

Juha Kartastenpää

KYLPYHUONE-ELEMENTTIEN KÄYTTÖ PALVELUTALORAKENTAMISESSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017

KYLPHYHUONE-ELEMENTTIEN KÄYTTÖ PALVELUTALORAKENTAMISESSA

Kartastenpää, Juha
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2017
Sivumäärä: 36 sivua
Liitteitä: 8

Asiasanat kylpyhuone-elementti, palvelutalorakentaminen, tehtäväsuunnitelma, kustannusvertailu

Tiivistelmä

Tutkimuksen aiheena oli kylpyhuoneiden eri tuotantomallien vertailu. Työn tarkoituksena oli tutkia kylpyhuone-elementtien käyttöä palvelutalorakentamisessa sekä vertailla elementti- ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannuksia. Skanska Talonrakennus Satakunta rakentaa Poriin Karjarannan Palvelutaloja, joiden kylpyhuoneiden rakentamista tahdotaan tutkia ja mahdollisesti kehittää. Työssä tutkitaan kylpyhuone-elementtien haasteita ja ratkaisumalleja, laudoituksen toteuttamista paikalla valetussa holvissa sekä viemäreiden kallistuksien toteuttamista. Työssä todetaan kylpyhuoneiden valmistuksen olevan arkoja häiriöille monen toimijan vuoksi ja vaativat tarkkaa tehtäväsuunnittelua. Kustannusvertailu -osiossa käydään läpi molempien tuotantomallien kustannukset ja todetaan kylpyhuone-elementtien olevan kalliimpi toteutustapa yksittäisessä kohteessa, mutta pitkällä aikavälillä kylpyhuone-elementit voivat olla taloudellisempi vaihtoehto kuin paikalla valmistetut kylpyhuoneet. Tässä tutkielmassa käytetty aineisto on saatu haastatteluista, Skanskan sisäisestä tiedosta (palaverit, muistiot, tutkimukset ja vuosisopimukset yms.) ja Parmarine Oy:ltä kylpyhuone-elementin valmistajalta.

PREMANUFACTURED BATHROOMS IN ASSISTED-LIVING FACILITIES

Kartastenpää, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu; Satakunta University of Applied Sciences

Degree: Programme in construction engineering

April 2017

Number of pages: 36

Appendices: 8

Keywords: premanufactured bathrooms, assisted-living facilities, cost comparison

Abstract

The subject of the thesis and the intention of the study was to explore the use of premanufactured bathrooms in assisted-living facilities and to compare the costs between this method and assembling or building the bathrooms independently. Skanska Talonrakennus, Satakunta Oy is in the process of building Karjaranta assisted-living facilities and their approach to building bathrooms is used in this study.

To begin, there study examines both, the production methods and building styles, as well as the process of the bidding and recommendation from the premanucatured bathroom providers in regards to the construction site. Some of the known/foreseen problems/issues, as well as

possible solutions related to the use of premanufactured bathrooms are presented in the thesis also. In the cost comparison portion, the calculation expenses of both the production methods are compared to illustrate the conclusion that premanufactured bathrooms can be/appear to be more costly if calculated on a per project/per site basis, but in the long term projections, the use of bathroom elements might be more economically profitable/fiscally viable in terms of economic profitability.

SISÄLLYS

Tiivistelmä	2
Abstract	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 TARVEKARTOITUS JA TAVOITTEET	7
2.1 Kylpyhuone-elementit osana tulevaisuuden rakentamista	7
2.2 Tutkimuskohteen esittely	7
2.2.1 Karjarannan Palvelutalojen kylpyhuoneet	7
2.3 Tutkimuksen tavoite	8
3 KYLPYHUONEIDEN TUOTANTOMALLIT	9
3.1 Kylpyhuone-elementit	9
3.1.1 Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementit	9
3.1.2 Parmarine-elementtien valmistus	9
3.2 Sopimuksen laatiminen kylpyhuone-elementtitoimittajan kanssa	10
3.3 Kylpyhuone-elementin tehtäväsuunnittelu	11
3.3.1 Elementtiasennussuunnitelma	11
3.3.2 Kylpyhuone-elementin asennus	12
3.3.3 Elementin tarkastukset	13
3.4 Paikalla valmistetut kylpyhuoneet	13
4 ONGELMAKOHTIEN KARTOITUS JA RATKAISUMALLIT	15
4.1 Kylpyhuone-elementin käytön edellytykset	15
4.2 Suunnittelun ohjauksessa huomioitavat asiat	15
4.3 Talotekniikan haasteet kylpyhuone-elementille	18
4.3.1 Vesi ja viemäri	18
4.3.2 Ilmastointi	20
4.3.3 Sähkö	20
4.3.4 Sprinkleri	21
4.4 Paikalla valmistetun kylpyhuoneen riskit	21
5 KUSTANNUSVERTAILU MALLIKOHTEESSA	23
5.1 Kylpyhuone-elementin ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannusarviot	23
5.2 Aikataulun vaikutus kustannuksiin	25
5.2.1 Kylpyhuone-elementtien vaikutus aikatauluun	25
5.2.1. Työmaankäyttö ja yhteiskustannusten väheneminen	26
5.3 Muut kustannukset	28
5.4 Kustannusvertailu	29
6 TULOSTEN TARKASTELUA	31
6.1 Tekninen toteuttavuus	31
6.2 Taloudellinen lopputulos	31
6.3 Yhteenveto	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	34

SANASTO

Kriittinen polku	Käsittää tehtävät, joissa ei ole pelivaraa, eli tehtävien ajoituksen muutos vaikuttaa aina projektin keston
Tahdistava työ	Työ tai työnosa, joka määrää tietyn tehtävän tai rakennusosan valmistumiseen tarvittavan ajan. Esimerkiksi seinien raudoituksessa terästen asennus on tahdistava työnosa
8-9 kustannukset	Työmaankäyttö- ja yhteiskustannukset
tth, työntekijätyötunti	Työntekijäkohtainen työtunti. Jos esimerkiksi kolmen työntekijän työryhmä työskentelee kaksi tuntia, on yhteensä kulunut kuusi työntekijätuntia.
tv, työvuoro	Tarkoittaa tavallisesti työaikaa 7:00–11:00 ja 12:00–16:00. Normaalityövuoron pituus on 8 tuntia.
T4-aika, kokonaisaika	Kokonaisaika eli työnvaihe aika sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laadintaan.
LVIS	Lämpö, vesi, ilmastointi ja sähkö
Koeponnistus	Esim. vesijohtojen koeponnistuksessa vesijohto verkosto täytetään vedellä ja tutkitaan mahdollisia vuotoja

1 JOHDANTO

Tässä työssä vertaillaan palvelutalojen paikalla valmistettuja kylpyhuoneita ja elementtivalmisteisia kylpyhuoneita sekä tutkitaan tuotantomallien vaikutuksia kustannuksiin, työmaan tehtävänsuunnitteluun ja suunnittelunohjaukseen. Työ on jaettu tarvekartoitus ja tavoitteet osioihin, joissa esitellään tutkimuksen mallikohde ja työn tavoitteet. Tuotantomallit kohdassa esitellään kummatkin rakennustavat, paikalla rakentaminen ja elementtirakentaminen, sekä selvitetään, miten työmaalla tulee huomioida kylpyhuone-elementit. Ongelmakohtien kartoitus ja ratkaisumallit -kappaleessa pohditaan molempien rakennustapojen riskejä ja niiden ehkäisyä. Kustannusvertailua mallikohteessa -osiossa tutkitaan kustannusten jakautumista eri rakennustavoille, elementtirakentamisen tuomaa aikataulusäästöä ja sen vaikutusta kustannuksiin. Tulosten tarkastelua -kappaleessa kootaan työn lopputulokset yhteen.

Työn tutkimusmetodina on vertaileva tutkimus. Lähdeaineistona on käytetty henkilöhaastatteluja, Skanskan sisäistä tietoa ja tutkimusta sekä Parmarine Oy:n aineistoa. Kustannuslaskelmissa on käytetty Skanska Talonrakennuksen ohjelmia, vuosisopimustietoja ja Ratu -kortistoa. Yhtenä osana on myös oma työmaakokemukseni, jonka kautta olen pystynyt havainnoimaan kylpyhuoneiden rakentamista käytännössä.

Työn tekeminen aloitettiin vuonna 2009 Tampereen ammattikorkeakoulun kirjoilla. Työ palautettiin vuonna 2017 Satakunnan ammattikorkeakouluun. Väliin on mahtunut muun muassa muutto Poriin, omakotitalon remontointi, kahden lapsen syntymän ja muutama työnantajan vaihtuminen ja paljon muuta.

2 TARVEKARTOITUS JA TAVOITTEET

2.1 Kylpyhuone-elementit osana tulevaisuuden rakentamista

Tulevaisuudessa Skanska Talonrakennus Satakunnan tavoitteena on nostaa esivalmistuksen astetta, ja kylpyhuone-elementit ovat osa tätä prosessia.

Esivalmistusasteen nostamisella pyritään tehostamaan rakentamista ja lyhentämään rakennusaikaa. Esivalmistusasteen nostaminen tarkoittaa elementtirakentamisen lisäämistä. Rakennustyömaa tahdotaan muuttaa asennustyömaaksi, jossa valmiit elementit vain nostetaan paikoilleen.

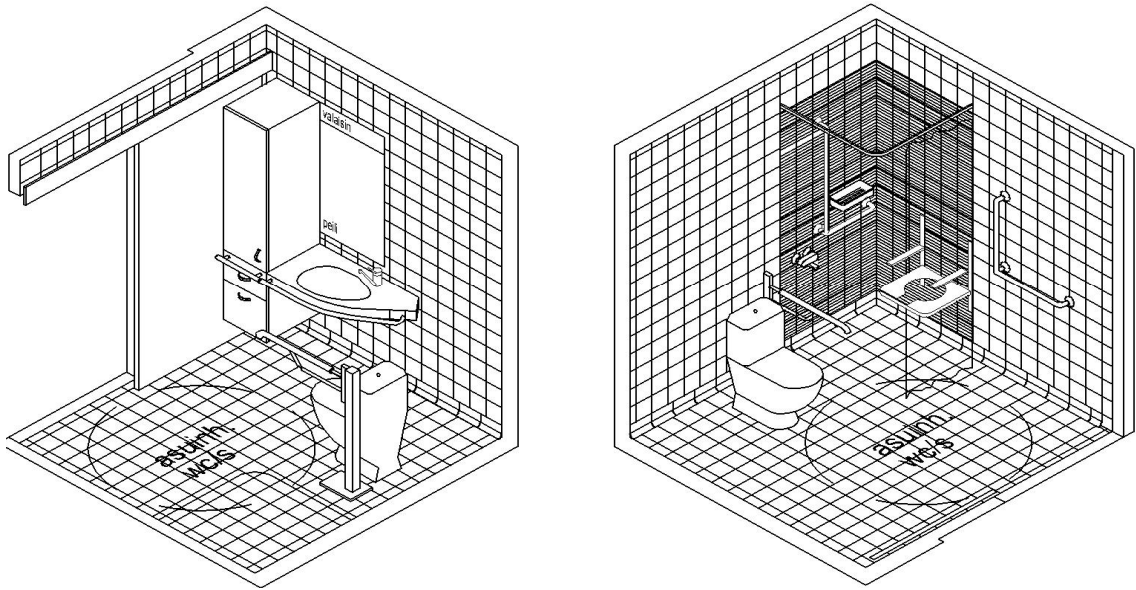
(työpäällikkö Kari Sundelinin haastattelu 23.12.2009)

2.2 Tutkimuskohteen esittely

Porin kaupunki rakennuttaa kuusi tehostetun palvelun kerrostaloa Porin Karjarantaan. Talot ovat suunniteltu vanhuksille ja vammaisille. Tehostettu palveluasuminen on laitoshoidon ja kotona asumisen välimuoto. Kolme ensimmäistä vaihetta on valmistunut, joista mallikohteenä tutkimukselle on toiminut viimeiseksi valmistunut vaihe 3. Karjarannan Palvelutalojen vaiheissa 1 - 3 kylpyhuoneet toteutettiin paikalla rakentaen.

