



SSA Kylpyhuone elementti asennuksen betonitöiden raportointi

Ohjeistus kylpyhuone-elementin betonitöihin

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennusmestari AMK

Syksy 2024

Väinö Heikki-tapio Hesso

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari (AMK)	Tiivistelmä
Tekijä Väinö Heikki-tapio Hesso	Vuosi 2024
Työn nimi SSA kylpyhuone-elementti asennuksen betonitöiden raportointi	
Ohjaaja Sami Niku-Paavo (HAMK) Tommi Heikkilä (SSA)	

Opinnäytetyö käsittelee SSA Rakennus Oy:n kylpyhuone-elementin asennuksen betoni töitä, sekä edeltäviä ja jälkeen tulevia työvaiheita. Tavoitteena oli kerätä tietoa ja esimerkkejä työmaa olosuhteissa. Erityisesti keskityttiin talotekniikka hormiin ja sen palokatkoon sekä akustiseen toimivuuteen.

Tavoitteena oli saada uusille työryhmille ohjeistus kylpyhuone elementin jossa talotekniikka hormi asennuksesta. Hormillisen kylpyhuone elementin asennuksesta ei ollut aiempaa ohjeistusta.

Työ alkaa teoria osuudella, jonka tietoperustana käytetään alan kirjallisuutta ja haastatteluja. Historiaa tutkittiin jotta nähtiin kehityskaari tähän päivään ja mahdolliset jo aiemmin tehdyt vastaavat ratkaisut. Teräsbetoni rakentamisen, ontelolaattojen ja betonielementtien kehityksen on täytynyt saavuttaa tietty taso jotta esivalmisteiset kylpyhuone elementit ovat muodostuneet taloudellisesti kannattaviksi. Samoin edellytyksiä nykyisen kaltaisen kylpyhuone elementin syntymiselle käsitellään historian kautta.

Työohjeen muodostumista käsitellään raportin kautta, jossa käydään lävitse havaittuja puutteita ja edellytyksiä asennuksen onnistumiseksi. Raportissa käsitellään myös hormiin suunniteltua valumuottia ja sen edellytyksiä. Työohjeen noudattaminen antaa mahdollisuuden saavuttaa vaadittu laatu tao kylpyhuone elementin asennuksen betonitöissä.

Vastuu asennuksesta on pääurakoitsijalla tai nimetyllä asennus urakoitsijalla. Ohjeesta huolimatta tulee asennuksessa käyttää ammattitaitoisia asentajia. Suurimpana riskinä on rakenteiden muuttuminen ja päivittämätön työ ohje. Ongelmallisia ovat myös eri työvaiheiden huomioiminen valujen suunnittelussa, näissä tulisi tarvittaessa konsultoida kyseisten työvaiheiden toteuttajia. Mikä voi tiukassa aikataulussa olla mahdotonta ja/tai vaatia ennakkointia.

Avainsanat Kylpyhuone elementti, betoni, (YSA)
Sivut 36 sivua

This thesis main function was to provide work guidelines how to do SSA ltd pre fabricated bathroom elements concrete work during installation of said element. This was done on with examples from real life. Main focus was on technical shaft and its fire- and soundproof requirements.

Technical shaft is a new option for these bathroom elements and didn't have any work guidelines done before now.

Thesis begins with theory part, as basis of this part I use interviews with professionals and professional literature. History of reinforced concrete and how it has been used till today is being told. Reinforced concrete, hollow core slabs and pre fabricated concrete elements have needed to achieve a certain level of modularism for pre fabricated bathroom element to be useful. Pre fabricated bathroom element is also first viewed on how it has reached its current many forms. It is also viewed how sewage and water piping have affected on possibilities how to renovate said old bathroom elements depending on how those pipings have been done. Also structural differences between different prefabricated bathroom elements are slightly shown.

Forming of work guideline is being shown through report. In report found errors are shown in different plans. Report also tells solutions to found problems. Requirements for successful installation are also told. Report delves mainly around technical shaft concrete mold and requirements for it. Obeying work guideline gives work group needed tools to achieve acceptable quality on concrete works around prefabricated bathroom element.

Main contractor or named sub contractor has always the responsibility of installation reaching needed quality, timetable requirements and insuring work safety is always at certain level. Regardless of having work guidelines, it is paramount to use professionals in work described in this thesis. One of biggest risks is structural changes around bathroom element and work guideline has not been updated. Also problematic might be doing work on different timetable or work order than what is done in this thesis. Most importantly whole process of installing bathroom element requires foremans who have anticipated next steps on what to do.

