

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma

2021

Insinööri

Toni Saarinen

KYLPYHUONE-ELEMENTIN ASENNUSTAPOJEN VERTAILU

– kerrosasennus vs. kuiluasennus



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri

2021 | 32 sivua + 1 liitesivu

Toni Saarinen

KYLPYHUONE-ELEMENTTIEN ASENNUSTAPA

-Asennustapojen vertailu

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla kerrostalotuotannon kylpyhuone-elementtien kerrosasennusta ja kuiluasennusta. Vertailun tarkoituksena on selvittää, kumpi asennustapa on tulevien kohteiden suunnittelun ja tuotannon näkökulmasta kannattavampi ratkaisu tilaajalle.

Tutkimus toteutetaan rakennuttajaliike Bonava Suomi Oy:n toimeksiantona. Bonava rakennuttaa asuinkiinteistöjä Turussa, Tampereella ja pääkaupunkiseudulla.

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto perustuu kirjallisuustutkimukseen, haastatteluihin ja Bonavan sisäisiin asiakirjoihin.

Bonavan rakennuttamissa kerrostaloissa käytetään Bonavan omia kylpyhuone-elementtejä. Tulevien rakennuskohteiden osalta halutaan tutkia, onko kylpyhuone-elementtien asennus tulevaisuudessa järkevämpi toteuttaa kuiluasennuksena. Nykyinen asennustapa on kerroksittain runkotyön mukana.

Työn tuloksena todetaan nykyisen asennustavan olevan toistaiseksi kannattavampi tilaajan kannalta. Työ antaa hyvän pohjan jatkotutkimukselle.

ASIASANAT:

kylpyhuone-elementti, tuotanto, asuntorakentaminen

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bachelor of Civil Engineering

2021 | 33 number of pages + 1 in appendices

Toni Saarinen

ENGLISH

- Production's point of view

The aim of this thesis was to compare the layered installation of prefabricated bathroom elements in apartment building production during the frame phase and the shaft installation. The purpose of the comparison is to find out which installation method is a more sensible solution for the customer from the point of view of the design and production of future projects.

The research is carried out on behalf of the developer Bonava Suomi Oy. Bonava is building residential properties in Turku, Tampere and the Helsinki metropolitan area.

The apartment buildings built by Bonava use Bonava's own bathroom elements. With regard to future construction projects, it is desired to investigate whether it is more sensible to implement the installation of bathroom elements in the future as a shaft installation. The current installation method is included with the frame work among layers. The work examines the effects of each installation method and compares their benefits and risks.

The material used in this study was obtained from the author's own observations, an interview, Bonava's internal documents (plans, design instructions and installation instructions) and the Har-met plant from the bathroom element manufacturer.

KEYWORDS:

prefabricated bathroom, productization, construction of houses

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 KYLPYHUONE-ELEMENTTI	10
2.1.1 Säädökset	11
2.1.2 Märkätilat	12
2.1.3 Palotekniset vaatimukset	13
3 ASENNUSTYÖN SUUNNITTELU	14
3.1 Asennuksen valmistelu	14
3.1.1 Kerrosasennuksen suunnittelu	14
3.1.2 Kuiluasennuksen suunnittelu	16
3.2 Logistiikka	17
4 ASENNUSTEN VERTAILU	20
4.1 Ontelolaattavälipohjan kerrosasennus	20
4.2 Massiivivälipohjaan asennus	22
4.3 Kuiluasennus massiivivälipohjaan	23
5 PÄÄTELMÄT	26
5.1 Kerrosasennus	26
5.2 Kuiluasennus	27
5.3 Asennustapojen ristiin vertailu	27
6 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31
LIITE 1.	33

KUVALUETTELO

Kuva 1. Hukkaosuudet rakentamisessa osana lisäarvoa tuottavien toimintojen vertailua.

Kuva 2. Havainnekuva kylpyhuone-elementin talotekniikkahormeista

(Harmet Oy 2021, <https://hbr.ee/tuote/?lang=fi>)

Kuva 3. Talotekniikan hormivaraukset reikäkuvassa

(Bonavan Suomi Oy sisäinen materiaali 2021)

Kuva 4. Elementin ja holvin liitosdetalji

(Saarinen 2021)

Kuva 5. Suojamuovitetut elementit ja nostoraudat

(Saarinen 2021)

Kuva 6. Nostopuomi ja nostoraudat.

(Saarinen 2021)

Kuva 7. Talotekniikan varaus ontelossa ja linjojen päät KPH-elementin pohjassa

(Saarinen 2021)

Kuva 8. Elementtivaraus ja korkolaput ontelolaatassa

(Saarinen 2021)

Kuva 9. KPH elementin paikalleen mittaus

(Bonava Suomi Oy sisäinen materiaali 2021)

Kuva 10. Kuiluasennuksen peruseräite

(Firamodules 2021. Asennusohje. <https://www.firamodules.com/fi/kylpyhuonemoduuli/asennus/>)

Kuva 11. Neliöteräkset elementissä ja varaukset holvilaatassa

(Fira Modules Oy 2020)

Kuva 12. Leukakannake kuiluasenteisessa KPH-elementissä.

(Fira Modules 2021. Tuotekehitys)

Kuva 13. Detaljikuva kannatuksesta seinän päälle.

(Fira Modules 2021. Tuotekehitys)

Kuva 14. Asennustapojen aikavertailu

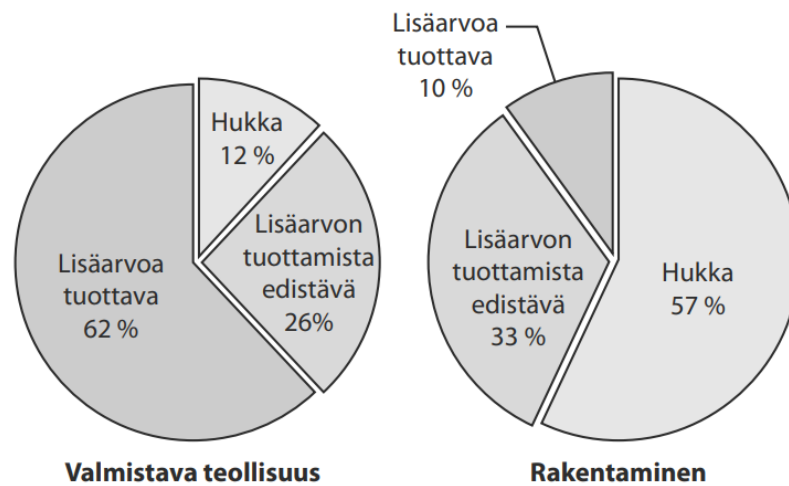
(Saarinen 2021)

KÄYTETTY SANASTO

Ratu-tutkimus	työntutkimusta, jossa selvitetään työmenekki-tietoa, työmenetelmiä, työturvallisuutta ja ra-kentamisen laatuun vaikuttavia tekijöitä
holvi	kerrostalon välipohjarakenne, joko paikalla va-lettu massiivibetonilaatta tai ontelolaattakenttä
hormi	yleisnimitys runkolinjalle, jossa putket kulkevat kerroksiin
kaato	kylpyhuoneen lattiassa olevat kallistuserot, jotta vesi kulkeutuisi viemäriin
nostoraksi	elementissä oleva siirtelyyn tarkoitettu nosto-piste/-kohta
Runkokierto	Aika, jossa yhden kerroksen runkotyöt saa-daan tehtyä
TATE	talotekniikka = ilmanvaihto, viemärit, käyttö-vesi- ja lämmitysvesilinjat
Tukkolaudoitus	Betonielementtien välisten rakojen tiivistämi-nen juotosbetonointia varten
Puukko	Holvirakenteessa tai kylpyhuone-elementin ko-lolaatassa oleva neliöteräs

1 JOHDANTO

Rakennusala on yksi Suomen suurimmista teollisuuden aloista ja se muodostaa 10 % Suomen bruttokansantuotteesta (BKT). Samalla sen tuottavuus on alhaisella tasolla muihin teollisuuden aloihin verrattuna. Tuottavuuden kehittämiseksi rakennusprojekteissa käytetään paljon esivalmistettuja tuotteita rakennusajan nopeuttamiseksi ja materiaalihukan vähentämiseksi. Rakentamisen esivalmistettujen tuotteiden käyttö vähentää materiaalihukkaa ja työvoimakustannuksia. Ratu-tutkimuksen mukaan materiaalihukan ero on selkeä rakentamisessa paikan päällä ja teollisessa esivalmistelussa (kuva 1).



