa	Lattia-/kattokisko teräs 66/37 mm 3,1 m	5,02 €	kpl	10	kpl	50,16 €
Rautakauppa	Teräsranka Gyproc Gypsteel ELPR 66/40 2740 mm	3,54 €	kpl	70	kpl	247,91 €
Rautakauppa	Väliseinätolppa Stora Enso LVL T 39x66X2700 mm	4,52 €	kpl	32	kpl	144,70 €
Rautakauppa	Sokkelikaista Icopal 10 cm x 10 m	5,01 €	rll	3	rll	15,03 €
Rautakauppa	Märkätilalevy Gyproc GRIE 13 Ergo 900x2700x13 mm	13,19 €	kpl	68	kpl	896,65 €
Rautakauppa	Normaali Ergo 900x2700x13 mm	8,99 €	kpl	68	kpl	611,32 €
Rautakauppa	Havuvaneri UPM III/III 12x2400x1200 mm	23,26 €	kpl	0	kpl	0,00 €
YHTEENSÄ						5 376,52 €
TYÖN OSUUS JA ERITTELY						
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Muuraustyöt	12,50 €	m2	145,882	m2	1 823,53 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Pohjavarvin muuraus laastityönä	2,31 €	jm	50	jm	115,50 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Muurauksessa tarvittavien ohjaimien asennus	2,42 €	jm	129,6	jm	313,63 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Väliseinätyö (kipsilevy, metallirunko, kipsilevy+Ek-kipsilevyllisä 0,50 eur/m2)	7,50 €	m2	165,24	m2	1 239,30 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Ovikarmin sisään mitoitettun puutolpan asennus (sis.tolpan katkaisun)	1,65 €	kpl	32	kpl	52,80 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Kalustetuki	2,79 €	kpl	0	kpl	0,00 €
YHTEENSÄ						3 544,76 €
URAKKAAN KUULUMATTOMAT TYÖT JA MATERIAALIT						
Toimijan hinnasto	Sähköputkien roilot	15,00 €	jm	81,6	jm	1 224,00 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 20-100 mm	1,01 €	cm	0	cm	0,00 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 101-150 mm	1,10 €	cm	272	cm	299,20 €
Toimijan hinnasto	Timanttiporaus 151-200 mm	1,30 €	cm	0	cm	0,00 €
Toimijan hinnasto	Rasian upotus	15,00 €	kpl	24	kpl	360,00 €
Arvioitu	Roilojen täyttö/raappaus	0,60 €	jm	200	jm	120,00 €
Rautakauppa	Täyttölaasti Weber vetonit 413	6,29 €	säkki	4	säkkiä	25,14 €
Talonrakennusalan urakkahinnoittelu 2019-2020	Tasointu laattapohjaksi (nollatasointu) 1-3 mm, jokainen käsittelykerta 3,78/m2	3,78 €	m2	145,882	m2	551,44 €
Rautakauppa	Märkätilatasoite Weber vetonit	12,08 €	säkki	20	säkkiä	241,68 €
YHTEENSÄ						2 821,46 €
TYÖN OSUUS		HINTA		Hinta/m2		
Muurausurakkaan(sisältää aputyöt)		2 252,66 €		16,44 €		
Väliseinätyöurakkaan(sisältää aputyöt)		1 292,10 €		17,23 €		
Urakkaan kuulumattomat		2 554,64 €		8,19 €		
YHTEENSÄ		6 099,40 €		19,55 €		
MATERIAALIT		HINTA		Hinta/m2		
Muuraukseen kuuluvat		3 410,75 €		10,74 €		
Kipsi väliseinätyöhön		1 965,77 €		11,90 €		
Jälkitöissä tarvittavat		266,82 €		0,84 €		
YHTEENSÄ		5 643,34 €		18,09 €		
YHTEENSÄ		11 742,74 €		37,64 €		

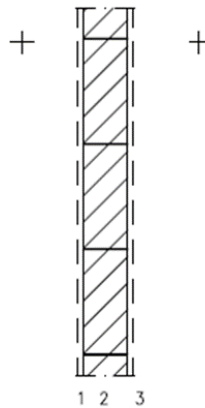






Rakennetyyppi: Kahi-harkkoseinä, 85 mm. Ohutsaumamuuraus

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro .		VS04
	Päiväys .	Tekijä .	
Rakennuskohde RAKENNETYYPPI .	Sisältö Kahi-harkkoseinä, 85 mm Ohutsaumamuuraus		



- 85 mm
- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
 - 2 Kahi-väliseinäpönttiharkko + ohutsaumalaasti
 - 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

TÖTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- liittyminen vaak- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
- jos rakenteella on osastointivaatimuksia, niin sille voidaan sallia alla olevat arvot, jos liitokset ja läpiviennit toteutetaan noudattaen valmistajan kyseiselle vaatimukselle antamia tiivistysohjeita

ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'_w = 42$ dB

PALONKESTOLUOKKA: EI 60

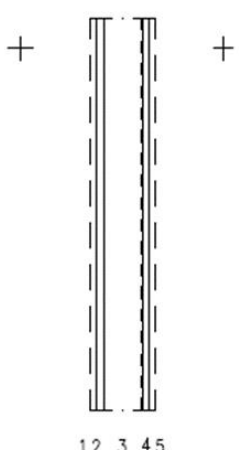
Rakennetyyppi: Teräsrankaseinä, ei kantava, 105 mm. Märkätilanseinä

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro .	VS09
	Päiväys .	
Rakennuskohde RAKENNETYYPPI .	Sisältö Teräsrankaseinä, ei kantava, 105 mm Märkätilan seinä Asuntokohtainen	

	1,3 4 5 6
	<p>1 Laatoitus huoneselostuksen mukaan</p> <p>2 Sivelkävä vedeneristys, Vetonit Vedeneristysjärjestelmä</p> <p>12,5 mm 3 Märkätilalevy, Gyproc GRIE 13 Kylppäri Ergo</p> <p>66 mm 4 Teräsrankarunko R66 k 450</p> <p>12,5 mm 5 Kipsilevy, Gyproc GNE 13 normaali Ergo</p> <p>6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan</p>
<p>TÖTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pystyranat asennetaan k 450 jaolla, oven pieliranka kertopuuta - liitokset liittyviin rakenteisiin märkätilajärjestelmän sertifikaatin liitteenä olevien detailjiirustusten mukaan - väliseinärakenteen kuivumiskyky varmistetaan jättämällä seinän yläreuna auki alakattotilaan - seinän max. korkeus 3000 mm - pesualtaan konsolit, sekoittajat, suihkutangot, kalusteet, yms. kiinnitetään pellistä ($t \geq 1,0$ mm) tai vanerista tehtyihin tukirakenteisiin, jotka asennetaan paikoilleen ennen levytystä - levyt asennetaan noin 10 mm irti lattiasta - levyn ja lattiapinnan välinen rako täytetään elastisella tiivistysmassalla ennen vedeneristystöihin ryhtymistä - kaikkiin märkätilan levysaumoihin, lattian ja seinien liitoksiin ja läpivienteihin asennetaan vahvikekangaskaista vedeneristeen materiaalivalmistajan ohjeiden mukaan - putkien läpivientä varten tehdään levyyn 10 mm putken ulkohalkaisijaa suuremmat reiät - putken ja levyn väli täytetään läpimenokohdissa elastisella tiivistysmassalla - laatat kiinnitetään saneerauslaattalaastilla tai laattaliimalla, käytettäessä samanaikaisesti eri valmistajien tekemiä tuotteita kiinnitysaineen ja vedeneristeen yhteensopivuus varmistetaan vedeneristeen valmistajalta 	

Rakennetyyppi: Teräsrankaseinä, ei kantava, 91 mm

Suunnittelija SKANSKA	Työn nro .	VS03
	Päiväys .	
Rakennuskohde RAKENNETYYPI .	Sisältö Teräsrankaseinä, ei kantava, 91 mm	

	
<p>12,5 mm</p> <p>66 mm</p> <p>12,5 mm</p>	<p>1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan</p> <p>2 Kipsilevy, Gyproc GNE 13 normaali ERGO</p> <p>3 Teräsrankarunko R66 k 450</p> <p>4 Kipsilevy, Gyproc GNE 13 normaali ERGO</p> <p>5 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan</p>
<p>TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pystyrangat asennetaan k450 jaolla - seinän liitokset rakennusrunkoon detailjiirustusten mukaan - kiviaineisen seinän/katon ja kipsilevyn välisessä saumassa elastinen/akustinen saumausmassa - seinän max. korkeus 3500 mm - ei raskaita kiinnityksiä - jos rakenteella on osastointivaatimuksia, niin sille voidaan sallia olla olevat arvot, jos liitokset ja läpiviennit toteutetaan noudattaen valmistajan kyseiselle vaatimukselle antamia tiivistysohjeita <p>ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'_w = 30$ dB</p> <p>PALONKESTOLUOKKA: EI 30 (max. korkeus 3000 mm)</p>	

Tilajalle toimitettu kustannuslaskelma Excel-tiedosto (luottamuksellinen)