2.2.1 Karjarannan Palvelutalojen kylpyhuoneet

Karjarannan Palvelutalojen (myöh. Kapa) vaihe 3: kylpyhuoneet ovat noin 5 m²:n tiloja, jotka on suunniteltu tehostetun palvelun asumiseen, kuviossa 1 aksometria kylpyhuoneista. Kapa 3:ssa rakennetaan 70 asuntoa, joissa jokaisessa on oma kylpyhuone. Tasoltaan kylpyhuoneet vastaavat tavanomaista kylpyhuonetta. Tiloissa on wc-istuin, suihkunurkkaus, tasoallas, tukikahvoja ja muita varusteita. Kylpyhuoneen seinät ja lattiat ovat laatoitettuja. Alaslaskettu katto on kipsilevyrakenteinen, joka on tasoitettu ja maalattu. Kylpyhuoneen ovi on liukuovi. Kylpyhuoneet sisältävät lattian mukavuuslämmityksen, potilashälytysjärjestelmän, sprinkleri-sammutusjärjestelmän, koneellisen ilmanpoiston ja LV -tekniikan. (Kapa 3:n ARK piirustukset ja työselostus)



kuva 1, aksonometria Kapa kylpyhuone (Kapa 3:n ARK piirustukset).

2.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kylpyhuone-elementtien käyttöä ja etuja palvelutalorakentamisessa verrattuna paikalla valmistettuun kylpyhuoneeseen sekä tehdä kustannusvertailu paikalla valmistetun ja kylpyhuone-elementin välillä.

Tutkimuksella tahdotaan ohjeistaa kylpyhuone-elementtien huomioimista rakentamisen eri vaiheissa: suunnittelun ohjauksessa, sopimuksen teossa kylpyhuone-elementin toimittajan kanssa ja rakentamisvaiheessa.. Kustannusvertailussa molempien tuotantotapojen kustannukset pyritään selvittämään mahdollisimman tarkasti huomioimalla mm. kylpyhuone-elementtien tuoman ajallisen säästön.

3 KYLPYHUONEIDEN TUOTANTOMALLIT

3.1 Kylpyhuone-elementit

Kylpyhuone-elementillä käsitetään tässä tutkielmassa kylpyhuonetta, joka on sisältä valmis rakennus ja LVIS -töiden osalta ja asennetaan työmaalla muiden runkoelementtien yhteydessä. Kylpyhuone-elementtien valmistajia on Suomessa vain muutama. Laivateollisuudessa kylpyhuone-elementit ovat olleet käytössä kauemman kuin rakennusteollisuudessa, jossa niiden käyttö ei ole yleistynyt. Useimmat kylpyhuone-elementin valmistajat toimivat pääpainoisesti laivateollisuudessa, mutta toimittavat elementtejä myös rakennusteollisuudelle. Kaikkia laivateollisuuteen valmistettuja elementtejä ei pystytä käyttämään rakennusteollisuudessa, eri vaatimus ja normitasojen vuoksi.

Elementtien runkomateriaalit vaihtelevat toimittajan mukaan. Runkomateriaalina voi toimia mm. teräsohutlevy, teräskkenno rakenne, muovi tai polystyreeni.

3.1.1 Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementit

Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementit ovat osittain betoni ja –teräsohutlevyrakenteisia. Niiden alapohjarakenteena toimii teräsbetoni-laatta, seinä ja -kattorakenteena on teräsohutlevy, joka keventää elementin painoa. Parmarine Oy on valmistanut kylpyhuone-elementtejä yli 30 vuotta. Ympäristöministeriö on myöntänyt Parmarinen märkätiloille tyyppihyväksynnän, ja VTT on sertifioinut Parmarinen tuotekokonaisuuden. Parmarine valmistaa elementtejä pääasiassa laivateollisuudelle, mutta myös rakennusteollisuudelle. (RT G82-37534)

3.1.2 Parmarine-elementtien valmistus

Parmarinen kylpyhuoneet valmistetaan saman periaatteiden mukaisesti kuin työmaalla, joka esitellään myöhemmin. Kylpyhuone-elementin teräsbetonialapohjalaatta teetetään betonielementtitehtaalla, joka vesieristetään ja laatoitetaan. Tehtaalla betoni-laatta on nostettu noin metrin korkeuteen, jolloin vesieristys ja laatoitus on ergonomisesti helppo suorittaa. Parmarine Oy käyttää seinärakenteena teräsohutlevyä, joka laatoitetaan.

Laatoitustyö on nopea työvaihe, jossa laatat asetellaan muottiin, jonka päälle nostetaan teräsohutlevyseinä. Laatat kiinnittyvät seinään liimalla. Teräsohutlevyseinissä ei käytetä erillistä vesieristettä. Tämän jälkeen seinän laattapinnat saumataan ja seinä kiinnitetään betonilaattaan. Kylpyhuoneen katto valmistetaan myös teräsohutlevystä, joka asennetaan seinien jälkeen. Katto jäykistää koko rakenteen. Tämän jälkeen LVIS - tekniikka asennetaan kylpyhuoneeseen ja kylpyhuone varustellaan. Valmis elementti sisältää sisälsiä valmiin kylpyhuoneen LVIS-asennuksineen ja varusteineen. Yleisesti kylpyhuoneen seinien ulkopinta verhoillaan ja pintakäsitellään työmaalla ja elementin ulkopuoli suojataan muovilla ja ovi sinetöidään kiinni. Kuvassa 2 on valmis Parmarinen kylpyhuone-elementti.



kuva 2: Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementti (RT G82-37534)

3.2 Sopimuksen laatiminen kylpyhuone-elementtitoimittajan kanssa

Sopimusta laadittaessa kylpyhuone-elementtien valmistajan kanssa on tärkeää määrittellä tarkasti, mitä kuuluu elementtien toimitukseen. Tarkka työselostus ja urakkarajaliite tulee liittää sopimukseen. Niissä määritellään, mitä materiaaleja

elementissä käytetään, mitkä osat kuuluvat toimitukseen, mistä rakentaja tai elementtivalmistaja on vastuussa. Vastuujasta ja sen kattavuudesta tulee myös sopia elementtivalmistajan kanssa, esimerkiksi sopimuksessa tulee määritellä, mitkä korjaukset kuuluvat LV-urakoitsijalle ja mitkä elementtivalmistajalle.

Käyttöönottaessa tulee sopia kylpyhuone-elementtien valmistajan kanssa vesijohtojen koeponnistuksista ja niiden suorittamisesta. On hyvä muistaa, että tilaaja on vastuussa tilaamansa tuotteen kelpoisuudesta, ja että se täyttää vaadittavat asetukset.

3.3 Kylpyhuone-elementin tehtäväsuunnittelu

Kylpyhuone-elementit vaativat tarkkaa tehtäväsuunnitelmaa, koska kylpyhuone-elementit ovat uusia monella työmaalla ja niiden asennus ja käsittely vaatii erityistä tarkkavaisuutta niiden herkkyyden vuoksi. Työmaa määrittelee, miten laajasti kylpyhuone-elementtien tehtäväsuunnitelma tehdään.

3.3.1 Elementtiasennussuunnitelma

Työmaalla tehtävässä elementtiasennussuunnitelmassa tulee huomioida muiden elementtien lisäksi myös kylpyhuone-elementit. Elementtiasennussuunnitelmassa huomioidaan, missä järjestyksessä elementit asennetaan, elementtien nostot, tuenta, tukipinnat yms. Elementtitehtaan kanssa sovitaan runkovaiheen aikataulusta ja lähetetään toimitusjärjestysaikataulu. Elementtien logistiikan osalta sovitaan, millaisissa erissä elementit työmaalle toimitetaan ja varastoidaanko elementtejä työmaalle vai asennetaanko ne suoraan autosta. Jos päädytään välivarastoimaan elementit työmaalla, tulee niille valmistella purkualue, jossa elementit voidaan nostaa maasta vähintään 200 millimetriä.

Ennen asennusta tulee varmistaa tarvittavien nostoapuvälineiden tarve, varaukset, kylpyhuone-elementin korko ja, LV -asentaja on työmaalla. Elementtejä vastaanottaessa tulee ne tarkastaa ulkoisilta kolhuilta ja mahdolliset virheet merkitä kuormakirjaan. Suuremmista vioista tulee olla yhteydessä elementtitehtaaseen välittömästi.

Asennuksen jälkeen vastuu elementin suojauksesta on rakentajalla. Elementti on suojattu sen tullessa työmaalle, mutta suojauksia joudutaan poistamaan tietyiltä osin esimerkiksi, jos kylpyhuoneen seinä jää vasten kantavaa seinää. Suojamuovi tulee poistaa siltä sivulta. Suojaaminen tulee ottaa huomioon elementtiasennussuunnitelmaa tehtäessä.

3.3.2 Kylpyhuone-elementin asennus

Päältäasennus tapahtuu torni- tai autonosturilla tai vastaavalla. Elementti asennetaan ovelle sijaitsevan koodin mukaiseen paikkaan. LVIS-kytkentöjen onnistuminen varmistetaan asennuksen yhteydessä tekemällä tarvittavat liitokset huolellisesti. Elementti nostetaan lopulliselle paikalle säätövälikkeiden (elementtikiilojen) päälle. Elementin pohjakehän yläreuna asennetaan vaakasuoraan kahdelta erisuuntaiselta sivulta. Kerrosten välinen putkisto liitetään toisiinsa, jonka jälkeen suoritetaan hormitilan sulkuvalu. Päällekkäisten märkätilaelementtien asennustarkkuus keskenään sivusuunnassa on 10 mm.. Elementtiasennus on syytä käydä huolella läpi elementtiasentajien, mittamiehen ja lv -asentajan kanssa. Asennuskorkoon on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Ongelmatilanteissa tulee olla yhteydessä elementtivalmistajaan. Kuviossa 3 Parmarine Oy:n asennus torninosturilla. Elementti nostetaan ennen seuraavan kerroksen holvin tekoa.



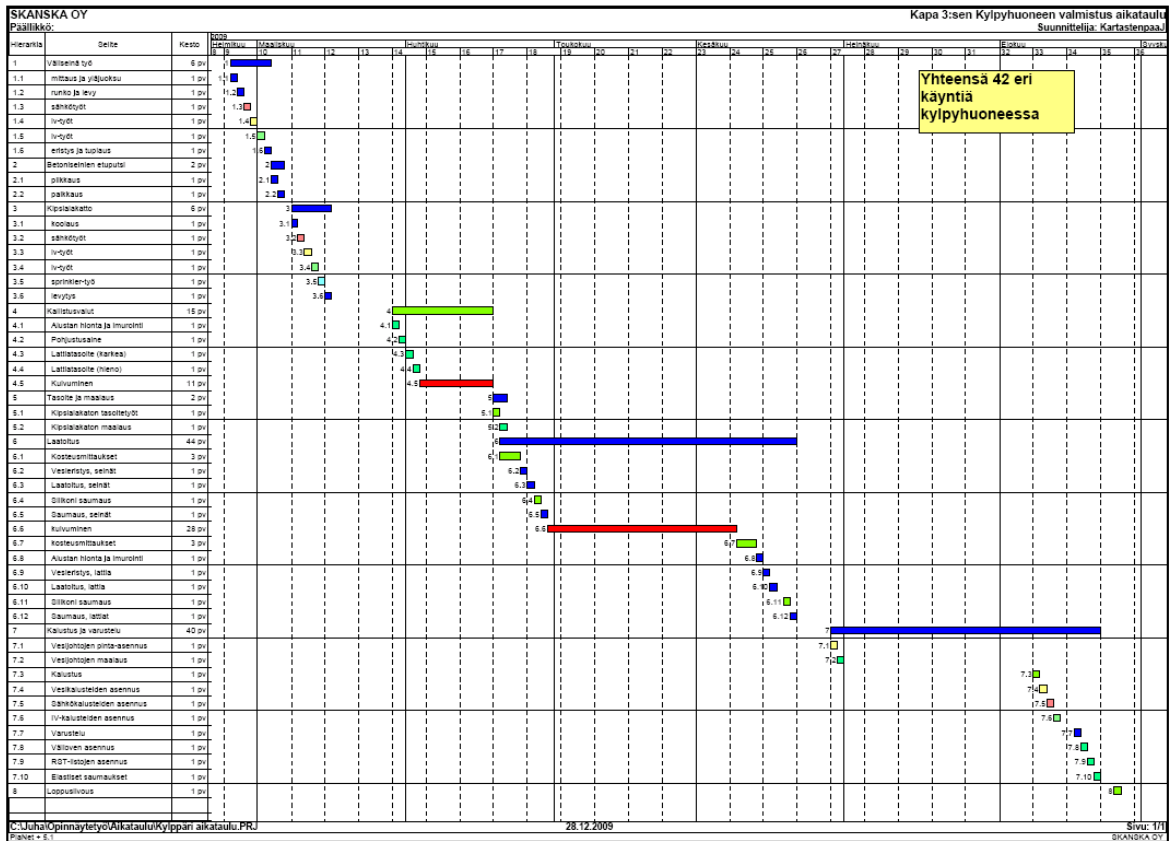
kuva 3: kylpyhuone-elementin päältäasennus (RT G82-37534)

3.3.3 Elementin tarkastukset

Ennen luovutusta kylpyhuoneiden sinetti aukaistaan yhdessä kylpyhuone-elementtien valmistajan kanssa ja kirjataan mahdolliset puutteet ja virheet. Elementtivalmistajan tulee myös sopia LVIS-urakoitsijoiden kanssa katselmuksesta.