Kuva 1. Hukkaosuudet rakentamisessa osana lisäarvoa tuottavien toimintojen vertailua (Construction Institute USA 2004).

Työn tutkimusmetodina on vertaileva tutkimus. Työssä vertaillaan tällä hetkellä käytössä olevaa kylpyhuone-elementtien asennustapaa kerrosasentamista vaihtoehtoiseen kiuluasennustapaan. Vertailun kohteena on asennustavan vaikutus elementin talotekniikkaan, tuotannon suunnitteluun, työmaan valmistaviin ja asennuksen aikaisiin tehtäviin sekä aikatauluun. Työssä todetaan kummankin asennustavan edut ja riskitekijät.

Teoriaosuuden lähteinä on käytetty kirjallisuuslähteitä, henkilökohtaisia tiedonantoja, yrityksen sisäistä tietokantaa ja elementtivalmistaja Harmet Oy:n aineistoa. Aikataulu ja asennusosissa on käytetty lähteenä haastatteluja ja tekijän omia havaintoja kolmen eri rakennuskohteen asennuksista. Kaksi näistä kohteista, rakennuskohde 1 (RAK1) ja rakennuskohde 2 (RAK2), ovat keskeneräisiä kohteita, joissa käytetään ontelolaattaholv

ja kerrosasenteisia kylpyhuone-elementtejä. Rakennuskohde 3 (RAK3) on jo valmis kohde, jossa käytettiin paikallavaluholvia ja kuiluasenteisia kylpyhuone-elementtejä.

Haastattelu valikoitui tiedonkeruumuodoksi sen joustavuuden takia. Haastattelu on yksi yleisimpiä tiedonhankintaan käytettyjä menetelmiä. Kun halutaan saada tietoa esimerkiksi asiantuntijoiden mielipiteistä ja näkemyksistä, haastattelu on tähän hyvä keino. (Patton 2002, 340–342.) Eri asiantuntijoille esitettiin erilaisia kysymyksiä aiheesta. Koska tavoitteena oli paljastaa eri näkökulmista uusia seikkoja ja yhteyksiä asioiden välillä, ei ennalta laaditun kyselylomakkeen käyttö ollut pätevä tiedonkeruumuoto. Vaikka haastattelu on tutkimusmenetelmänä usein hyvin haastava ja ajallisesti pitkäkestoinen, siitä saadut edut olivat merkittäviä tutkimuksen tulosten kannalta. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 11–2, 34–36.)

Työn tilaaja on osa Bonava AB (entinen NCC Housing) konsernia, joka on koko Pohjois-Euroopan johtava asuntorakennuttaja. Bonava toimii Ruotsissa, Suomessa, Tanskassa, Norjassa, Pietarissa, Virossa, Latviassa ja Liettuaassa. Työntekijävahvuudekseen se ilmoittaa 2 100 työntekijää. Yhtiön Suomen pääkonttori on Helsingissä, minkä lisäksi Turussa ja Tampereella on omat yksikkönsä. (Bonava Suomi Oy 2021.)

2 KYLPYHUONE-ELEMENTTI

Kylpyhuone-elementti toimii asunnon taloteknisenä keskuksena, joka sisältää kaikki asunnossa tarvittavat talotekniset ratkaisut. Kylpyhuone-elementtien käyttö asuntorakentamisen sarjatuotannossa on perusteltua nopeammalla rakennusajalla ja pienemmillä riskeillä laadun suhteen verrattuna paikalla rakentamiseen. (Sundell 2015, 2.) Märkätilaelementin runkorakenne voi olla kivrakenteinen tai teräsohutlevyistä, lujitemuovista tai muusta soveltuvasta materiaalista valmistettu (Elementtisuunnittelu.fi 2010). Elementissä kaikki vedeneristys-, laatoitus-, sisustus- ja LVIS-työt on yleensä tehty jo tehtaalla, ja työmaalla elementti liitetään rakennuksen LVIS-järjestelmään. Elementti sisältää yleensä myös saniteettikalusteet, kaapistot ja muut varusteet, mutta valmiusaste on myös vapaasti valittavissa. (Betonia Oy 2021.) Märkätilaelementin kosteustekninen toimivuus voidaan osoittaa esim. CE-merkinnällä tai kansallisella hyväksynnällä (Ympäristöministeriön asetus 728/2017. Finlex. 2017). Asuinrakentamisessa yleisenä käytäntönä kylpyhuone-elementin yhdelle ulkoseinälle tuodaan varaukset keittiön putkille. Keittiön vesi- ja viemäriputkien vieminen kauas elementissä olevasta runkolinjasta ei ole tuotannollisesti tehokasta.

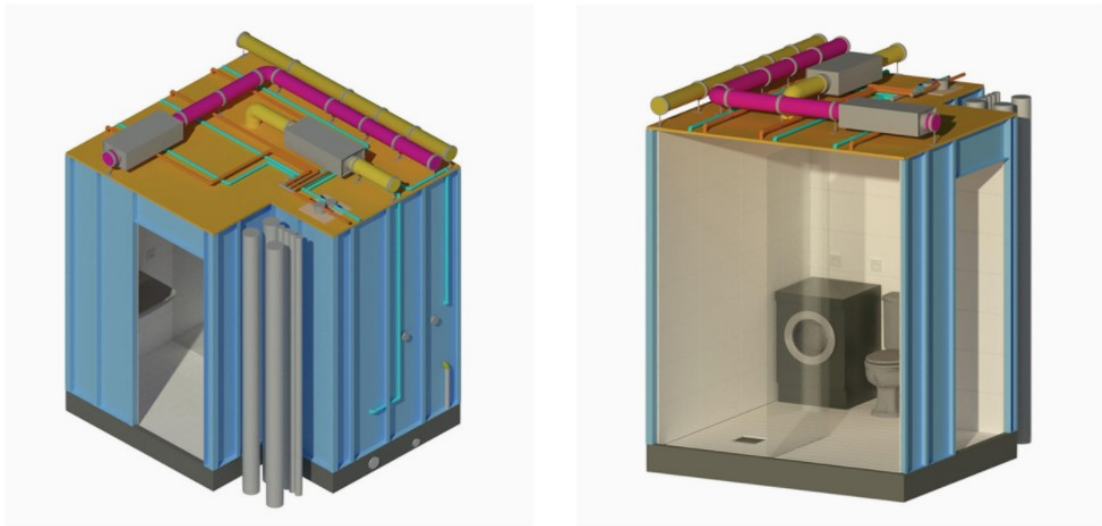
Vertailtaessa kahden asennustavan rakennetyyppien luomia logistisia vahvuuksia ja heikkouksia havaittiin asennustavasta huolimatta joitain samanlaisia huomioita. Molemmissa tavoissa elementtien talotekniikka sijoittuu elementin päälle ja talotekniset hormi- linjat kulkevat pystysuunnassa. Tehdastuotannossa valmistettu elementti pystytään rakentamaan sään vaikutuksilta suojassa, työturvallisessa ja miellyttävässä tilassa. Elementin valmistamisen ollessa nopeampaa, on elementin kokonaishintakin tällöin alhaisempi, mikä kompensoi kasvavia logistiikkakuluja. (N. N., henkilökohtainen tiedonanto 2021.)