Keywords bathroom element, concrete, work guideline

Pages 35 pages and appendices 13 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Betoni rakentaminen	3
2.1	Yleistä betoni rakentamisesta ja elementeistä	3
2.2	Ontelo rakentaminen.....	5
3	Kylpyhuone-elementti.....	6
4	Modulin suunnitelmat ja yleisdetaljit.....	17
4.1	Havaitut puutteet suunnittelussa.....	18
4.2	Suunnitelmien päivitys	21
5	Asennuksen ja valutöiden toteutus	24
5.1	Nihdinrannan ensimmäiset elementit	25
5.2	Ensimmäisten elementtien asennuksen aiheuttamat muutokset.....	26
6	Pohdintaa.....	32
	Lähteet.....	36

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1	A. V. Acker ja S. Maas Historical development of Hollow Core Slabs.....	5
Kuva 2	Kph elementti asennus länsi Tesoman alueella	9
Kuva 3	Betoni rakenteinen kylpyhuone-elementti 1960-luvulta (Neuvonen 2006, s.185)	9
Kuva 4	Peltiseinä rakenteinen kylpyhuone-elementti 1970-luvulta (Neuvonen 2015, s.79)	11
Kuva 5	Täysbetoni rakenteinen kylpyhuone elementti, USA www.moldtech.es n.d.....	15
Kuva 6	Kevyt teräsranka rakenteinen kylpyhuone-elementti ww.bathsystem.com n.d.	16
Kuva 7	Läpiviennin palokatko toteutus, SSA suunnitelma arkisto	20
Kuva 8	Tekniikka hormin liittymä SSA suunnitelma arkisto.....	22
Kuva 9	Alkuperäinen suunnitelmien mukainen kehys kauluksineen	26

Kuva 10 Asennettu kehys ilman kauluksia.....	27
Kuva 11 Asennettu vaneri ja peltikehys valua varten	28
Kuva 12 Kolo laatan vapaa tila ja vastus	29
Kuva 13 Palokatkon yläpuoli tekniikka hormissa	30
Kuva 14 Haasteellinen ääniloukko valu katossa.....	31
Kuva 15 Tilavampi ääniloukko valu katossa	32

1 Johdanto

SSA Rakennus Oy on suomalainen keskisuuri rakennusalan yritys. Yhtiö on toiminut vuodesta 2013 ja työllistää tällä hetkellä noin 100 rakentamisen ammattilaista. Työntekijöistä noin 80 toimihenkilöitä ja noin 20 timpuria/siivoojaa. Vuonna 2020 liikevaihto oli 51,6 miljoonaa euroa. Kasvua on tämän jälkeen tapahtunut ja yrityksellä on vakaa tilauskanta. Yrityksen liiketoimintaa on neuvottelu-urakka, projektijohto palvelut, kvr-urakointi ja markkinoiden ollessa suotuisat myös oma asunto tuotanto. Yritys rakentaa niin toimitiloja, asuntoja kuin palvelukoteja. Toiminta on pääsääntöisesti uudistuotannossa. Toimitiloissa erikseen mainittava hoivakodit ja niiden toteutuksessa näkyvä pitkä kokemus. Viimeisimpänä lisäyksenä liiketoimintaan on tullut kylpyhuone-elementit. Kylpyhuone-elementtejä on menestyksekkäästi käytetty hoivakohteissa, hotelli rakentamisessa ja asunto tuotannossa.

Tutustuin SSA:n valmistamiin kylpyhuone-elementteihin ja tehtaaseen syksyllä 2022. Tuolloin kiinnostukseni kylpyhuone-elementtiä kohtaan heräsi. Havaitsin toteutuksen ja toiminta mallin olevan laadullisesti huippu luokkaa. Kylpyhuone-elementtien käyttö rakentamisessa on yrityksessä viety pelkkää elementin toteutusta pidemmälle ja otetaan huomioon ratkaisun aiheuttamien muutosten tarve rakentamisen aikataulussa. On havaittu ja koettu kokemuksen kautta tarve mitkä ovat lainalaisuudet elementin käytölle. Tämä kokonaisvaltainen lähestymistapa sai mielenkiintoni heräämään. Asiakkaiden kohdalla tämä tarkoittaa optimaalista ratkaisua projekteissa joissa kylpyhuone-elementin käyttö on kannattavaa. Asiakkaan kannalta oleellisin tieto on valintojen huomattavasti normaalia rakentamisaikatalua aiemmin tehtävät valinnat.