3.4 Paikalla valmistetut kylpyhuoneet

Kylpyhuoneet ja märkätilat valmistetaan perinteisesti paikalla rakentaen. Karjarannan Palvelutalojen, vaihe 3:ssa kylpyhuoneet valmistuivat tyypillisessä järjestyksessä. Runkovaiheessa holvivaluun istutetaan sähköinen lattialämmityskaapeli. Betonipintojen tarvittava piikkaus ja paikkaus suoritetaan runkovaiheen jälkeen tai sen ohessa. Väliseinätyövaiheessa kylpyhuoneen seinät levytetään ensin toiselta puolelta, jotta tarvittavat LVIS-asennukset pystytään tekemään, alaslaskettua kattoa tehdessä sovitetään tarvittava LVIS-tekniikka katon sisään ja sovitaan kattokorkeus, työ-, ja reittijärjestys. Lattian kallistusvalut suunnitellaan huolella RYL:n ohjeiden mukaisesti ja suoritetaan useassa vaiheessa. Alustan tulee olla kunnossa ennen varsinaisen työn alkamista. Kun alusta on hiottu ja siivottu huolella voidaan suorittaa pohjustus (praimerointi). Valujen suorittamiseen päästään, kun pohjustusaine on kuivunut muutaman tunnin. Pohjalla käytetään karkeampaa sementtipohjaista lattiatasoitetta, joka viimeistellään hienommalla lattiatasoitteella. Laatoitustyössä ensimmäinen vaihe on vedeneristys. Laatoitus voidaan alkaa vesieristyksen valmistuttua. Ennen laatoituksen saamaamista kitataan nurkat elastisella silikonilla. Seinät vesieristetään ja laatoitetaan ennen lattian vesieristystä. Varusteiden asennus voidaan aloittaa laatoituksen päätyttyä. Elastisia saumauksia suoritetaan kylpyhuoneissa varusteasennuksen jälkeen useassa eri vaiheessa. LVIS-asentajat käyvät kylpyhuoneessa ainakin väliseinä-, alakatto- ja varusteiden asennusvaiheissa. Kun kylpyhuoneet ovat valmiita, suoritetaan loppusiivous. Kuviossa 4 Karjarannan Palvelutalojen, vaihe 3 yhden kylpyhuoneen valmistusaikataulu (liite 1). Aikataulu ei vastaa täysin ajallisesti kohteen toteumaa. Kuviossa 5 Kapa valmis kylpyhuone.



kuva 4: Kapa:n kylpyhuoneen valmistusaikataulu



kuva 5: Kapa:n valmis kylpyhuone (kuva: Juha Kartastenpää)

4 ONGELMAKOHTIEN KARTOITUS JA

RATKAISUMALLIT

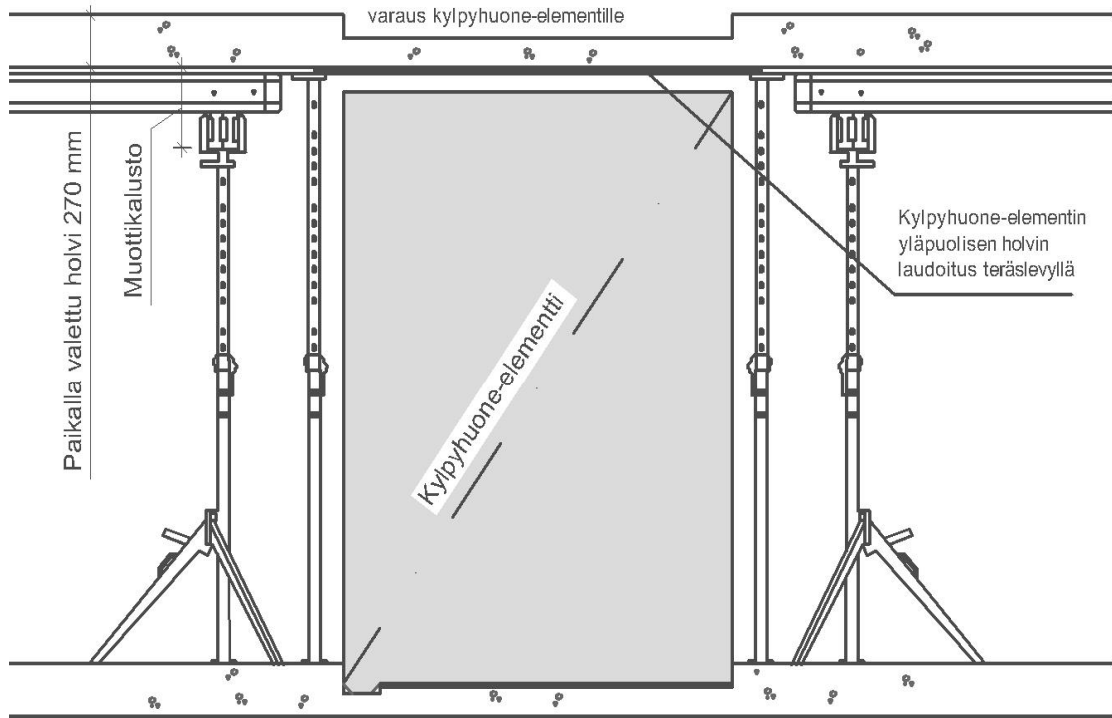
4.1 Kylpyhuone-elementin käytön edellytykset

Kylpyhuone-elementit tulee huomioida suunnittelussa mahdollisimman aikaisin. Jos kohteessa päätetään paikalla rakennetun kylpyhuoneen sijasta käyttää kylpyhuone-elementtejä, on suunnittelun ohjauksella ratkaiseva osuus projektin onnistumiselle. Suunnittelun ohjauksessa suuressa osassa on LVIS-suunnitelmien yhteensovittaminen kylpyhuone-elementteihin. Rakennesuunnitelmissakin tulee huomioida kylpyhuone-elementit. Suunnittelukokouksissa on tärkeää, että kylpyhuone-elementtien valmistajan edustaja on mukana mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta yhteentörmäyksiä ja ongelmia syntyisi mahdollisimman vähän.

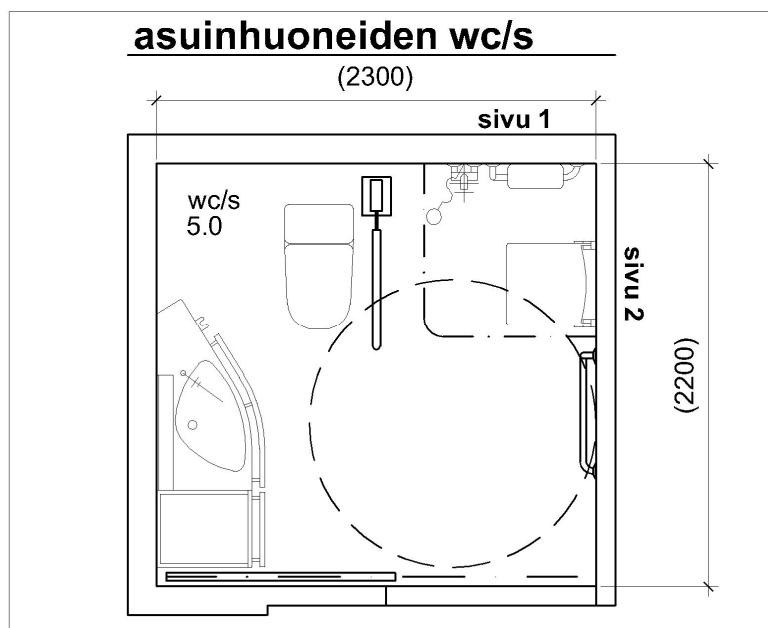
4.2 Suunnittelun ohjauksessa huomioitavat asiat

Karjarannan palvelutalojen erityispiirteisiin kuuluu kynnyksettömyys, joka asettaa rajoja ja haasteita kylpyhuone-elementeille. Parmarine Oy:n valmistamien kylpyhuone-elementtien alapohja valetaan teräsbetonista, jossa sijaitsevat myös viemäreiden vaakavedot. Tämän vuoksi kylpyhuone-elementit vaativat noin 150 mm varauksen holvissa. 370 mm korkeissa ontelolaatoissa varaus voidaan tehdä suhteellisen helposti ohentamalla ontelolaatta kylpyhuoneiden kohdalta. Paikallavaletun holvin (270 mm) ongelmaksi muodostuu, ei niinkään ohennetun ~120 mm (270-150 mm) teräsbetoni laatan kantavuus, vaan sen laudoitus. Runkovaiheessa, kun holvi on valettu, istutetaan kylpyhuone-elementti holvin päälle. Seuraavaan kerroksen holvia laudoitettaessa ei kylpyhuone-elementin ja laudoitettavan holvin väliin jää tarpeeksi tilaa muottikalustolle. Holvin voi laudoittaa liittolevyllä, joka toimii holvin laudoituksena ja osana betonilaatan raudoituksena. Liittolevyn kantavuus tulee tarkistuttaa rakennesuunnittelijalla. Liittolevy tarvitsee tukea pystytuilla alapuolisesta holvista, koska kylpyhuone-elementin kattoa ei saa rasittaa minkäänlaisella painolla. Kuviossa 6 on esitetty laudoituksen periaate, liittolevyä käyttäen. Liittolevyn koon tulee olla

kylpyhuone-elementin ulkomittoja hieman suurempi noin 2500 x 2700 mm., jotta levy saadaan tuettua holvin alapintaan. Kuviossa 7 kylpyhuoneen pohjapiirros mittoineen.

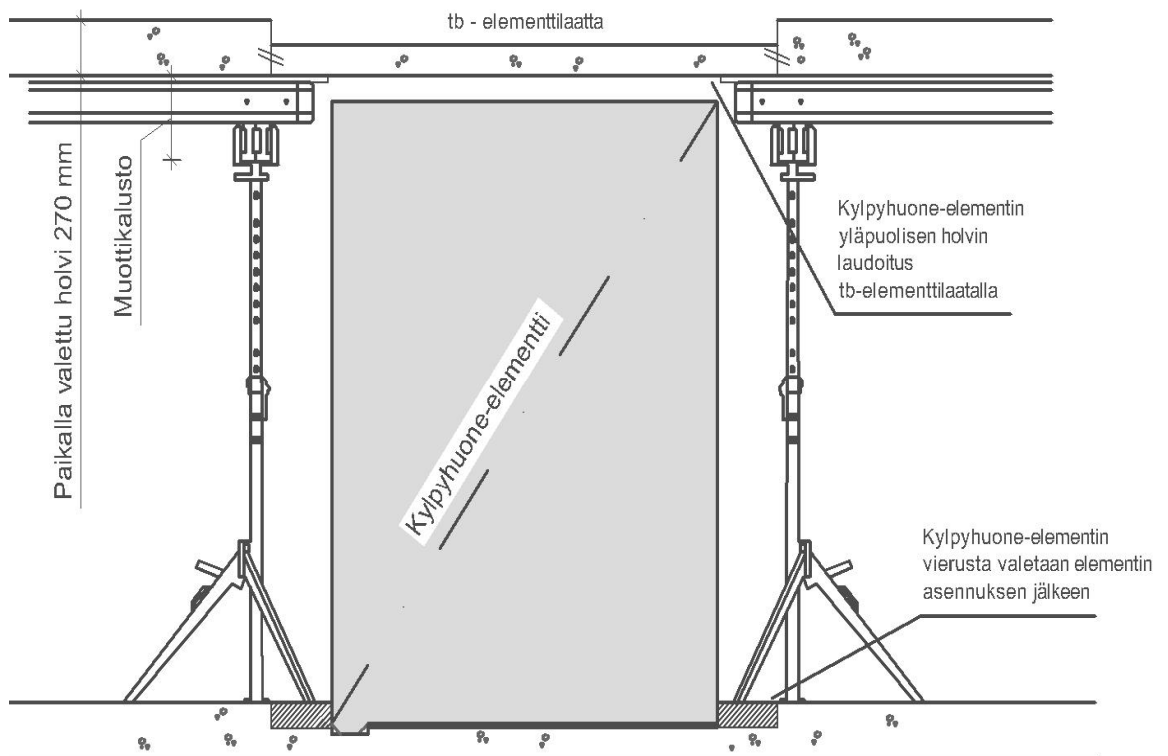


kuva 6: laudoitus liitolevyllä.