2.1 Tehdasvalmisteinen kylpyhuone-elementti

Elementit esivalmistetaan tehtaalla kytkentävalmiiksi ja toimitetaan työmaalle muovitet- tuna ja asennusvalmiina. Elementti rakennetaan teräsbetonilaatan päälle, johon on tehty viemäri- ja lattialämmitysjärjestelmät valmiiksi. Seinärakenne on tehty teräsohutlevyistä, mikä takaa vakaan ja yhtenäisen rakenteen (Harmet Oy 2021). Elementin kyljessä on

huoneiston lattialämmityksen jakotukki ja sähkökeskus (kuva 2). Vesimittarit ja sulut sijaitsevat elementin päällä huoltoluukun takana. Ilmanvaihtokone sijaitsee elementin sisällä. Keittiön kalusteet rakennetaan ja kytketään jätekäteen elementin kylkeen, kun elementti on asennettu. (N. N., henkilökohtainen tiedonanto 2021.)

Elementit asennetaan linjassa suoraan toistensa päälle, koska elementissä menee huoneistoja palveleva talotekniikkahormi, joka sisältää jätevesiviemärin, lattialämmityksen toisiopiirin sekä kylmän ja lämpimän käyttöveden putkilinjat. Elementin tullessa työmaalle sen ovet on sinetöity ja pidetään sinetöitynä rakennusvaiheen ajan. Tällä estetään elementin sisäpuolisten pintojen vahingoittuminen rakentamisen aikana ja pystytään osoittamaan mahdolliset valmistus- tai kuljetusvaiheessa aiheutuneet vahingot. Elementeillä on Kiwa Inspectan myöntämät sertifikaatit, jotka toteavat tuotteiden ja niiden valmistuksen laadunvarmistuksen täyttävän vaatimusasiakirjojen TR 70:2018 vaatimukset (N.N henkilökohtainen tiedonanto 23.4.2021).



Kuva 2. Havainnekuva kylpyhuone-elementin talotekniikkahormeista (Harmet Oy 2021)

2.2.1 Säädökset

Kylpyhuone-elementtien suunnittelussa pätevät samat säädökset ja määräykset kuin muussakin rakentamisessa. Maankäyttö ja rakennuslaissa (132/1999) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakenta-

misen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Kylpyhuone-elementti luokitellaan märkätilaksi ja siihen pätevät säädökset ja määräykset on määritelty Suomen laissa ympäristöministeriön asetuksessa (782/2017) rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.

2.2.2 Märkätilat

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 lattia-päällysten ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristykseenä tai lattiassa päällysten 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 vedeneristykseen on muodostettava kokonaisuus, joka on tiivis kaikilta vedeneristetyiltä pinnoiltaan sekä niiden saumoista, läpivienneistä ja liittymistä. Märkätilojen vedeneristykseenä toimivan lattiapäällysten tai lattiapäällysten alla olevan vedeneristykseen on liityttävä vedenpitävästi seinän vedeneristykseen. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017)

Märkätilan rakenteiden on oltava niin jäykkiä, että lämpö- ja kosteusliikkeet eivät vaurioita märkätilan vedeneristystä tai pintarakenteita. Jos märkätilan rakenteissa ei erityisesti syystä käytetä vedeneristystä, on rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan tehtäviensä mukaisesti osoitettava suunnitelmissa, että vedeneristykseen puuttuminen ei vaaranna maankäyttö- ja rakennuslain 117 c §:n mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten täyttymistä. Liittymiset ympäröiviin rakenteisiin suunnitellaan siten, että kosteus ei aiheuta haittaa ympäröiville rakenteille, ympäröivien rakenteiden liikkeet eivät vaurioita tilaelementtejä eivätkä liitos- ja läpivientikohtia. Asennuksissa noudatetaan paloturvallisuus- ja ääneneristysvaatimuksia ja -määräyksiä. (RT 14-11103.)

Tehdasvalmisteisissa elementeissä vedeneristys voidaan toteuttaa vakioituissa ja valvotuissa olosuhteissa tasaisen ja laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Elemen-

tissä käytetään peltirankaseiniä, jotka ovat vesitiiviit. Lattia vesieristetään tiiviiksi kaukaloksi ja pintamateriaaliksi tulee liimakiinnitteinen laatta. Elementin ulkoseinä huoneiston puolella on peltirankaa, johon lisätään myöhemmin kaksinkertainen kipsilevytyt.

2.2.3 Palotekniset vaatimukset

Rakennusten paloturvallisuutta koskevia määräyksiä ja ohjeita annetaan Suomen rakennusmääräyskokoelmassa. Palo-osastoinnista määrätään ympäristöministeriön asetuksessa 848/2017. Rakennus tulee yleensä jakaa palo-osastoihin palon ja savun leviämisen rajoittamiseksi, poistumisen turvaamiseksi, pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi sekä omaisuusvahinkojen rajoittamiseksi. Palo-osaston koko tulee rajoittaa siten, että osastossa syttyvä palo ei aiheuta kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja (pinta-alaosastointi). Kylpyhuone-elementin pohjalaatta ja juotosbetonointi toimivat yhdessä palo-osastointina kerrosten välillä. Tekniikkahormien palokatkot tehdään tyyppi- hyväksytyllä palokatkomassalla. Näin täytetään ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 luvun 3 §14 ja §18. (E1 Suomen rakennusmääräyskokoelma. 2011.)

3 ASENNUSTYÖN SUUNNITTELU

Tässä luvussa käsitellään asennustyön valmistelua. Työn suunnittelu on ensisijaisen tärkeää sujuvan asennuksen ja hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Luvussa on hyödynnetty tilaajayrityksen sisäistä materiaalia ja opinnäytetyön tekijän omaa kokemusta tehtäväsuunnitelmia laatiessa. Märkätilaelementtien suunnittelun kannalta tärkein asia on vaikutus runkotyökiertoon, mikä vaikuttaa olennaisesti rakennushankkeen aikatauluun. Runkotyön aikataulutus puolestaan on yksi rakennushankkeen olennaisimmista aikatauluista. Runkotyön kesto vaikuttaa suoranaisesti siihen, koska rakennuksen lämmitys saadaan käynnistettyä ja kuivattaminen aloitettua, mikä taas määrittää sisätyövaiheiden aloituksen.