Tuote kiinnosti tekniseltä toteutukseltaan ja asennustavoiltaan joten kyselin kylpyhuone-elementin kanssa toimivilta onko mahdollisia opinnäytetyö aiheita. Sain tehtaan johtaja Sampo Päckilän kanssa käytyä mahdollisia aiheita läpi ja valitsin asennuksen aikaiset betonivalutyöt opinnäytetyön aiheekseni. Aihe oli SSA:lle tärkeä koska kylpyhuone-elementin valutöitä ei kootusti ollut vielä tähän mennessä ollut kootusti ohjeistettu. Samoin kylpyhuone-elementtiin uutena muutoksena tekniikka hormi. Hormi lisäsi valutöiden teknisyyttä ja huomioon otettavien asioiden asioita huomattavasti.

Kysyin aiemmin SSA:n kylpyhuone-elementtien asennusta johtaneiden kokemuksia. Sain melko tarkan kuvan aiemmin tehdyistä ratkaisuista ja syy/seuraus suhteesta valittuihin ratkaisuihin. Kysyin myös muiden valmistajien tuotteita asentaneiden ja työtä johtaneiden kokemuksia. Aikahaarukka näissä oli 1960-luvulta tähän päivään. Näiden kautta ehkä

selvimmäksi tuli elementin muotoutuminen nykypäivänä kiinteämmäksi osaksi rakennusta. Aiemmin se oli ollut enemmänkin erillinen osanen joka on asennettu rakennukseen, aiheuttaen paikoitellen melko hankaliakin kompromisseja loppukäyttäjälle joko käytön tai keston kannalta.

Betoni elementtien suunnittelussa tapahtunut kehitys on mahdollistanut modulaarisen rakentamisen kehityksen, kuten esimerkiksi kylpyhuone-elementin osana rakennetta. 1960-luvulla tehdyillä elementeillä kylpyhuoneet olivat oma rakennelmansa. Nykypäivän modulaarisessa kylpyhuone elementissä täytyy ottaa huomioon palo-, äänikatko suunnittelu eri määräyksien mukaan ja suunnittelu on monipuolistunut huomattavasti. Itsekantavuudesta ehkä tärkein ero nykyiseen on asennus valujen rajapintojen sijainti ja laajuus. Osaltaan tuolloinkin on jouduttu kamppailemaan elementin sijainnin aiheuttamien ongelmien kanssa. Elementin ollessa ulkoseinän vieressä, siitä on aiheutunut nykyisen kaltaisia ongelmia työjärjestyksen ja materiaalivalintojen kanssa. Säädökset ovat toki ajan kuluessa muuttuneet ja ne osaltaan ovat mahdollistaneet nykyisen kaltaisen kylpyhuone-elementin rakentamisen. Samojen asioiden kanssa ovat elementtien suunnittelijat ja asentajat kuitenkin aina työskennelleet.

2 Betoni rakentaminen

Betoni rakentamisen historia itsessään alkoi jo Rooman valtakunnassa. Rooman valtakunnan katoamisen myötä myös tieto betonin valmistuksesta hävisi. Betonin toinen tuleminen tapahtui 1800-luvulla Portlandin sementin keksimisen jälkeen. Betonin vanhimpia käyttökohteita Suomessa ovat taidokkaasti toteutetut portaikot vuosisadan alun kivitaloissa. Portaikot ovat edelleenkin käytössä miltei näissä kaikissa. Ateneumin julkisivun veistokset vuodelta 1866 on myös valettu betonista. (Elementti suunnittelu.fi n.d)