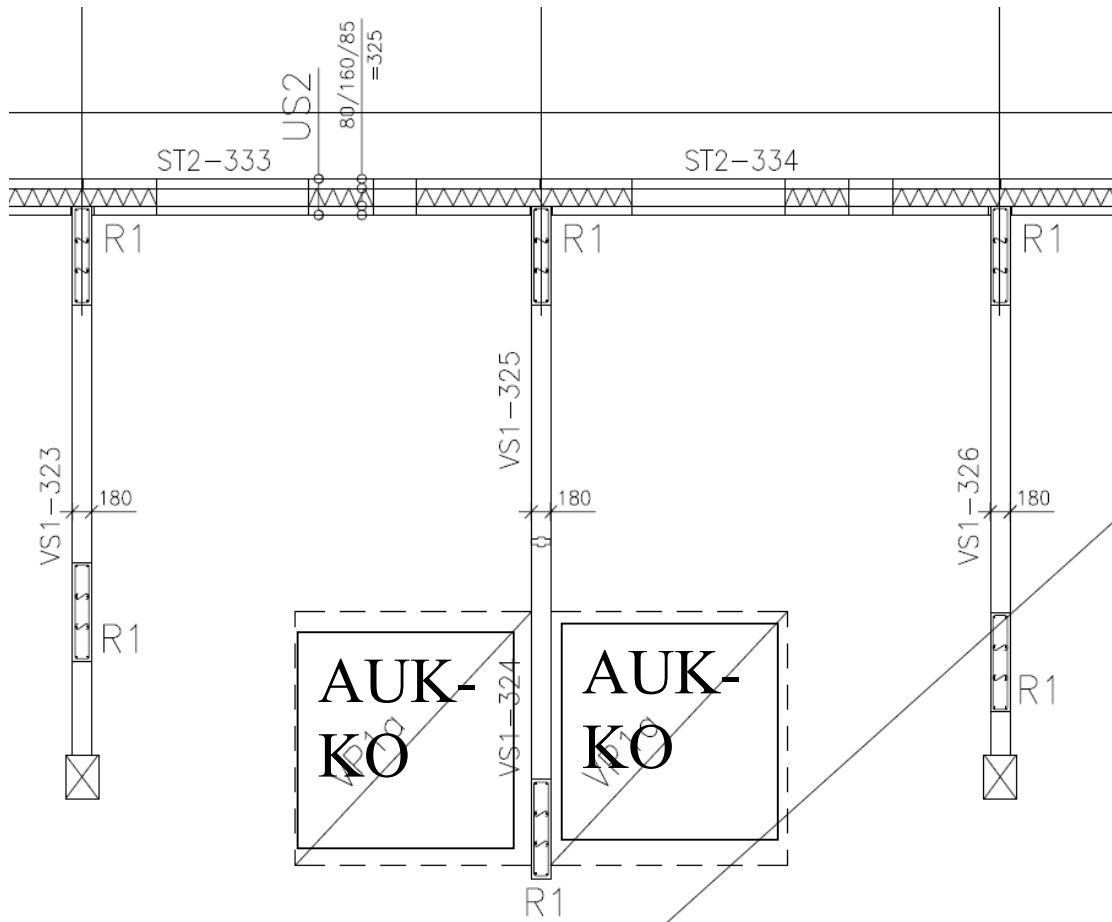
kuva 7: Kapa 3:n kylpyhuoneen pohjapiirros (Kapa 3:n ARK piirustukset)

Toinen mahdollinen vaihtoehto on teettää kylpyhuoneen pohja elementtilaattana. Tällöin elementtilaatta asennetaan holville laudoitusvaiheessa ja sidotaan kiinni rakenteen pääterästyksiin. Kuviossa 8 kylpyhuone-elementin yläpuolinen holvi on laudoitettu, käyttäen teräsbetonielementtiä. Teräsbetoniilaatan suunnittelu kuuluu rakennesuunnittelijalle. Betonilaatan koon tulee olla hieman suurempi kuin liittolevyn, koska elementti kantaa joka reunalta.



kuvio 8: laudoitus teräsbetonielementtilaalla.

Kummassakin laudoitusvaihtoehdossa holvin raudoitus tulisi suunnitella niin, että kylpyhuoneen pohja-alue suunnitellaan aukkona, ja sen viereiset lohkot raudoitetaan aukon vaatimin lisäterästyksineen, kuten kuviossa 9 on esitetty. (Rakennesuunnittelija Juha Juntilan haastattelu 16.7.2009)



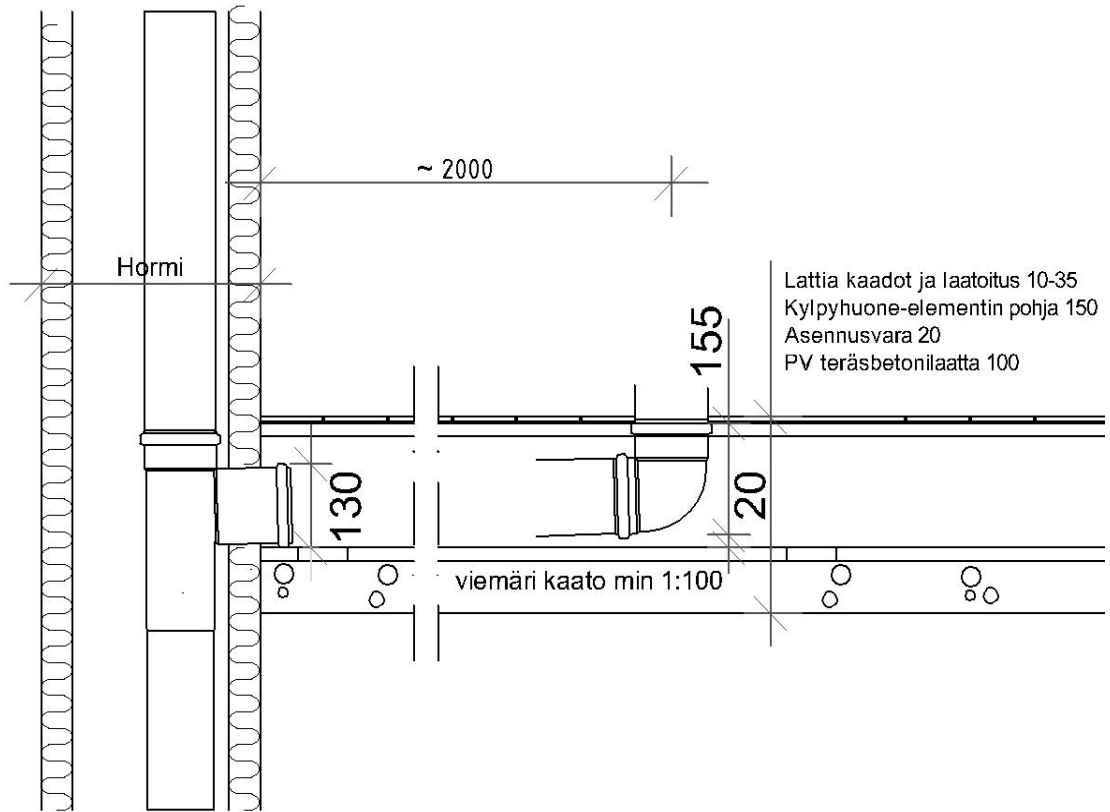
kuvio 9: Paikallavalu holvin raudoituksen periaate (Kapa 3:n RAK piirustukset)

4.3 Talotekniikan haasteet kylpyhuone-elementille

4.3.1 Vesi ja viemäri

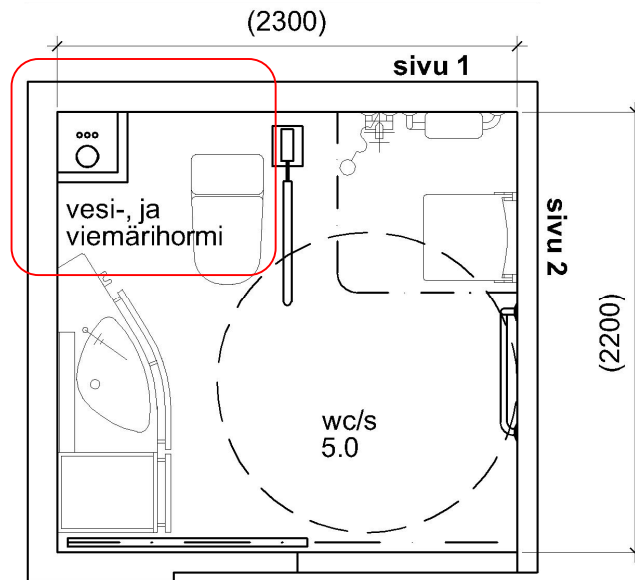
Suuren haasteen kohteeseen tekee vesi-, ja viemäriinjojen sijoittelu. Karjarannan palvelutalot, vaihe 3:ssa vesi- ja viemärien pystynousut olivat paikallavalmisteisia. Vesi-, ja viemäri nousujen määrä on kymmenen. Yhdestä noususta jaetaan vesi- ja viemäriinjoja kahdelle kylpyhuoneelle, eli seitsemän nousua kerroksessa kylpyhuoneille ja lisäksi kolme nousua muille tiloille. Kylpyhuone-elementit vaativat enemmän pystyviemäreitä, koska elementtien viemäreiden purku sijaitsee alhaalla verrattuna valmiiseen lattiapintaan. Vaakaviemäröintiä ei voida viedä kauas wc-istuimesta. Hormilta wc-istuimelle etäisyyttä on noin neljä metriä, ja viemäriin kaadon tulisi olla 1:100, eli 40 mm kaatoa wc-istuimelta viemäriin pystynousuun. Kylpyhuone-elementeissä viemäriin kaatoa voi saada noin 20 mm.. Tämä tarkoittaisi, että

pystyviemäriin sijainti on noin kahden metrin päästä wc-istuimesta, kuten kuviossa 10 on esitetty.



kuva 10: pystyviemäriin ja wc-etuäisyys

Koska pystyviemärit sijaitsevat liian kaukana wc-istuimesta, tulee suunnittelun ohjauksessa huomioida tarve useammalle pystyhormille. Yhtenä vaihtoehtona voidaan pitää hormin sijoittamista jokaisen kylpyhuone-elementin nurkkaan, jolloin wc-istuimen ja pystyviemäriin välinen etäisyys tulisi olemaan noin yksi metri. Tällöin pystyhormien määrä kasvaisi neljäntoista ja vesijohto- ja viemäriinohut tulisivat elementin mukana, kuten kuviossa 11 esitetään. Muut vesi- ja viemäriinohut tulisi vetää omilla nousuilla, mikä kasvattaisi nousujen määrää neljästätoista seitsemääntoista. Lisää hormoneja tulisi kohteeseen seitsemän kerrosta kohden.



kuva 11: pystyviemärin sijoittaminen kylpyhuone-elementtiin.
(Kapa 3:n ARK piirustukset)

LV-urakoitsija tekee elementtien väliset viemäriliitokset liitosputkella, joka ankkuroidaan rakenteisiin. Vesijohtot liitetään rakennuksen vesijohtoverkoston elementin ulkoreunalla katon yläpuolella.

4.3.2 Ilmastointi

Ilmastointikanavat on mahdollista asentaa kylpyhuone-elementteihin tehtaalla. Kanavien liittäminen rakennuksen kanavistoon suoritetaan työmaalla. Kylpyhuoneen viereisessä huoneessa (eteinen) on alaslaskettu kipsilevyrakenteinen katto, jossa liittännät voi tehdä. Ilmastointisuunnitelmissa kylpyhuone-elementit eivät vaadi erityisiä toimenpiteitä. Ilmastointilaitteiden kokeista ja käyttöönotosta tulee sopia elementtivalmistajan kanssa.

4.3.3 Sähkö

Kohteen kylpyhuoneissa on ns. mukavuuslattia-*lämmitys*, jonka toteuttaminen onnistuu myös kylpyhuone-elementeissä. Elementtien sisäpuoliset sähköpisteet on putkitettu, johdotettu ja kojeet kytketty. Sähköasennukset on päätetty elementin ulkopinnassa sijaitsevaan jakorasiaan.

4.3.4 Sprinkleri

Karjarannan Palvelutalot vaativat sprinklerisammutusjärjestelmän. Sprinkleriputkiston asentamiseen elementtitehtaalla tarvitaan ennakosuunnittelua. Sprinkleriasennus voidaan suorittaa niin työmaalla kuin elementtitehtaalla. Elementtitehtaalla asennetaan kylpyhuoneen kattoon sprinklerisuutin. Sen jälkeen asentaja liittää sprinklerisuuttimen runkoverkostoon. Kylpyhuone-elementin ja yläpuolisen holvin välissä ei kuitenkaan ole paljoakaan tilaa, jolloin järkevämmäksi vaihtoehdoksi saattaa osoittautua, että elementtitehdas asentaa sprinklerisammuttimen sekä vaakaputken elementin reunaan asti. Työmaalla tarvitsee asentajan siten liittää elementin reunalla oleva sprinkleriputki runkoverkostoon.