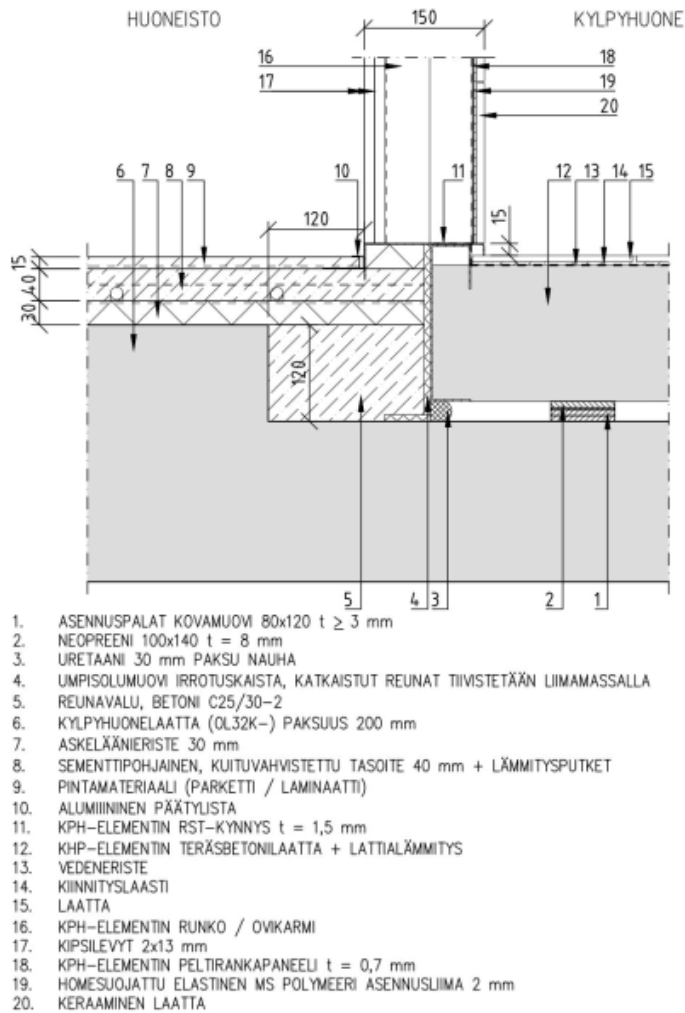
3.1 Asennuksen valmistelu

Kylpyhuone-elementtiä käytettäessä on aluksi tehtävä elementtiasennustyön tavoin työvaiheen tehtäväsuunnitelma ja pidettävä aloituspalaveri, josta laaditaan muistio. Palaverissa sovitaan työn toteuttamiseen liittyvistä asioista. Asennuksen aikataulut poikkeavat asennustapojen välillä merkittävästi, sillä toinen toteutetaan runkotyön aikana (RAK 1 & 2) ja toinen sen päätteeksi (RAK 3). Kerrosasennus osana runkotyötä on laskettu mukaan runkokiertoon. Kuiluasennus sen sijaan lasketaan omana työvaiheenaan runkotyön päätteeksi ennen vesikattoa. Elementtimäärällisesti verraten tietyn määrän kerrosasentaminen on merkittävästi nopeampaa kuin vastaavan määrän kuiluasentaminen. Asennuspäivät tulee suunnitella ja valita mahdollisimman nopeasti runkovaiheen päätyttyä, jotta vesikatto saadaan pikaisesti umpeen.

3.1.1 Kerrosasennuksen suunnittelu

Kerrosasennuksessa elementti nostetaan paikalleen runkovaiheen mukana ja se on suosituin käytössä oleva asennustapa. Kylpyhuone-elementit asennetaan valmiin kantava holvirakenteen päälle ja ne eivät ole osa rakennuksen kantavaa runkoa. Elementit kannattelevat pääsääntöisesti vain oman painonsa ja niiden paino lasketaan rakennekuvissa pelkkänä kuormana. Työvaiheita suunnitellessa merkittävin vaihe on mitoitusvarmistaminen. Rakennesuunnittelija ja elementtivalmistaja antavat ohjeet kylpyhuone-

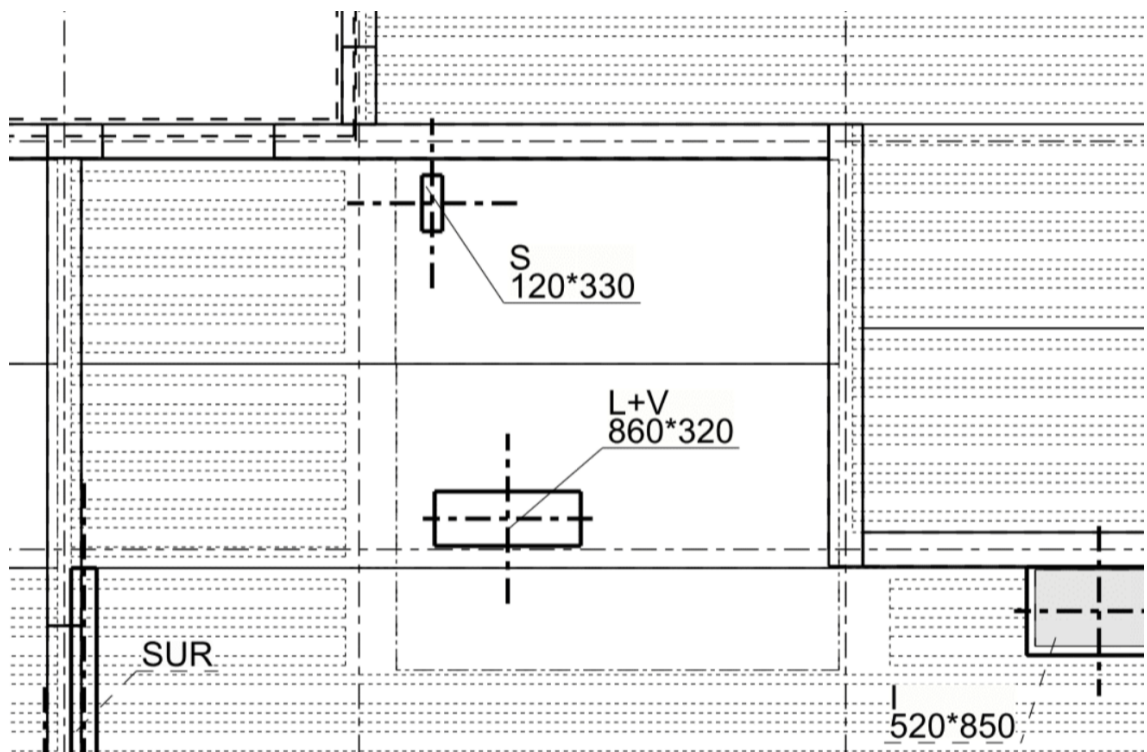
elementin asennuspaikan sijainnin merkitsemiseen, korkeusasemaan, upotuksiin ja kyn-
nystietoihin (kuva 3).



Kuva 3. Talotekniikan hormivaraukset reikäkuvassa (Bonava 2021).

Joissakin tapauksissa elementille varattuun syvennykseen joudutaan erikseen varaa-
maan talotekniikalle erillisiä syvennyksiä, jotka on haastava sekä suunnitella että toteut-
taa. Elementin paikalleen mittauksen jälkeen varmistetaan talotekniikkalinjojen varaust-
ten tarkistaminen ja merkintä. Ristiin tarkistamalla elementtipiirustusten ja asennusoh-
jeessa määritetty asennuspalojen paikat talotekniikan reikävarausten (kuva 4) kanssa
vältetään ei-toivottuja ristiriitoja rakentamisvaiheessa. Asennuspäivien varaaminen ja so-
vittaminen logistisesti on tärkeä nosturin käyttöä ajatellen, jotta asennus on sujuvaa eikä

se hidasta muun työmaan toimintaa. (Bonava Suomi 2021, yrityksen sisäinen materiaali.)



Kuva 4. Kylpyhuone-elementin ja holvirakenteen liitos- ja kynnyksdetalji (Bonava 2021).

3.1.2 Kuiluasennuksen suunnittelu

Kuiluasennuksessa KPH-elementit nostetaan toistensa kanssa pystysuorassa linjassa päällekkäin, joko rungon aikana tai runkotyön päätteeksi. Jälkimmäinen on suositumpi tapa toteuttaa ja rungon aikana nostaminen on harvinaista. Kuiluasennusmenetelmää hyödyntää ainakin kaksi suurta rakennusliikettä, mutta sen käyttö on vielä harvinaista. Kuiluasenteisissa elementeissä paino ohjataan ympäröiville runkorakenteille neliterästuennan avulla, joka viimeistellään juotosvalulla liittäen elementin ympäröivään rakenteeseen. Näin ollen myös kuiluasenteiset elementit ovat rakennesuunnittelun näkökulmasta kuorma. Kuiluasennusta suunniteltaessa huomioitavia työvaiheita on huomattavasti enemmän. Varausten jättäminen holvirakenteeseen, jossa samalla mitataan vaaka-

asema ja kuilujen yhtenäinen linja. Tämä on eritoten paikallavaluholveja käyttäessä kriittistä, jotta kuilut ovat pystysuoraan linjassa. Korkomaailma mitataan erikseen asennuksen yhteydessä.