2.1 Yleistä betoni rakentamisesta ja elementeistä

Teräsbetonin ominaisuudet paljastuivat yrityksen ja erehdyksen kautta. Alkuaikoina betoniin lisättiin ilman varsinaista tieteellistä pohjaa teräs vahvikkeita ja toivottiin parasta. Varsinaista teoria pohjaa ei käytännössä ollut lainkaan. Tätä toteuttivat pienet, enemmän käytännön ratkaisuihin suuntautuneet yritykset. Saman aikaisesti käytännön kokeita teräsbetonilla työmaalla teki useampi taho. Oleellista on että alun kehitys tapahtui urakoitsijoiden ja rakentajien toimesta työn ohessa. Vuonna 1887 Matthias Koenen kirjassaan *Das System Monier*, esitti ensimmäistä kertaa kuinka laskea teräs-raudoitus ja terästen sijoittelu rakenteessa. Näin oli teoria ja tieteellinen toteutus tapa saatu laadittua teräsbetoni rakenteiden suunnitteluun. Tämä tapahtui 20 vuotta rakentajien ja urakoitsijoiden tekemän kokeellisen rakentamisen jälkeen. Alkuun kaikki tieto teräsbetonin suunnittelusta ja toteutuksesta oli urakoitsijoiden hallussa. Matthias Koenenin kirjakin perustui yhden teräsbetonin valmistus menetelmän kanssa tehtyyn työhön ja täten oli vain patentin hallitsevien käytössä. Ensimmäiset määräykset, ohjeistukset ja standardit ilmestyivät Euroopassa vasta vuonna 1904. (Forty, 2012 s.17-18)

Betoni rakentaminen mahdollisti aiempaa suuremmat rakenteet, jotka kyettiin toteuttamaan aiempaa nopeammin. Duluth:n satama laiturin runko rakenteet kanavassa Minnesotassa Yhdysvalloissa rakennettiin 1898. Rakennelma vaati 1417 kappaletta tehtaalla tehtyjä betoni elementtejä, painoltaan kuusi tonnia kappaleelta. Halifax:ssa Yhdysvalloissa rakennettiin 1915 valtameri sataman elementteinä 10x6,3x0,25m kokoisia tehtaalla tuotettuja betoni rakenteita. Painoltaan 60 tonnia kappaleelta. Satamaan asennettiin yhteensä 3634 elementtiä. Yhdysvalloissa alun standardointi, suunnittelu ja kehitys noudatti samaa kaavaa kuin Atlantin toisella puolella Euroopassa. Yhdysvalloissa Ernest L. Ransome (kehitti Ransome:n yksikkö järjestelmä:n) ja Unit Construction Company (patentti Unit:n

rakenteelliseen betoni järjestelmään) esimerkiksi veivät alaa eteenpäin mutta järjestelmät olivat patentin hallitsijoiden hallussa. (Peterson 1954 s.10)

Teräsbetonin keksiminen ja sen esittely Pariisin maailmannäyttelyssä vuonna 1900, levitti tiedon betonin käytöstä rungon materiaalina ympäri maailman. Ensimmäinen betonielementtivalimo oli avattu jo vuonna 1891. Siellä valmistetuilla elementeillä toteutettiin Coignet:n kasino Biarritziin. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 15)

Saimaan kanavan rakennustöissä käytettiin tietävästi ensimmäistä kertaa Suomessa sementtiä. Kanava valmistui 1856. Tällöin se tuotiin vielä ulkomailta. Suomen ensimmäinen kotimainen sementti tehdas aloitti toimintansa 1869 Keravan Saviolla. Tällöin alkoi kotimainen betonin valmistus. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 14)

Suomessa ensimmäiset betoniset välipohjat tulivat puisten toteutusten tilalle jo 1920-luvulla. Kantaviin pystyrakenteisiin teräsbetonia alettiin käyttämään laajemmin 1930-luvulla. Urakoitsija Juha Tapanilla oli 1920-luvulla esivalmisteisia betonilaattoja. Alvar Aalto suunnitteli niitä käyttäen Turun Sanomien toimitalon Turkuun 1920-luvulla. Tämä on ollut yhdenlainen elementtirakentamisen esiprojekti, joka ei valitettavasti saanut jatkoa. Yleisin rakennusaine Suomessa betonista tuli 1930-luvulla. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 16)

Suomenkielisten Teknikoiden Seuran Betoniklubi toteutti Helsingin rakennustarkastuskonttorin pyynnöstä ensimmäiset määräykset betoni- ja teräsbetonirakenteista vuonna 1911. Näille oli selkeä tilaus ja tarve kun vuosisadan alussa muutama rakennus sortui jo rakennusvaiheessa. Saksalaisia betoninormeja hyväksikäyttäen loi Suomen Betoniyhdistys betoni- ja teräsbetonirakenteiden määräykset vuonna 1929. Nämä olivat jo valtioneuvoston vahvistamat. 1920-luvulla standardointi työstä vastasivat Suomen Betoniyhdistys ja Suomen Sementinvalmistajain Yhdistys. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 18)