4.4 Paikalla valmistetun kylpyhuoneen riskit

Koska yhdessä kylpyhuoneessa käy monta eri toimijaa ja eri alan ammattilaista, riskit kylpyhuoneen toteutuksessa ovat suuret. Karjarannan Palvelutalojen vaihe 3:n kylpyhuoneessa on 42 eri työvaihetta, jotka ovat esiteltyjä kuvassa 12. Käyntikertojen määrä on kuitenkin todellisuudessa suurempi, koska yksi toimija käy kylpyhuoneessa useita kertoja työtä tehdessä. Taulukossa 1 on listattu tehtävät, joita yhdessä kylpyhuoneessa Kapa 3:ssa tehtiin. Taulukosta puuttuu runkovaiheen toimenpiteet, jolloin paikallavalu holvi laudoitettiin, raudoitettiin, asennettiin viemäröinnit, vesijohto wc-istuimelta altaalle ja lattian sähkölämmitys.

taulukko 1: Kapa 3.n kvlpvhuoneen eritysvaiheet

Kylpyhuoneen eri työvaiheet			
Karjarannan Palvelutalot, vaihe 3			
nro.	tehtävä	nro	tehtävä
	Väliseinä		Laatoitus
1	mittaus ja yläjuoksu	20	kosteusmittaukset, seinä
2	runko ja levy	21	vesieristys, seinä
3	sähkötyöt	22	laatoitus, seinä
4	lv –työt	23	silikoni saumaus
5	iv –työt	24	saumaus, seinä
6	eristys ja tuplaus	25	kosteusmittaukset, lattia
	Betoniseiniä etuputsi	26	lattian hionta ja imurointi
7	piikkaus	27	vesieristys, lattia
8	paikkaus	28	laatoitus, lattia
	Kipsialakatto	29	silikoni saumaus
9	koolaus	30	saumaus, lattia
10	sähkötyöt		Kalustus ja varustelu
11	iv -työt	31	pintavesijohdot
12	sprinkleri työt	32	vesijohtojen maalaus
13	levytys	33	kaluste asennus
	Kallistusvalut	34	sähkökalustus
14	alustan hionta ja imurointi	35	lv-kalustus
15	pohjustusaineen levitys (primerointi)	36	iv-kalustus
16	lattiatasoite (karkea)	37	sprinkler-kalustus
17	lattiatasoite (hieno)	38	varusteet
	Tasoite - ja maalaustyö	39	välioven asennus
18	kipsialakaton tasoitetyöt	40	rst-listojen asennus
19	kipsialakaton maalaus	41	elastiset saumat
		42	loppusiivous

Merkittävä haaste on eri toimijoiden yhteensovittaminen ja aikatauluttaminen. Toimittajan myöhästyminen tai estyminen synnyttää tuotantoon häiriön, joka vaatii aina korjaustoimenpiteitä. Kylpyhuoneiden laatoitus on kriittinen tehtävä palvelutaloprojektissa, sillä jos laatoitustehtävä ei onnistu suunnitellulla aikataululla, voi koko projektin aikataulu lykkääntyä ja luovutus myöhästyä. Tekninen laatu voi olla myös vaikea saavuttaa tiukan aikataulun takia, ehtiikö rakenteet kuivua ennen pinnoitusta. Pystytäänkö kallistusvalut suorittamaan ohjeiden mukaisesti, sopivatko tuotteet keskenään, onko alusta kunnossa ennen valujen suorittamista, jotta ”korokkaamista” ei tapahdu. Hyvällä tuotannonohjauksella ja tarkalla tehtäväsuunnittelulla pystytään ehkäisemään paikalla valmistetun kylpyhuoneen riskit. Tämä vaatii hyvää tieto-taitoa työnjohtajilta ja työntekijöiltä.

5 KUSTANNUSVERTAILU MALLIKOHITESSA

5.1 Kylpyhuone-elementin ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannusarviot

Paikalla valmistettujen kylpyhuoneiden kustannuksien kartoittamiseksi käytettiin Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämiä hintoja ja ohjelmia. Taulukossa 2 on paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannuslaskelma (liite 2). Kylpyhuone-elementtien hankintahinnan muodosti Parmarine Oy:n tarjous elementeistä.

taulukko 2: paikallavalmistetun kylpyhuoneen kustannuslaskelma

KUSTANNUSLASKELMA
Karjarannan palvelutalot, vaihe 3 kylpyhuone

tyyppi	selite	määrä	yks.	h/yks	h	€/h	pl	€/yks	€ yht.
	Asuinhuoneiden WC 2300 x 2200								
	Kipsilevyseinä, k400, ek13, sis. liittymät	21,7 m2	0,4	8,7	24,71		1 2	10,5 3,2	227,85 69,44 297,29
	seinälaatoitus matta valkoinen 150 x 150	18 m2	0,050	1	24,71		1 2 3	1,24 10,00 32,00	22 180 576 778
	väriäinen seinälaatoitus 150 x 150 suihkun tausta	4 m2	0,050	0	24,71		1 2 3	1,24 11,00 32,00	5 44 128 177
	lattialaatta liukueste 100 x 100	5 m2	0,050	0	24,71		1 2 3	1,24 18,00 35,00	6 90 175 271
	holkkajalkalista	8 jm	0,500	4	24,71		1 2	12,36 10,00	99 80 179
	siilikooni sauma seinät / lattia	18 jm					3	3,00	54
	vesieristys seinät	21 m2					3	3,00	54
	vesieristys lattia	5 m2					3	17,90	376
	Kipsilevy alakatto koolauksineen, tasoite ja maalaus	5 m2	0,050	0	24,71		1 3	1,24 33,50	6 168 174
	Gaius tasoallas 1000 x 500 (Väinö Korpinen Oy)	1 kpl	1,000	1	27,33		1 2	27,33 331,01	27 331 358,34
	Gaius kaappi 400x500x1800 6300	1 kpl	1,000	1	27,33		1 2	27,33 355,50	27 356 382,83
	peili 600 x 900	1 kpl	0,500	1	26,36		1 2	13,18 40,29	13 40 53,47
	pyyhekoukku 1907	4 kpl	0,300	1	26,36		1 2	7,91 4,35	32 17 49
	90 asteen tukikahva 600+600 Pressalit Care Algol Pharma Oy	1 kpl	0,300	0	26,36		1 2	7,91 82,00	8 82 89,91
	90 asteen tukikahva 450+450 Hand Rail ABC + suihkupidike RT 600000	1 kpl	0,300	0	26,36		1 2	7,91 141,00	8 141 148,91
	lattialla seisova wc-tukikaide Support Arm 850mm R3016000, lattiateline R9331	1 kpl	0,500	1	26,36		1 2	13,18 180,00	13 180 193,18
	wc-paperiteline kiinnitys Gaius altaan reunaan	1 kpl	0,200	0	26,36		1 2	5,27 6,32	5 6 11,59
	pesuainekorri kr, 290x130 1921	1 kpl	0,300	0	26,36		1 2	7,91 26,07	8 26 33,98
	FB-suihkuverhojärjestelmä ripustus katosta 609601	1 kpl	0,500	1	26,36		1 2	13,18 36,00	13 36 49,18
	korkeussäädettävä suihkuistuin 17371+6522 käsituot	1 kpl	1,000	1	26,36		1 2	26,36 316,79	26 317 343,15
	wc-harjatelinen rst 2147 Hani- Tuote Oy	1 kpl	0,300	0	26,36		1 2	7,91 23,88	8 24 31,79
	WC-tilat yhteensä			21			1 2 3		556 2020 1616 4191

LVIS-töiden kustannukset laskettiin Ratu-kortiston antamien työteholukujen mukaan ja materiaalihinnat haettiin Skanska Oy:n vuosisopimuksista. Sprinkleritöiden osalta haastateltiin sprinkleriasentajaa. Yhden kylpyhuoneen LVIS kustannukset on taulukossa 3 (liite 3). (Ratu G2-0296, Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt, Ratu G3-0297 Ilmastointityöt, Ratu H-0298 Sähkötyöt)

taulukko 3: LVIS kustannuslaskelma

Kustannuslaskelma, LVIS									
Karjarannan Palvelutalot, vaihe 3 kylpyhuoneet									
tyyppi	selite	TYÖ					MATERIAALI		
		määrä	yks.	tth / yks.	h	€ / h	€	materiaali	€ yhteensä
	Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt [tth/bm2]								
	Jako- ja kytkentäjohtot								
	- vesi	5,95	bm2	0,21	1,25	32,00 €	39,98 €	21,60 €	61,58 €
	- viemäri	5,95	bm2	0,05	0,30	32,00 €	9,52 €	31,01 €	40,53 €
	Nousujohtot								
	- vesi	5,95	bm2	0,06	0,36	32,00 €	11,42 €	67,96 €	79,38 €
	- viemäri	5,95	bm2	0,02	0,12	32,00 €	3,81 €	65,64 €	69,45 €
	Vesi- ja viemärikalusteet	5,95	bm2	0,09	0,54	32,00 €	17,14 €	220,07 €	237,21 €
	YHTEENSA			0,43	2,56		81,87 €	406,28 €	488,15 €
	Ilmastointityöt [tth/bm2]								
	-haarakanavat	5,95	bm2	0,11	0,65	32,00 €	20,94 €	8,12 €	29,06 €
	-päätelaitesennukset	5,95	bm2	0,05	0,30	32,00 €	9,52 €	6,98 €	16,50 €
	YHTEENSA			0,16	0,95		30,46 €	15,10 €	45,56 €
	Sähkötyöt [tth/bm2]								
	Putkitukset	5,95	bm2	0,11	0,65	32,00 €	20,94 €	3,50 €	24,44 €
	Kaapeloinnit	5,95	bm2	0,21	1,25	32,00 €	39,98 €	14,70 €	54,68 €
	Rasiakojien asennus	5,95	bm2	0,07	0,42	32,00 €	13,33 €	8,99 €	22,32 €
	Valaisimet	5,95	bm2	0,03	0,18	32,00 €	5,71 €	53,40 €	59,11 €
	Mukavuuslämpö	5,95	bm2	0,01	0,06	32,00 €	1,90 €	54,90 €	56,80 €
	YHTEENSA			0,43	2,56		81,87 €	135,49 €	217,36 €
	Sprinklerityöt								
	-haaraputki	2,1	jm	0,4	0,84	32,00 €	26,88 €	2,86 €	29,74 €
	-päätelaitte	1	kpl	0,3	0,3	32,00 €	9,60 €	137,00 €	146,60 €
	YHTEENSA			0,7	1,14		36,48 €	139,86 €	176,34 €
							LVIS -työt yhteensä		927,41 €
							yleiskulu 12 %		1 038,70 €

Parmarine Oy:n tarkkaa tarjousta kylpyhuone-elementeistä Karjarannan Palvelutaloihin ei saatu. Elementtitehtaalla käydessämme tehtaanjohtaja Jukka Palmanen kuitenkin arvio hinnan liikkuvan 7500 – 8000 € välissä. Kustannusvertailutaulukossa elementtien hankintahintana käytetään 7500 €.