Elementin mentävän kuilun putoamissuojaamisen toteutus runkotyön aikana ja sen käyttöä ajatellen voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla. Kuilu voidaan ympäröidä kaiteilla, jolloin kuilu on käytettävissä runkotyönaikana nostoihin, ja kaiteet varmistavat työturvallisuuden myös asennushetkellä ylempiä kerroksia, joissa asennustyö ei tapahdu. Vaihtoehtoisesti kuilut voidaan tukkia joka kerroksessa puisella CLT-laatalla (Cross Laminated Timber), jolloin kuilu on ummessa runkotyön ajan ja on työturvallisuuden kannalta parempi. Ennen asennusta CLT-laatat pitää kuitenkin poistaa ja joka kerrokseen lisätä kuilua ympäröivät kaiteet asennuksen ajaksi.

Asennuksen kesto on kuiluasennuksessa huomattavasti pidempi, jolloin nosturi on hyvä varata koko päiväksi ja elementtitoimitukset varata hyvissä ajoin ja sääolosuhteet huomioiden, sillä kuiluasenteisten elementtien säilömistä työmaalla pyritään välttämään kaikki keinoin. Asennukseen sisältyy talotekniikkalinjojen kytkentä paikalleen laskemisen yhteydessä, joka hidastaa olennaisesti asennusta. Tukkolaudoitus ja juotosvalu tehdään myös asennuksen kanssa samana päivänä, mikä täytyy huomioida materiaalin tilaamisessa.

3.2 Logistiikka

Kun kylpyhuone-elementti rakennetaan tehtaassa täysin valmiiksi, tulee elementti kuljettaa tehtaalta työmaalle pystyasennossa. Tällöin elementin valmiit pinnat, kuten laatoitus, ei vahingoitu. Elementti on tehtaalla muovitettu kauttaaltaan ja oviaukko on suljettu sineillä rakennusaikaisen kulumisen ja vahingoittumisen estämiseksi (kuva 5). Avaaminen ja elementtien luovutus suoritetaan rakennustöiden loppuvaiheessa tilaajan kanssa yhteisesti sovittuna ajankohtana. Elementit suositellaan nostettavaksi suoraan paikalleen, jolloin ne saadaan sääsuojattua. Elementit voidaan myös säilöä työmaalla tasaiselle pinnalle vankkojen tukien päälle vähintään 300 mm irti maasta, jolla estetään talotekniikka-putkien vahingoittuminen. (Parma 2015.)



Kuva 5. Suojamuovitetut elementit ja nostotangot. (Saarinen 2021)

Nostoihin varattava aika vaihtelee nostettavien elementtien määrän ja asennustavan mukaan. Kuiluasennuksessa elementtien kuljetuksenaikaiset suojamuovit poistetaan jo nostotyön yhteydessä, jolloin ne ovat erityisen alttiita sääolosuhteille ja kosteudelle. Asennuspäivää voidaankin joutua siirtämään, mikäli sääolosuhteiden aiheuttama kosteusvaurioriski on liian suuri.

Rakenteiden ollessa pitkälle elementoitu tulee valmiit pinnat huomioida myös nostojen aikana. Elementeissä on vaihtoehtoisesti kololaatan alle kiinnitetyt nostoraudat, joilla taataan elementin nosto oikeista kohdista ja vältetään sen kasaan puristuminen noston aikana. Nämä mekaaniset raudat poistetaan elementin paikalleen asennuksen jälkeen.

Vaihtoehtoinen nostotapa on nosturin koukkuun kiinnitettävä nostopuomi tai -raksi, joka on mitoitettu elementin ulkomittojen mukaan. Isoimpia elementtejä $> (2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m})$ ja lenkeistä nostettaessa on käytettävä säädettävää neljän pisteen vaakapuomia (Kuva 6). Pienempien elementtien $< (2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m})$ nostamisessa voidaan käyttää riittävän pitkiä vähintään 6 metrin nostorakseja katon puristumisen estämiseksi. Lisäksi tulee huomioida ylinter kerrosten osalta nosturin nostokorkeus. (Parma. 2015.)



Kuva 6. Nostopuomi ja nostoraudat (Saarinen 2021).

4 ASENNUSTEN VERTAILU

Asennusten vertailua varten haastateltiin kerrosasennuskohteessa olevaa ja kuiluasennuskohteessa ollutta työmaan vastaavaa mestaria. Tämän lisäksi haastateltiin molempia asennustapoja käyttänyttä runkoasennusryhmän jäsentä. Tämän avulla runkoryhmän jäsen pystyi kertomaan huomioita molempien asennustapojen hyvistä ja huonoista puolia niin ontelokenttäkohteessa kuin paikallavaletun massiivilaatan kanssa. Vakioratkaisuna elementtikylpyhuone soveltuu itsessään käytettäväksi miltei mihin tahansa kohteeseen.

Vertailussa huomattiin, että asennustavat kerrosasennuksessa eivät muutu merkittävästi holvirakenteesta riippumatta. Sen sijaan esivalmisteluvaiheessa eroja tulee kohteesta riippuen runsaasti. Tämä näkyy muun muassa erilaisten hyväksi havaittujen rakennetyyppien ja -detaljien vaihteluna. Suurin osa rakennetyypeistä tai -detaljeista voidaan kuitenkin periyttää kohteesta toiseen, koska Bonava käyttää samoja tuotannollisia ja teknisiä lähtötietoja. Näiden syiden vuoksi tässä luvussa esitetty tieto perustuu elementti-asennusten ammattilaisten haastatteluihin ja tekijän omiin havaintoihin toimihenkilönä.

4.1 Ontelolaattavälipohjan kerrosasennus

Elementeille varataan asennusta varten jo tehtaalla erillinen syvennys ontelolaattaan. Holvi vaatii myös taloteknisiä varauksia, jotka on esitetty kuvassa 2. Ontelokenttään asennus vaatii työmaalla kuiluasennukseen verraten hyvin vähän esivalmisteluja. Ontelokentässä olevassa varauksessa on valmiit läpivientikohdat talotekniikan hormeille (Kuva 7). Elementti lasketaan korkolappujen ja vaimennuskumina toimivan neopreenikumikaistaleiden päälle (Kuva 8). Neopreenikumeilla vältetään äänien (esim. pesukoneen) kulkeutuminen kerrosten välillä. Ensimmäisen laskun jälkeen asentajat mittaavat elementin paikalleen. Tässä kohtaa talotekniset hormit ovat kytkemättä ja elementtiin jätetään tehtaan suojamuovi odottamaan runkovaiheen ja vesikaton valmistumista. Element-

tivarauksen ympäristö tukkolaudoitetaan juotosvalua varten, millä tavalla elementti liitetään holviin ja muodostaa yhtenäisen rakenteen.



Kuva 7. Talotekniikan varaus ontelossa ja linjojen päät KPH-elementin pohjassa (Bonava 2021).



Kuva 8. Elementtivaraus ja korkolaput ontelolaatassa (Saarinen 2021).

4.2 Massiivälipohjaan asennus

Massiivälipohjaan eli paikalla valettuun valuholviin asennus tapahtuu käytännössä samalla tavalla kuin ontelokenttään. Suurin ero on asennusalustan valmistelussa, jossa elementtivaraus tehdään holvivalun muottitöiden yhteydessä. Elementtivarauksen muo-
titus- ja raudoitustyö oikean korkomaailman saavuttamiseksi vie huomattavasti enem-
män aikaa työmaalla toteutettuna verrattuna tehdasvalmisteisiin ontelolaattoihin. Onte-
lolaatta asennuksen tavoin myös massiivälipohjaan asentaessa elementti paikalleen
mitataan noston yhteydessä (Kuva 9), vaa'itetaan oikeaan korkeusasemaan ja liitos-
kohta juotosvaletaan myöhemmin yhteneväksi rakenteeksi.



Kuva 9. KPH-Elementin paikalleen mittaus ja asennus käynnissä (Saarinen 2021).

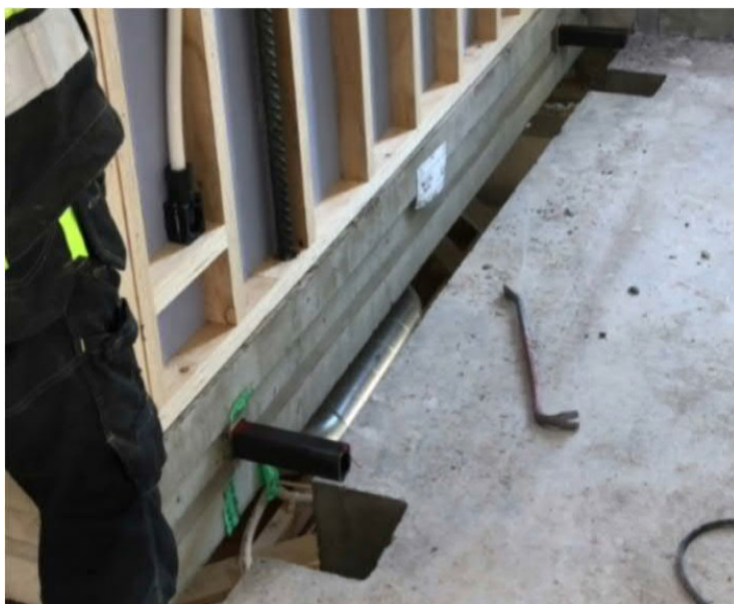
4.3 Kuiluasennus massiivivälipohjaan

Kuiluasennuksessa runkoon jätetään holviin kylpyhuone-elementin mentävä aukko. Holvirakenteessa on siis hieman elementtiä suurempi kolo, joka pidetään ummessa runkotyön ajan putoamissuojauslaatalla tai estetään pääsy kaiteita käyttäen. Rungon ollessa vesikattoa vaille valmis toimitetaan elementit työmaalle, jossa ne nostetaan kuilu kerrallaan torniksi rungon sisään (Kuva 10). Elementit toimitetaan tehtaalta suojamuovitetuina ja muovit puretaan ennen nostoja pois ja elementti nostetaan kuilun sisään.



Kuva 10. Kuiluasennuksen peruseriaate (Fira Modules 2021).

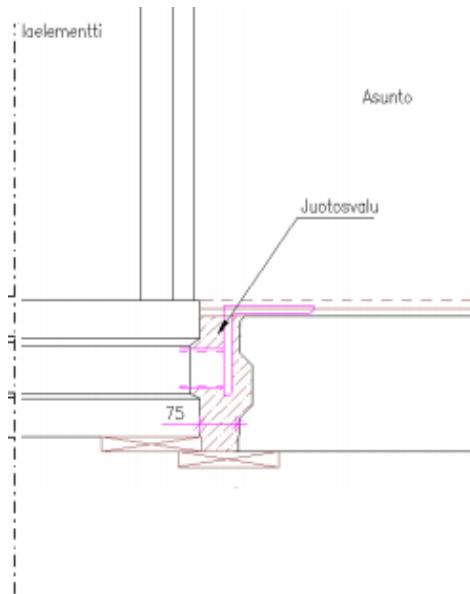
Elementtejä laskiessa on jokaisen kerroksen läpi mentäessä oltava asentaja ohjaamassa elementin kulkua ja antamassa ohjeita nosturinkuljettajalle. Alimman kerroksen kylpyhuone asennetaan erillisten asennustukien päälle ja vaa'itetaan suoraan. Ylempien kerrosten elementit lasketaan vaihtoehtoisesti joko holviin asennettujen ulosvedettävien neliöteräsputkien päälle tai kylpyhuone-elementin betonilaatassa olevien neliöterästen varaan. Jälkimmäisessä ratkaisussa on holvissa varaus (Kuva 11). Talotekniset hormit on mitoitettu niin, että ne kytketään elementin laskun yhteydessä, joka vaatii tarkkaa yhteistyötä asentajan ja nosturinkuljettajan välillä, jotta liitoskohdat saadaan ohjattua kohdilleen vahingoittumattomina. Kuiluasennuksessa jokaisen laskun välissä elementin ympärille rakennetaan tukkolaudoitukset juotosvalua varten. Talotekniikkahormien palokatkot tehdään massamalla talotekniikkalinjojen liitoskohdan ympäryks. Massauksella varmistetaan palo-osastoinnin lisäksi, linjojen äänieristävyys ja mahdollistetaan lämpötilamuutosten aiheuttama liikuntavara putkille.



Kuva 11. Neliöteräkset elementissä ja varaukset holvilaatassa (Fira Modules 2020).

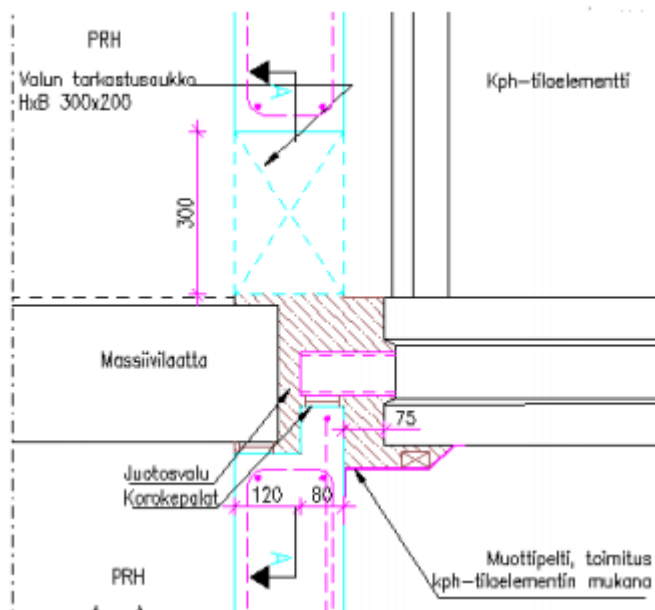
4.3.2 Kuiluasennus ontelolaattaan

Kuiluasentaminen ontelolaattaan noudattaa samaa periaatetta massiivivälipohja-asennuksen kanssa. Ontelolaatta-asenteisissa elementeissä elementtiä kannattelevat tuentateräkset ovat kiinni kylpyhuone-elementissä. Ontelolaatassa on kuvan 11 kaltainen varuskolo, jonka päälle elementin neliöteräkset lasketaan. Massiivivälipohjasta poiketen ontelolaatasta ulosvedettävät teräkset eivät ontelolaatan rakenteen puolesta ole järkevästi toteutettava ratkaisu, jotta kuiluasennuksessa saavutettava korkomaailmaetu pysyy yhä pitämään. Vaihtoehtoinen kannatustapa on elementin neliöteräksiin kiinnitetty leukakannake (Kuva 12), joka jää ontelolaatan päälle.



Kuva 12. Leukakannake kuiluasenteisessa KPH-elementissä (Fira Modules 2021).

Molemmissa holvirakenteissa voidaan hyödyntää alemman kerroksen kantavia seiniä kylpyhuone-elementin tuennassa. Tämä kuitenkin vaatii rakennesuunnittelun puolesta tarkkoja detailj kuvia ja on useimmiten sovellettavissa vain yhden puolen tuennalle. Kuvassa 13 on esitetty rakennedetailji alemman kerroksen seinän päälle tuennasta.



Kuva 13. Detailjokuva kannatuksesta seinän päälle (Fira Modules 2021).

5 PÄÄTELMÄT

Molemmat asennustavat ovat toimivia ja toteutettavissa samankokoisella asennusryhmällä. Tuotannollisesta näkökulmasta tarkasteltuna rakennetyypit ovat varsin samanlaisia ja suuri osa huomioista perustuu rakennetyyppien samaan malliin. Logistiikka asennustapojen välillä eroaa suuresti johtuen asennusten aikataulullisesta eroavaisuudesta ja liitosdetaljeista. Vertailussa havaittiin eri asennustavoissa heikkouksia ja vahvuuksia, joiden pohjalta on mahdollisuus jatkotutkia, mikä asennustapa olisi mahdollisimman tehokas niin tuotannon kuin talouden kannalta. Vertailussa on myös havaittavissa tehdasvalmisteisia elementtejä käyttäessä olevat vakioituneet talotekniikan ratkaisut.