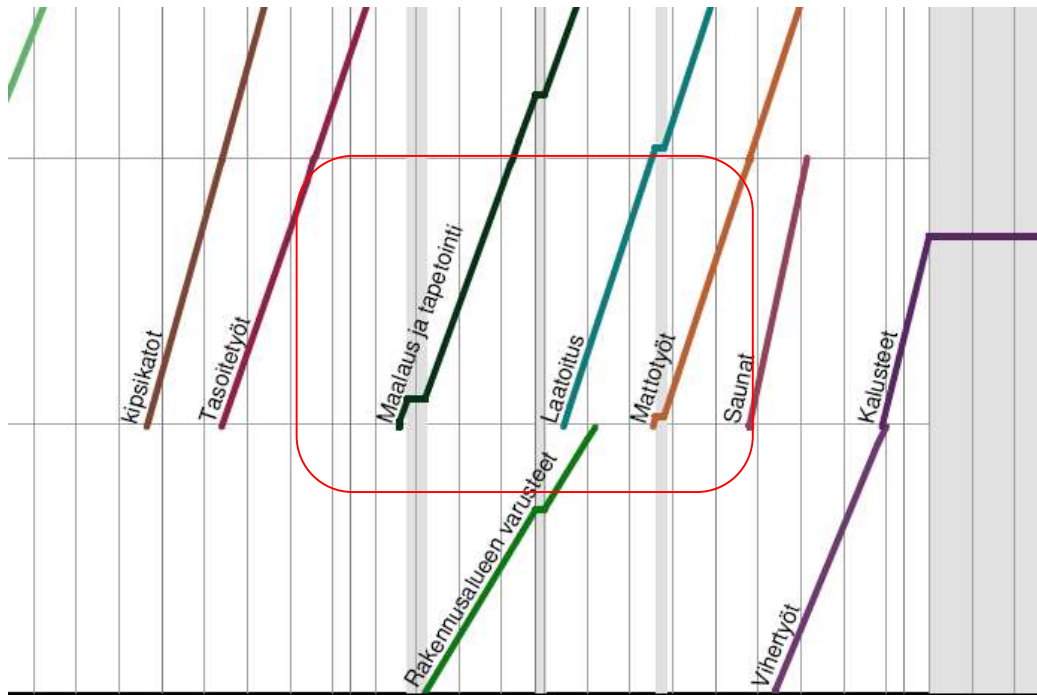
5.2 Aikataulun vaikutus kustannuksiin

5.2.1 Kylpyhuone-elementtien vaikutus aikatauluun

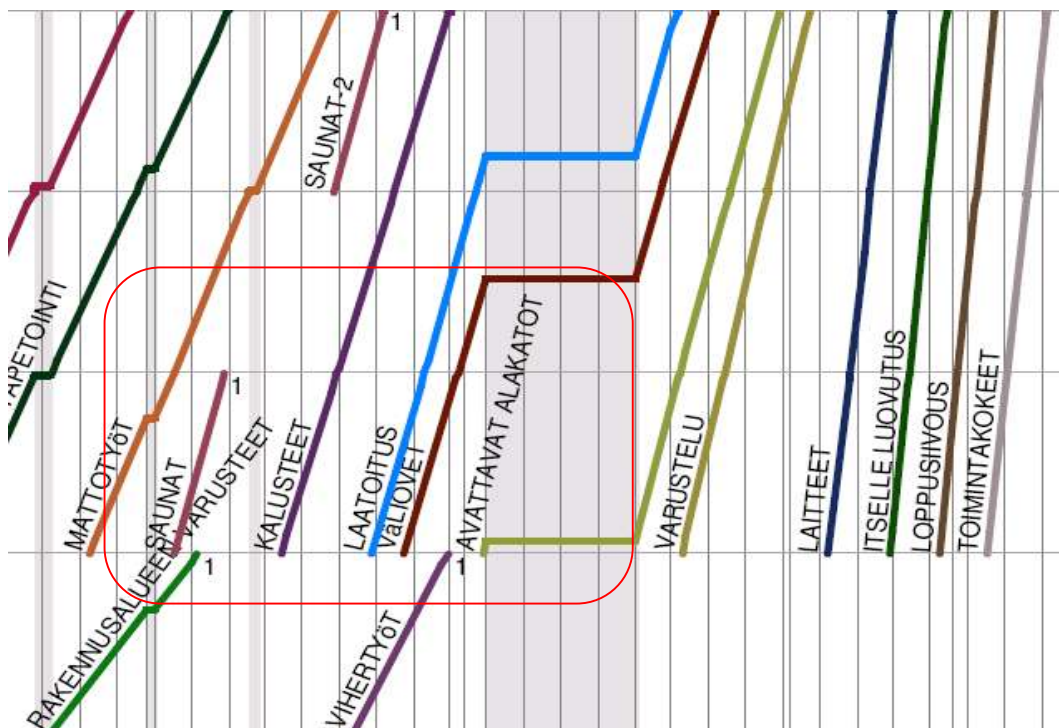
Kylpyhuone-elementit vähentävät rakennusprojektin kestoja, koska kylpyhuoneet ovat sisältä valmiita jo elementtiasennusvaiheessa. Siellä suoritettavien aikataulutehtävien, laatoituksen ja varustelun ajallinen kesto lyhenee huomattavasti niiden massojen vähenemisen myötä.

Kylpyhuoneiden laatoitustyö on kriittinen polku aikataulussa, sillä jos laatoitustyö epäonnistuu, koko projektin aikataulu saattaa viivästyä. Kylpyhuone-elementtien käytöllä laatoitustyö vähenee ja lyhentää työmaan ajallista kestoja. Kylpyhuoneiden laatoitustyö tahdistaa työtä sen tekohetkellä, uutta työvaihetta ei voida alkaa ennen kuin edeltävä työvaihe on valmis. Kylpyhuone-elementtien suuri etu on työmaan keston väheneminen. Valmiiden kylpyhuone-elementtien myötä voi mattoasennus alkaa tasoite- ja maalaustöiden jälkeen kerroksessa ja kalusteasennus seurata mattotöitä. Laatoitustehtävä jää aikatauluun, mutta laatoituksen kokonaisneliömäärästä voidaan poistaa kylpyhuoneiden osuus, joka on ylivoimaisesti suurin. Muita laatoituksia on pesuhuoneissa, pesuloissa, ensimmäisen kerroksen lattioissa ja kalusteiden välissä. Varustelutyövaihe lyhenee myös huomattavasti, koska suuri osa varustelutehtävän massoista kuuluu kylpyhuoneisiin. Palvelutalolle luonteenomaista on sen varustelukokonaisuus, ja se kattaa mm. kylpyhuoneiden, pesuhuoneiden tukikahvat, pidikkeet yms.. Näiden kahden tehtävän määrien vähentämisen ansiosta kohteen valmistuminen siirtyi joulukuun 15. päivästä lokakuun 29. päivään, eli noin seitsemän viikkoa aikaisempaan.

Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä runkoaikataulu päinvastoin kasvaa elementtien määrän kasvun vuoksi. Liitteenä Karjarannan Palvelutalojen vaihe 3 yleisaikataulu, jossa toisessa kylpyhuoneet on tehty paikalla (liite 4) ja toisessa on käytetty elementtivalmisteisia kylpyhuoneita (liite 5). Kuviossa 12 kuva yleisaikataulun laatoitustehtävän alusta, jossa kylpyhuoneet ovat paikalla valmistettuja, mattotyöt seuraavat laatoitustyötä, kun taas kuviossa 13 on kuva yleisaikataulusta, jossa kylpyhuoneet ovat elementtejä. Laatoitustyö tapahtuu vasta mattotyön jälkeen.



kuva 12: kuva yleisaikataulusta, jossa kylpyhuoneet ovat paikalla valmistettuja.



kuva 13: kuva yleisaikataulusta, jossa kylpyhuoneet ovat elementti rakenteisia.

Rakennusajan väheneminen vaikuttaa kohteen kustannuksiin. Työmaan kustannukset ovat litteroitu tavoitelaskelmiin. Tavoitelaskelmassa työmaankäyttö ja

yhteiskustannukset (8-9 kustannukset) ovat kohdistamattomia kustannuksia. Tällaisia kustannuksia ovat mm. työmaan sähkö, vesi, vartiointi ja työnjohtajien palkka. Selvyyteen kylpyhuone-elementtien tuomasta ajan vaikutuksesta työmaankäyttö- ja yhteiskustannuksiin, tulee kustannukset, jotka ovat riippuvaisia ajasta jakaa työmaan kestolla, ja kertoa sillä ajalla, jonka kylpyhuone-elementit säästävät. Taulukosta 4 ilmenee Karjarannan Palvelutalojen vaihe 3:n työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksien väheneminen suhteessa rakennusaikaan (liite 6).

taulukko 4: kylpyhuone-elementtien vaikutus 8-9 litteraan

Kylpyhuone-elementtien vaikutus 8 - 9 litteraan								
Karjarannan palvelutalo, vaihe 3: ssa								
littera	selite	kesto	yks.	€	vähennys	yks.	€ / kk	erotus
	Työmaarakennukset	15	kk	53 940,00 €	2	kk	3 596,00 €	7 192,00 €
	Työnaikaiset asennukset							
	-työmaa puhelimet / isdn	15	kk	2025	2	kk	135,00 €	270,00 €
	-alakeskukset	13	kk	4364	2	kk	335,69 €	671,38 €
	-siirrot ja asennukset	14	kk	5096	2	kk	364,00 €	728,00 €
	Muut siirtokoneet ja työmaan sisäiset siirrot							
	-työmaan muut vaakasiirrot	12	kk	28800	2	kk	2 400,00 €	4 800,00 €
	Sähkö, vesi, polttoaineet, kaasu, kaukolämpö	150000	m3	32644				
	Työnjohto	15	kk	172060	2	kk	11 470,67 €	22 941,33 €
	Työmaatoimisto	14	kk	8120	2	kk	580,00 €	1 160,00 €
	Työmaatilojen hoito	14	kk	4816	2	kk	344,00 €	688,00 €
	Siivous ja raivaus	14	kk	13297	2	kk	949,79 €	1 899,57 €
YHTEENSÄ								40 350,29 €
							Kylpyhuone-elementit	70 kpl
							Säästö / kylpyhuone-elementti	576,43 €

Kylpyhuone-elementtien käyttö pidentää runkovaiheen kestoa, joka vaikuttaa torninosturin vuokra-ajan pidentymiseen. Ratu-kortti 25-0284:n mukaan tilaelementin asentamisen tth / elementti on yksi. Asennusryhmään kuuluu kolme asentajaa, joten asennukseen kuluu aikaa $3/1 = 0,333$ h. T4-ajaksi, eli kokonaisajaksi muutettuna asennusaika 0,333 h, joka kerrotaan $1,2 = 0,4$ h / elementti. Kylpyhuone-elementtejä kohteeseen tulee 70 kappaletta. Kokonaisuudessa kylpyhuone-elementtien asentamiseen kuluu aikaa 28 tuntia eli 3,5 tv (tv = 8 h) ~4 tv. Runkovaihe kestäisi siis 4 tv pidempään. Torninosturin (BPR GT 229) sisäinen Skanskan hinta on 138,55 € / vrk, joten torninosturin vuokra nousisi 554,2 €:lla. Yhtä elementtiä kohden kustannus olisi noin 7,9 €. (Skanska Rakennuskoneen sisäinen hinnasto 2009)

5.3 Muut kustannukset

Paikalla tehtyjen kylpyhuoneisiin hintaan vaikuttavat perinteisen kustannuslaskelman ja aikataulun lisäksi rahdit ja siirrot. Rahtien ja siirtojen kustannuksiin on vaikea määrittää. Ainoa mahdollisuus on arvioida materiaalien siirtoon käytetty aika. Paikalla tehdyssä kylpyhuoneessa päärakennusmateriaalit ovat väliseinien runkotavara, kipsilevy ja mineraalivilla, kipsialakattojen runkotavara ja kipsilevy, lattiatasoiteet, vedeneristys- ja laatoitustarvikkeet, varusteet ja elastiset saumaaineet. Rahdit voidaan laskea näiden rakennusmateriaalien kautta. Yleisesti materiaalit toimitetaan kerros kerrallaan ja yhden toimituksen hinta on noin 50 €. Kerroksessa on 14 asuntoa, joten yhden rahdin hinnaksi muodostuu noin 3,6 € / kylpyhuone. Kylpyhuoneissa suoritetaan 42 eri työvaihetta (ks. taulukko x) ja jokaisella kerralla voidaan arvioida toimijan hakevan tavaraa mennessään kohteeseen töihin. Yhden rakennusmateriaalin siirtoon voidaan arvioida käytettävän aikaa 10 minuuttia kylpyhuonetta kohden. Tuntipalkkana käytetään 15 €/h laskettaessa siirtojen kustannuksia. Muita ns. piilotettuja kustannuksia paikalla valmistetuissa kylpyhuoneissa voi olla, mutta niihin käsiksi pääseminen ja niiden arviointi on vaikeaa.