5.1 Kerrosasennus

Kerrosasenteisen kololaattaelementin etuna on nopea ja helppo asennus sekä yhteensopivuus kaikkien runkorakenneratkaisuiden kanssa. Kerrosasennus ei vaikuta myöskään vesikaton tekoon tai aiheuta rakentamisen aikaisia ylimääräisiä tilapäisjärjestelyitä. Myös suunnittelun ja käytön kannalta kerrosasenteinen kololaattaelementti on helppo toteuttaa.

Suurimpina haasteina kerrosasennuksessa nähdään ahtaat tekniikkavaraukset ontelolaatoissa, pienet asennustoleranssit pystysuunnassa ja tukkolaudoituksen hoitaminen ontelosauman valuja varten johtuen juotosbetonin (ja talvibetonoinnissa käytettävän betonin) juoksevan koostumuksen takia. Merkittävänä riskinä voidaan pitää myös tehdä asennettujen muovien sisälle kertyvää kosteutta, joka ei kuitenkaan muovituksesta johtuen pääse ulos, vaan jää suojamuovituksen alle rakentamisen ajaksi, etenkin talviraikentamisen aikana. Bonavan käyttämissä elementeissä käytettävät nostoapusermukset ovat myös haastateltujen kokemusten mukaan liian lyhyet, mikä hankaloittaa asennusta. Mainittuja haasteita ja riskejä voidaan kuitenkin pitää vähäisinä ja helposti työstettävänä.

5.2 Kuiluasennus

Kuiluasennuksessa suurimpana etuna on valmis runko, jonka myötä asennusolosuhteet ovat siistimmät ja ennen kaikkea kuivemmat. Kuivumista edesauttaa runkovaiheen aikainen avonainen pystykuilu, joka tiedettävästi aiheuttaa hormiefektin, jolloin ilmavirta kulkee pystysuuntaan ylöspäin kuilussa ja kuivattaa rakenteita tehokkaammin. Avonaiset kuilut mahdollistavat myös ennen asennusta työmaan pystylogistiikkaa kerrokseen, jolloin nippunostoja ei tarvitse suorittaa osana runkovaihetta ja rakennusmateriaaleja säilöä runkovaiheen aikana kerroksissa, vaan ne voidaan nostaa myöhemmässä vaiheessa ennen KPH-elementtien asennusta. Vastavuoroisesti avonainen kuilu lisää kosteudelle altistumista, ennen kuin kuilun viimeinen elementti on asennettu paikoilleen ja yläpohja voidaan valaa umpeen. Kun elementit on asennettu ja yläpohjan juotosbetonit valettu, kuilu on vesitiivis eivätkä elementit ole enää sitä kautta kosteudelle alttiina.

Runkotyönaikainen putoamissuojaus voidaan toteuttaa joko kaitein tai esimerkiksi CLT-laamalla tukkimalla ja näin ollen myös päättää tarkemmin kuilun käyttö ja tuulettuminen runkovaiheen aikana. Elementtien TATE-liitännät kytketään asennuksen yhteydessä, jolloin elementtien kytkentää ei tarvitse suorittaa myöhemmin erillisenä työvaiheena. Myöhempi asennusajankohta antaa myös lisää aikaa asiakkaille tehdä materiaalivalinnat kylpyhuoneeseen, kun niiden valmistus ja toimitus on myynnin aloitukseen nähden myöhemmänä ajankohtana kuin kerrosasennuksessa, jossa ensimmäiset elementit toimitetaan monta kuukautta aiemmin.

Suurin haaste kuiluasennuksessa on itse nostotyö. Elementit puretaan muoveistaan jo ennen nostoa ja keho sää saattaa siirtää asennusta merkittävästi. Myös kuilussa laskeminen on haasteellista ja hidasta, jotta elementti ei kolhiinnu laskemisen yhteydessä. Jokaisen elementin jälkeen tehtävä muottityö juotosvalua varten täytyy tehdä ennen seuraavan kerroksen elementin asennusta.

5.3 Asennustapojen ristiinvertailu

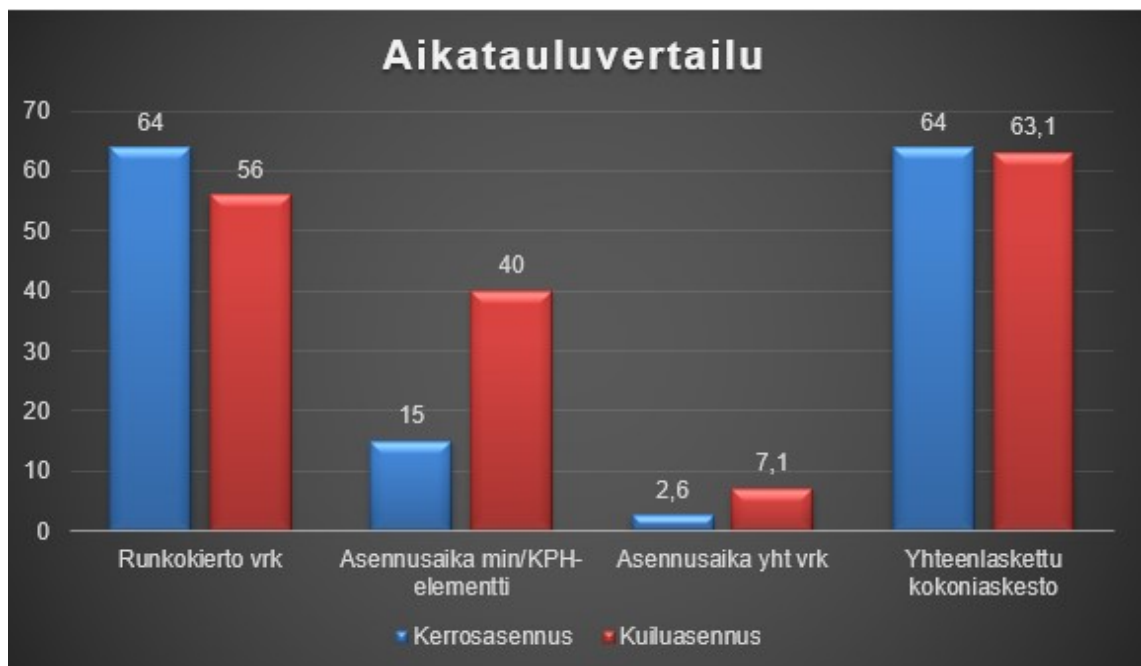
Taulukkoon 1 on koottu molemmista asennustavoista eroja ja huomioita asennustavoitain. Ristiinvertailusta selviää menetelmissä esiintyviä haasteita ja hyötyjä kootusti. Taulukossa esitetyt huomiot on koostettu aiemmin esitettyjen kohteiden ja haastatteluiden perusteella.

Taulukko 1. Ristiinvertailu.

Tekijä	Kerrosasennus	Kuiluasennus
Paikallavaluholvi	Soveltuu kohtalaisen hyvin. Haasteena holvisyvennys ja viemärivarausten muuttityö.	Soveltuu hyvin. Useampi tuentaratkaisu.
Ontelokenttäholvi	Soveltuu hyvin. Korkomaailma haasteena.	Vain vähäisellä käytöllä Suomessa.
Asennustavan tunnettavuus	Yleinen ja tunnettu käytäntö.	Tutkittu, mutta vähän käytetty menetelmä.
KPH-elementin asennusaika	Nopea asentaa (10-15min/elementti)	Hidas asentaa (n. 40min/elementti)
Logistiikka	Määrällisesti enemmän nostoja samassa ajassa. Tilaus ja toimitus aikaisessa vaiheessa rakentamista.	Hitaat nostot. Tilaus ja toimitus myöhemmin, jolloin enemmän aikaa materiaalivalintoihin.
Vaikutus runkotyöhön läpimenoaikaan	Hidastaa läpimenoaikaa varsinkin paikallavaluholvin kanssa.	Jos asennus runkovaiheen päätteeksi nopeuttaa runkotyötä. Muutoin riippuu valitusta asennusjärjestyksestä.
Rakenteiden liitokset.	Huomioitava paikallavaluholvin kuivuminen ennen KPH-elementtien asentamista	Juotosvalut tehtävä huolellisesti rakenteen tiiveyden varmistamiseksi.
Kosteudenhallinta rakentamisen aikana	Haasteena suojamuovien vesi ja höyrytiivetyys	Jos asennuskuilu pidetään avoimena runkovaiheessa sadevesien kulkemisen esto/poisto. Asennuspäivinä säävaraus ehdoton.
Työturvallisuus	Ei merkittäviä työturvallisuushaasteita.	Asennuskuilun työturvallisuus runkotyön ja KPH-elementtien asennuksen aikana.
Merkittävät hyödyt	Nopea ja tunnettu asennustapa.	Lattiakoron kanssa ei tarvitse pelata. Avoimen asennuskuilun hyödyntäminen rakentamisen aikana. Lämmöt päälle nopeamman runkokierron myötä.

Merkittävät haasteet	Korkomaailman haasteet varsinkin paikallavaluholvilla.	Hidas asentaminen, asennuskuilun työturvallisuus ja asennuksen jälkeinen kosteudenhallinta.
Bonavan oma KPH-elementti	Käytössä ja toimiva ratkaisu.	Bonavan käyttämä elementtitehdas ei valmista kuiluasentamiseen soveltuvia elementtejä.

Aikataulullisesti verratessa oleellisena tavoitteena voidaan pitää valmista vesikattoa. Vertailun aikajänne on tässä tapauksessa runkotyön aloituksesta vesikattotöiden aloituksen valmiuteen. Kuvassa 14 on esitetty 8-kerroksisen kerrostalon molempien asennustapojen runkokierto ja asennusajat. Jokaisessa kerroksessa on kymmenen asuntoa. Kerrosasennuksen runkokierto on laskettu 8 päivää, joista yksi on kylpyhuone-elementtien asennukseen. Kuiluasennuksessa on käytetty laskentaan 7 päivän runkokiertoa. Näin laskettuna kuiluasennus ei anna runkotyön kannalta huomattavia etuja. Vertailussa on käytetty lähtökohtana elementtiseiniä ja paikallavaluholvia. Eri runkoratkaisuilla laskennalliset eroavaisuudet vaihtelisivat varmasti suuremmin.



Kuva 14. Asennustapojen aikavertailu.

6 YHTEENVETO

Alati teollistuvassa ja tuotantotehokkuuteen tähtäävässä yhteiskunnassa myös rakennusala on jatkuvan kehityksen tarpeessa. Työskentelytapojen ja ratkaisuiden vakioimisella pyritään tehokkaampaan ajankäyttöön, jolla säästetään rahaa ja tehdään tulosta. Elementtirakentaminen on avainasemassa ja kylpyhuoneiden kohdalla niiden elementointi on viety jo hyvin pitkälle, jolloin tehokkuutta haetaan asennustavasta ja rakennesuunnittelun ratkaisuiden kautta. Perinteiselle kerrosasennukselle olevien vaihtoehtoisten asennustapojen lisätutkiminen on ehdottomasti tarpeen, mutta vaihtoehtoisten asennusmenetelmien vähäisen käytön takia niistä kerättyä tutkimustietoa on vielä vähäisesti saatavilla.

Suomessa on ainakin kaksi suurta yritystä, jotka valmistavat molempiin asennustapoihin soveltuvia elementtejä, kun taas ulkomaisten elementtitoimittajien tuotekuvauksissa ja ohjeissa esitellyt elementit eivät olleet kuiluasennukseen soveltuvia. Bonavan tämänhetkinen toimittaja Harmet Oy ei valmista kuiluasenteisia elementtejä. Kotimaiset kuiluasenteisia elementtejä valmistavat yritykset valmistavat niitä pääosin omien tuotevalikoimiensa tuotteilla, jolloin asiakkaan pitää tyytyä niihin. Vaikka elementtivalmistajat toimittavat suunnittelu- ja asennusohjeet ja tulevat työmaalle asti neuvomaan asennustyössä, on siirtymiskynnys tutusta käytännöstä uuteen usein korkea. Asuntorakentamisessa hankkeiden kannattavuus perustuu sujuvaan ja kustannustehokkaaseen tuotantoon. Märkätilaelementtien kustannustehokas käyttö tuotannossa vaatii projektijohdolta, suunnittelulta ja tuotannolta kokemusta.

Opinnäytetyöstä voidaan todeta tässä tutkittujen menetelmien olevan toteutuskelpoisia, mutta nykyisen menettelyn olevan toistaiseksi parempi vaihtoehto tilaajan kannalta. Siirtyminen uuteen käytäntöön vaatisi suuria hankintamuutoksia ja pilottihankkeen yhdessä elementtitoimittajan kanssa. Pelkästään jo toteutuakseen pilottihanke vaatii paljon lisätutkimista eri osa-alueilla. Onnistunut pilottihanke ei kuitenkaan välttämättä olisi peruste muuttaa pitkälle jalostettua käytössä olevaa toimintatapaa. Laajemman kartoituksen ja testauksen jälkeen kuiluasennus saattaa olla tulevaisuudessa ratkaisuvaihtoehto.

LÄHTEET

- Betonia Oy 2021. Kylpyhuone-elementit. Viitattu 10.5.2021. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/kylpyhuone-elementit>
- Bonava Suomi Oy 2021. Kylpyhuoneelementin asennusohje.
- Elementtisuunnittelu 2010. Kylpyhuone-elementit. Saatavilla <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/kylpyhuone-elementit>
- E1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. Saatavilla: https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf
- Fira Modules Oy. 2020. Kuiluasennus. Saatavilla: <https://www.firamodules.com/fi/kylpyhuonemoduuli/asennus/>
- Fira Modules Oy. 2021. Kuiluasennuksen peruserä. Viitattu 30.3.2021. <https://www.firamodules.com/fi/kylpyhuonemoduuli/asennus/>
- Harmet Oy. 2021. Märkätilatuote. Viitattu 26.2.2021 Saatavilla: <https://hbr.ee/tuote/?lang=fi>
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.
- Koskenvesa, A. 2011. Rakennustyön tuottavuus 1975–2010. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennustieto verkkolehti, 138–145. Saatavilla <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110503.pdf>
- Laamanen P. 2000. Märkätilat. Saatavilla <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010309.pdf>
- Maankäyttö ja rakennuslaki.1999. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L1P1>
- Parma 2015. Päältä asennuksen vastaanotto- ja asennusohjeet, 4–8. Saatavilla <https://docplayer.fi/68351941-Parma-markatilat-paalta-asennuksen-vastaanotto-ja-asennusohjeet.html>
- Patton, M. 2002. Qualitative research and evaluation methods. Sage Publications.
- RT 14-11103 SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Helsinki: Rakennustieto.
- Sundell, N. 2015. Kylpyhuone-elementtien käyttö asuntotuotannossa. Diplomityö. Tampere.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017.
Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

LIITE 1. HAASTATTELUKYSYMYKSET

- 1 Onko kerros ja kuilu asennustapa tuttu?
- 2 Kiertoaika 1 kerroksen tai 1 kuilun asennuksille?
- 3 Mikä olisi asennukseen tarvittava henkilömäärä?
- 4 Mitkä ovat suurimmat haasteet kummassakin asennustavassa?
- 5 Mitä holvirakennetta suosisit kummassakin asennustavassa, jos saisit valita?
- 6 Mitkä ovat hyvät ja huonot puolet kosteudenhallinnan kannalta?
- 7 Suurimmat hyödyt molemmissa asennustavoissa?
- 8 Suurimmat haitat molemmissa asennustavoissa?
- 9 Mieluisin asennustapa- ja holvirakenneyhdistelmä?