Kylpyhuone-elementtien hintaan korottavasti vaikuttaa laudoituksen toteuttaminen ja elementin asennushinta. Elementin asennushinta olisi urakkamuotoisessa työssä noin 32 € / elementti ja tarvikkeiden hinnaksi tulisi noin 10 € / elementti. Laudoituksen toteuttaminen liittolevyllä, jonka koko olisi noin 2500x2700 yhdelle kylpyhuone-elementille. Liittolevyn hinta on Skanska Talonrakennukselle 17,8 € / m², eli yhden kylpyhuone-elementin laudoitus maksaisi 120,15 €. (Skanskan vuosisopimukset 2009) Muut kustannukset on koottu taulukkoon 5, jossa kustannukset ovat per yksi kylpyhuone-elementti (liite 7).

taulukko 5: muut kustannukset

Muiden kustannuksien vaikutus yksittäiseen kylpyhuone -elementtiin ja paikalla valmistettuun kylpyhuoneeseen					
Kylpyhuone-elementti					
	€/ yks.	yks.	määrä	yks.	€
tominosturin vuokra-ajan pidentyminen 4 tv:lla [138,55 €/vrk]	7,9	kpl	1	kpl	7,92 €
laudoitus, 2500x2700, liittolevy CS48-36-750 0,9 [17,8 €/m2]	120,15	kpl	1	kpl	120,15 €
asennus	42	kpl	1	kpl	42,00 €
Paikalla tehty kylpyhuone					
siirrot [10 min / siirto, 15 €/h]	2,5	siirto	42	siirto	105,00 €
rahdit (väliseinätavara, kipsialakattotavara, lattiatasoitteet, vedeneristeet ja laatoitustarvikkeet, varusteet, elastiset kitit, yms.) [50 € / 14 huonetta]	3,6	rahti	8	rahti	28,80 €

5.4 Kustannusvertailu

Kylpyhuone-elementin ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannusvertailussa on huomioitu hankintahinnan ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannuslaskelman lisäksi aikataulun tuomat säästöt ja kustannukset sekä muut kustannukset. Taulukko 6:ssa on kylpyhuone-elementin ja paikalla valmistetun kylpyhuoneen kustannukset kerätty yhteen taulukkoon (liite 8).

taulukko 6: kustannusvertailu

Kustannusvertailu			
kustannukset / kylpyhuone			
Karjarannan Palvelutalo, vaihe 3			
Kylpyhuone-elementti		Paikalla valmistettu kylpyhuone	
hankinta hinta	7 500,00 €	kustannuslaskelma	4 191,00 €
8-9 litteran vaikutus	- 576,43 €	LVIS -työt	1 038,70 €
asennus	42,00 €	rahdit	28,80 €
laudoitus: liittolevy	120,15 €	siirrot	105,00 €
tominosturin vuokra	7,92 €		
YHTEENSÄ	7 093,63 €	YHTEENSÄ	5 363,50 €
Kylpyhuone-elementin ja PV kylpyhuoneen erotus		1 730,13 €	
koko kohteen elementtien (70 elementtiä) ja PV kylpyhuoneen erotus		121 109,15 €	
PV kylpyhuoneen % osuus kylpyhuone-elementin hinnasta		76 %	
8-9 litteran % osuus kylpyhuone-elementin todellisesta kustannuksesta		-8,1 %	

Paikalla valmistettu kylpyhuone on kustannuksiltaan 79 % halvempi kuin elementtivalmisteen kylpyhuone. Karjarannan Palvelutalojen vaihe 3:n toteuttaminen kylpyhuone-elementeillä olisi tullut yli 100 000 € kalliimmaksi. Kylpyhuone-elementin hankintahinnan tulisi olla noin 6000 - 6100 €, jotta elementtien käyttö olisi taloudellisesti kannattavaa, eli noin 20 % halvempia. Työmaankäyttö ja yhteiskustannukset vaikuttavat merkittävästi kylpyhuone-elementtien hintaan laskien

yhden elementin hintaa noin 8,5 %, mutta tämä ei kuitenkaan tuo riittävää säästöä, jotta kylpyhuone-elementtien käyttö olisi taloudellisesti perusteltu ratkaisu. Kylpyhuone-elementtien käytön tulisi lyhentää työmaan kestoa noin kuudella kuukaudella, jotta saataisiin työmaankäyttö ja yhteiskustannuksista tarvittava säästö.

Säästö työmaan ajallisessa kestossa voi tuoda taloudellista tulosta pitkällä aikavälillä. Jos Karjarannan Palvelutalojen vaiheet 4-6 toteutettaisiin kylpyhuone-elementeillä ja yhden rakennuskohteen kesto lyhenisi kaksi kuukautta, kokonaisuudessa rakentamisaika lyhenisi kuusi kuukautta. Uusi kohde voitaisiin alkaa kuusi kuukautta aikaisemmin, rakennusprojektien läpikulku-aika lyhenisi, ja useammalta rakennusprojektilta voitaisiin saada enemmän tulosta.

6 TULOSTEN TARKASTELUA

6.1 Tekninen toteuttavuus

Sekä kylpyhuone-elementti että paikalla valmistettu kylpyhuone pystytään teknisesti toteuttamaan laadukkaasti ja hyvin lopputuloksin. Valittaessa kylpyhuone-elementti, suunnittelun ohjaus on tärkeässä roolissa hyvän lopputuloksen takaamiseksi.

Suunnittelijoiden tarvitsee olla tietoisia kylpyhuone-elementin tekniikasta ja siitä, miten pystytään suunnittelemaan hyvä ja helppo tapa toteuttaa elementtien käyttö. Työmaan kanssa tulee myös käydä suunnitelmat läpi ja kerrata mahdolliset ongelmakohdat.

Paikalla valmistetussa kylpyhuoneessa suunnittelu ei poikkea normaalista kohteesta. Työmaan toiminnanohjaus nousee tärkeään rooliin. Työnjohdon ja tekijöiden tieto-taito hyvästä tavasta rakentaa kylpyhuoneet on tärkeää onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. Väärien materiaalien tai työtapojen käyttö voi johtaa isoihinkin virheisiin. Eri toimijoiden aikatauluttaminen ja yhteensovittaminen on kriittinen osa kylpyhuoneiden tuotannosuunnittelua, oikeaan aikaan oikeassa paikassa.

6.2 Taloudellinen lopputulos

Paikalla valmistettu kylpyhuone on kustannuksiltaan huomattavasti halvempi. Kustannusvertailussa kylpyhuone-elementti on 79 % prosentti kalliimpi. Kylpyhuone-elementtien hankintahintojen tulisi laskea noin 20 %, jotta niiden käyttö olisi taloudellisesti perusteltua. Merkittävä vaikutus kustannuksiin tulee työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksista. Kylpyhuone-elementit tuovat säästöä rakennusajan lyhenemisellä 638,61 € / kylpyhuone, joka on noin 8,5 % elementin hankintahinnasta. Kylpyhuone-elementtien kustannuksia lisää laudoituksen toteuttamisen kustannus, asennushinta ja torninosturin vuokra. Paikalla valmistetut kylpyhuoneet ovat huomattavasti halvempia elementteihin verrattuna. Niissä tosin saattaa olla joitain piilotettuja kustannuksia, joita on vaikea etukäteen määrittää.

6.3 Yhteenveto

Kylpyhuone-elementtien tutkimus oli mielenkiintoista ja haastavaa. Työn aloittaminen oli vaikeaa, koska tietoa kylpyhuone-elementeistä ei paljon ollut, mutta paneutumalla asiaan alkoi tietoa löytyä.

Tavoitteet, jotka työlle asetin täyttyi odotetunlaisesti. Työmaalle tuli tehtäväsuunnitelmaa varten osio ja kustannusvertailu elementin ja paikalla valmistetun välillä saatiin mahtumaan yhteen taulukkoon.

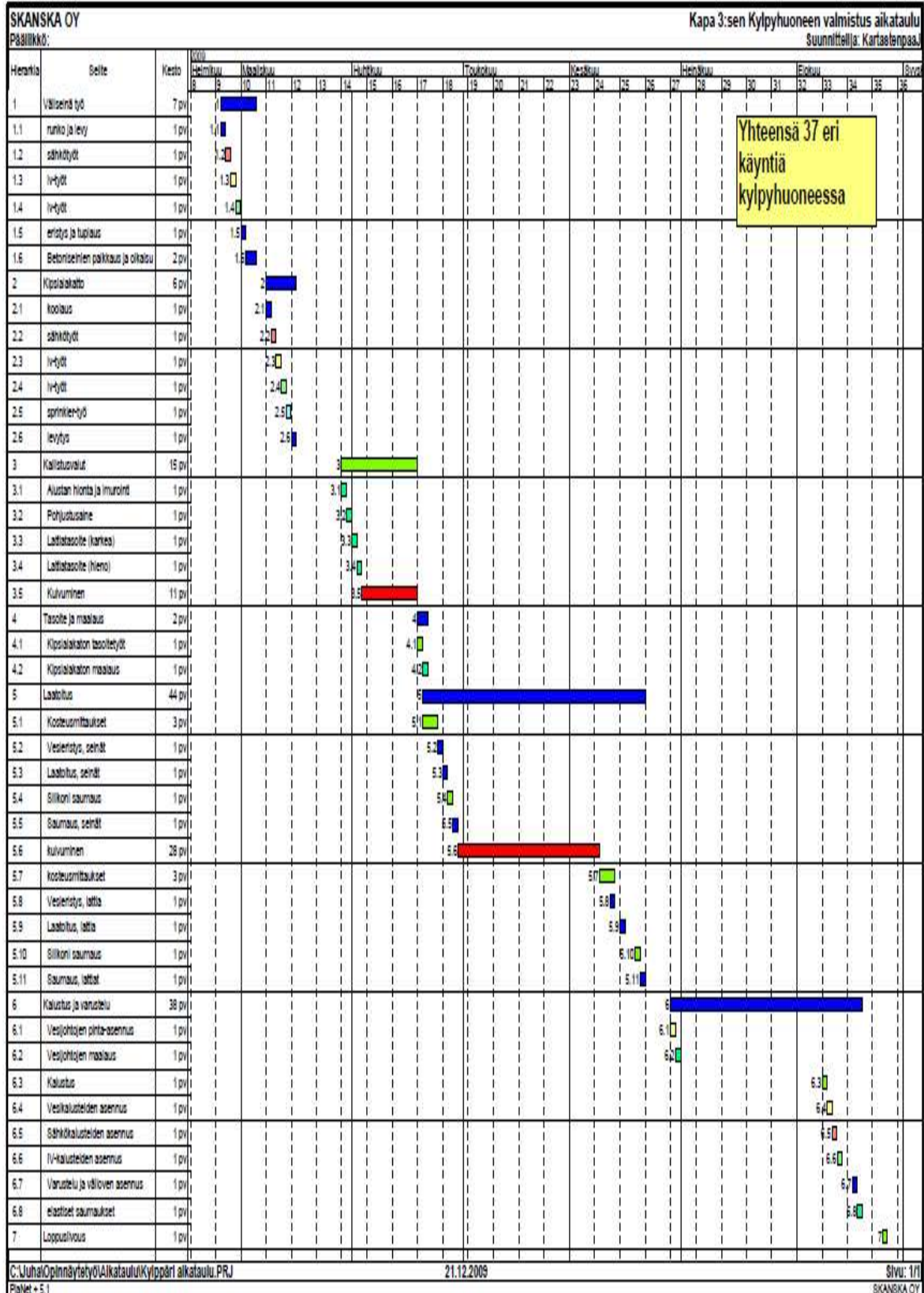
Kuitenkaan yksiselitteistä päätöstä kummankaan puolesta en voi sanoa. Kustannusvertailu puoltaa paikalla rakennetun eli perinteisen mallin kannattamista. Toisaalta voidaan ajatella kylpyhuone-elementtien kuuluvan tulevaisuuden rakentamiseen ja antavan etua urakoitsijalle tulevissa urakkaneuvotteluissa. Pitkällä aikavälillä laskettaessa kylpyhuone-elementit voivat tuoda säästöä. Jos kylpyhuone-elementtirakentamista pystytään kehittämään yhdessä esimerkiksi elementtivalmistajan kanssa, voi se tuoda Skanska Talonrakennukselle kokonaisvaltaisen edun ja vievän rakentamista enemmän teolliseen suuntaan.

LÄHTEET

1. Mittaviiva Oy [www-sivu] saatavissa:
http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/1_4_kasitteet.html#alku_1_4_2
(19.12.2009)
2. Haastattelu: rakennesuunnittelija Juha Junttila, Narmaplan Oy (16.7.2009)
3. Haastattelu: työpäällikkö Kari Sundelin, Skanska Talonrakennus Oy
(23.12.2009, Pori)
4. ARK piirustukset ja työselostus, Karjarannan Palvelutalot, vaihe 3:
pääsuunnittelija Matti Asmala, Arkkitehti Oy Asmala
5. RAK piirustukset, Karjarannan Palvelutalot, vaihe 3: rakennesuunnittelija
Juha Junttila, Narmaplan Oy
6. Skanskan vuosisopimukset 2009
7. Skanska Rakennuskoneen sisäinen hinnasto 2009
8. Ratu-kortisto. Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt, kortti Ratu G2-0296
9. Ratu-kortisto. Ilmastointityöt, kortti Ratu G3-0297
10. Ratu-kortisto. Sähkötyöt, kortti Ratu H-0298
11. Ratu-kortisto. Tilaelementtityö, kortti Ratu 25-0284
12. RT-kortti. Parma kylpyhuoneet, kortti RT G28-37534

LIITTEET

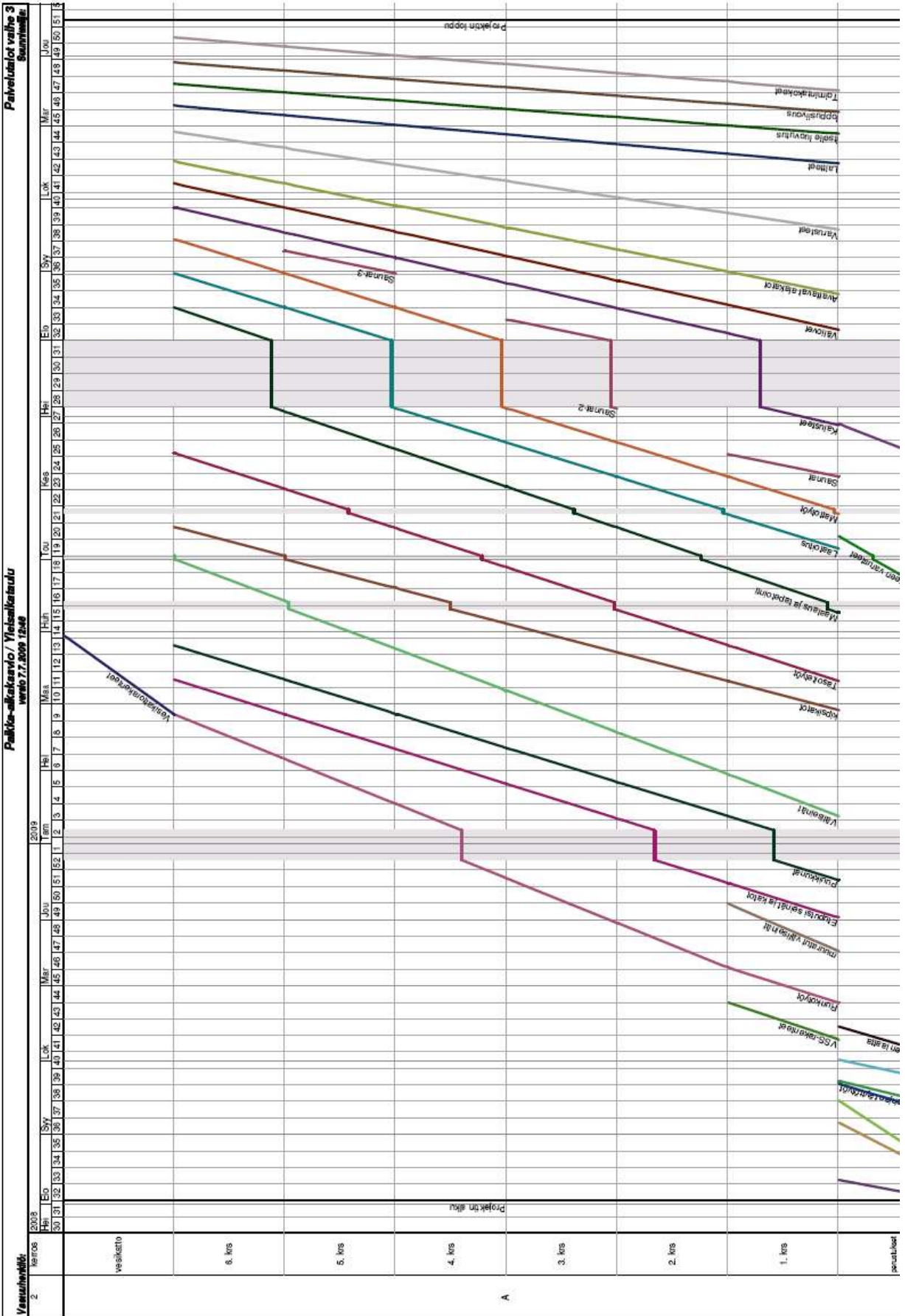
LIITE 1: Yhden kylpyhuoneen valmistusaikataulu, Kapa 3



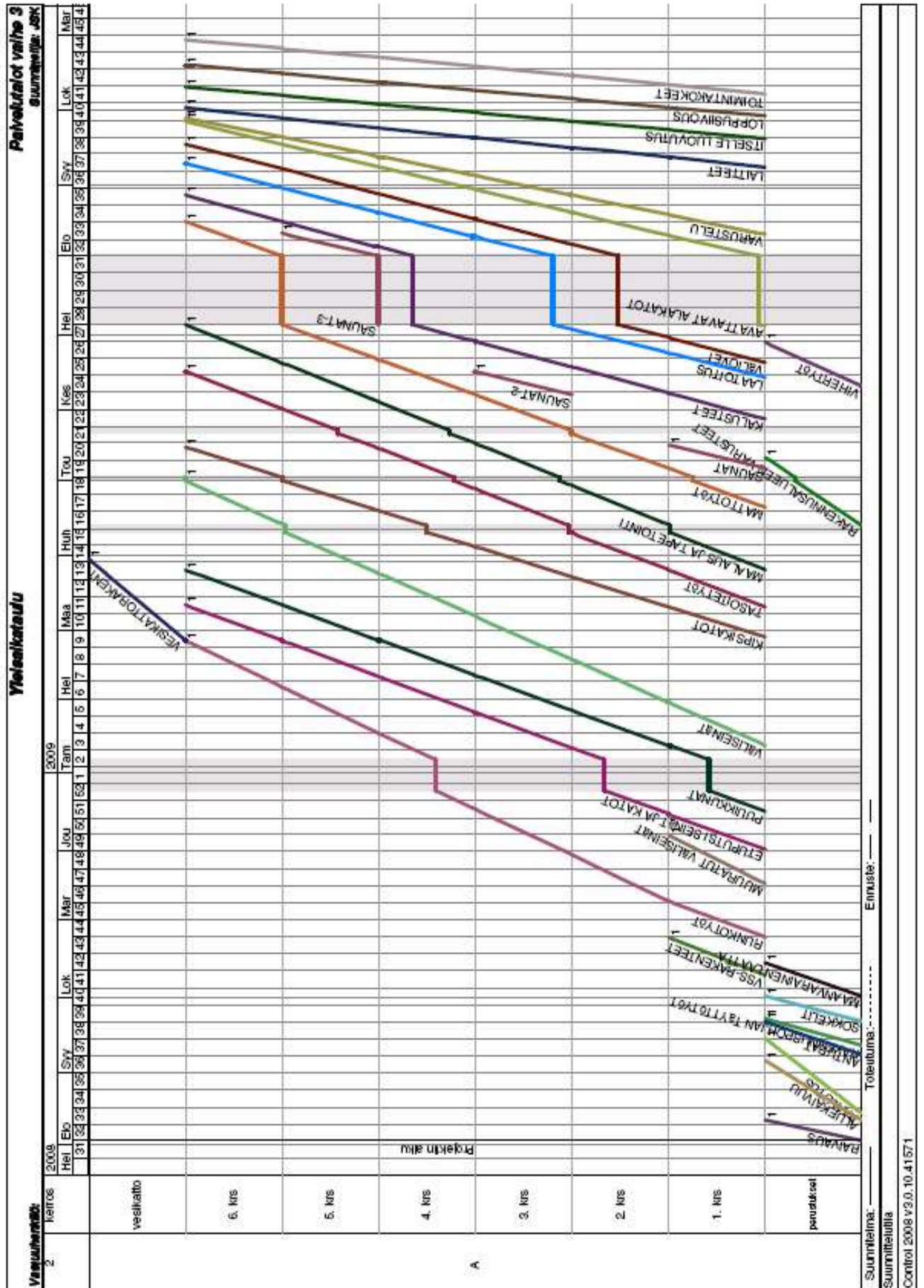
LIITE 3: Paikalla valmistetun kylpyhuoneen LVIS-kustannuslaskelma

Kustannuslaskelma, LVIS									
Karjarannan Palvelutalot, vaihe 3 kylpyhuoneet									
		TYÖ						MATERIAALI	
tyyppi	selite	määrä	yks.	tth / yks.	h	€/h	€	materiaali	€ yhteensä
	Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt (tth/bm2)								
	Jako- ja kytkentäjähdöt								
	- vesi	5,95	bm2	0,21	1,25	32,00 €	39,98 €	21,60 €	61,58 €
	- viemäri	5,95	bm2	0,05	0,30	32,00 €	9,52 €	31,01 €	40,53 €
	Nousujhdöt								
	- vesi	5,95	bm2	0,06	0,36	32,00 €	11,42 €	67,96 €	79,38 €
	- viemäri	5,95	bm2	0,02	0,12	32,00 €	3,81 €	65,64 €	69,45 €
	Vesi- ja viemänkalusteet	5,95	bm2	0,09	0,54	32,00 €	17,14 €	220,07 €	237,21 €
	YHTEENSÄ			0,43	2,56		81,87 €	406,28 €	488,15 €
	Ilmastointityöt (tth/bm2)								
	-haarakanavat	5,95	bm2	0,11	0,65	32,00 €	20,94 €	8,12 €	29,06 €
	-päätelaitteasennukset	5,95	bm2	0,05	0,30	32,00 €	9,52 €	6,98 €	16,50 €
	YHTEENSÄ			0,16	0,95		30,46 €	15,10 €	45,56 €
	Sähkötyöt (tth/bm2)								
	Putkitukset	5,95	bm2	0,11	0,65	32,00 €	20,94 €	3,50 €	24,44 €
	Kaapeloinnit	5,95	bm2	0,21	1,25	32,00 €	39,98 €	14,70 €	54,68 €
	Rasiakojeiden asennus	5,95	bm2	0,07	0,42	32,00 €	13,33 €	8,99 €	22,32 €
	Valaisimet	5,95	bm2	0,03	0,18	32,00 €	5,71 €	53,40 €	59,11 €
	Mukavuuslämpö	5,95	bm2	0,01	0,06	32,00 €	1,90 €	54,90 €	56,80 €
	YHTEENSÄ			0,43	2,56		81,87 €	135,49 €	217,36 €
	Sprinklerityöt								
	-haaraputki	2,1	jm	0,4	0,84	32,00 €	26,88 €	2,86 €	29,74 €
	-päätelaitte	1	kpl	0,3	0,3	32,00 €	9,60 €	137,00 €	146,60 €
	YHTEENSÄ			0,7	1,14		36,48 €	139,86 €	176,34 €
LVIS -työt yhteensä									927,41 €
yleiskulu 12 %									1 038,70 €

LIITE 4: Kapa 3 yleisaikataulu, paikalla valmistetuilla kylpyhuoneilla



LIITE 6: Kylpyhuone-elementin vaikutus 8-9 litteraan



LIITE 7: Muut kustannukset

Muiden kustannuksien vaikutus yksittäiseen kylpyhuone -elementtiin ja paikalla valmistettuun kylpyhuoneeseen					
Kylpyhuone-elementti	€/yks.	yks.	määrä	yks.	€
tominosturin vuokra-ajan pidentyminen 4 tv:lla [138,55 €/vrk]	7,9	kpl	1	kpl	7,92 €
laudoitus, 2500x2700, liittolevy CS48-36-750 0,9 [17,8 €/m2]	120,15	kpl	1	kpl	120,15 €
asennus	42	kpl	1	kpl	42,00 €
Paikalla tehty kylpyhuone					
siirrot [10 min / siirto, 15 €/h]	2,5	siirto	42	siirto	105,00 €
rahdit (väliseinätavara, kipsialakattotavara, lattiatasoitteet, vedeneristeet ja laatoitustarvikkeet, varusteet, elastiset kiitit, yms.) [50 € / 14 huonetta]	3,6	rahti	8	rahti	28,80 €

LIITE 8: Paikalla valmistetun kylpyhuoneen ja kylpyhuone-elementin kustannusvertailu

Kustannusvertailu		Paikalla valmistettu kylpyhuone	
kustannukset / kylpyhuone			
Karjarannan Palvelutalo, vaihe 3			
Kylpyhuone-elementti			
hankinta hinta	7 500,00 €	kustannuslaskelma	4 191,00 €
8-9 litteran vaikutus	- 576,43 €	L/VIS -työt	1 038,70 €
asennus	42,00 €	rahat	28,80 €
laudoitus: liittolevy	120,15 €	siirrot	105,00 €
tominosturin vuokra	7,92 €		
YHTEENSÄ	7 093,63 €	YHTEENSÄ	5 363,50 €
Kylpyhuone-elementin ja PV kylpyhuoneen erotus 1 730,13 €			
koko kohteen elementtien (70 elementtiä) ja PV kylpyhuoneen erotus 121 109,15 €			
PV kylpyhuoneen % osuus kylpyhuone-elementin hinnasta 76 %			
8-9 litteran % osuus kylpyhuone-elementin todellisista kustannuksista -8,1 %			