Sotien jälkeen ankara resurssi pula pakotti kokeilemaan erilaisia ratkaisuja. Tiili oli vielä 1940-luvulla vallitseva materiaali. Asuntopula sekä muut rakentamistarpeet alkoivat luoda uskoa siihen ettei perinteinen ennen sotia toiminut toteutustapa kyennyt vastaamaan jälleen rakennuksen haasteisiin. Vuonna 1946 viranomaiset antoivat uudet betoninormit. Tällöin otettiin huomioon sotien aikana varsinkin salpalinja rakennustöiden yhteydessä saavutettu tietämys betonirakentamisesta. Korkeimman luokan betonin valmistuksessa ja käytössä rakentajat veloitettiin käyttämään betonityön valvojia ja suunnittelijoita halutun laadun saavuttamiseksi. VTT (Valtion teknillinen tutkimuslaitos) alkoi kehittämään

rakennustoiminnan rationalisoinnista tarvetta vastaamaan jo vuonna 1944. Tällöin tuli ajatus rakennusosien sarjavalmistuksesta näitä varten tarkoitettussa tehtaassa. Standardointia toteuttivat SAFA (Suomen Arkkitehtiliitto) ja VTT yhteistyössä. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 21)

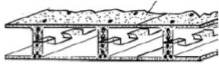
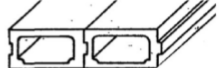




1960-luvulla teollisuuden omasta tarpeesta ja osin ulkopuolisesta kritiikistä johtuen alkoi yhtenäistää tuotannon standardeja sekä mitoitusta. Alkuun saatiin aikaan alalle vakiintunut moduulimitta, 3M (3M= 3desimetriä). Yhtenäinen moduulimitta avasi tietä yhtenäiselle elementti järjestelmälle. Tähän asti oli vielä kilpailtu eri elementti järjestelmien välillä. Mitoituksen lisäksi yhtenäistettiin lisäksi sauma-, kiinnitys- ja rakennedetaljit. Ensimmäinen suomalainen betoni elementti järjestelmä, nimeltään Kantavat seinät. Nimi johtui kantavista seinä rakenteista, asennettuna poikittaissuuntaan rakennukseen nähden. BES-tutkimuksen ansioista esijännitetty ontelolaatta alkoi aikanaan yleistyä ja suunnittelun kehittyessä antoi mahdollisuuden nykyisen kaltaiselle modulaariselle kylpyhuone-elementti rakentamiselle. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 92)

2.2 Ontelo rakentaminen

Ajatus keventää itsekantavia betonilaattoja juontaa juurensa viime vuosisadan alkuun. Useampi eri maalainen keksijä patentoi näkemyksensä aiheesta. Näissäkin alku oli teräsbetonin kaltainen. Jokainen keksijä patentoi oman ratkaisunsa ja kesti aikansa ennen kuin yleinen normisto ja sovitut standardit oli hyväksytty.

Kuvassa eri ontelo ratkaisuja vuosisadan alusta. Nykyäänkin käytössä oleva pyöreä ontelo ratkaisu on ilmestynyt jo ontelo rakentamisen alku aikoina.

Kuva 1 Acker & Maas 2021 Historical development of Hollow Core Slabs

1914	Belgium		A. Martens, Assembled TT-elements [4]
1916	Russia		N. Molotiloff, Interlocking tongue and groove system without cemented joints [5]
1919	Belgium		S. Moysse, Reinforced-concrete units to be laid side by side [6]
1921	Great Britain		F. C. C. Rings, I-shaped concrete units laid side by side to form HC slabs [7]
1926	France		E. Chaumeny Hollow core beams laid side by side [8]
1927	France		Société des applications mécaniques du ciment armé Short assembled hollow core units [9]

Oleellisimpana erona ontelolla verrattuna paikallavalettuun välipohjaan tai täysbetonisella elementillä toteutettuun on paino. Ontelo ratkaisu on huomattavasti kevyempi, vaikka pystyy kantamaan suhteessa huomattavasti raskaamman kuorman. Tämä saavutetaan ontelossa olevilla jännitetyillä teräsvaijereilla ja huomattavasti pienemmällä omalla kuormalla. Nämä vaijerit ottavat onteloon kohdistuvat veto rasitukset vastaan. Onteloa tarkastellessa, havaitaan sen olevan hieman kupera johtuen juuri jännitetyistä vaijereista.

Juuri ontelo rakentamisen yhteydessä pääsevät kylpyhuone-elementin hyödyt parhaiten esiin. Ontelo ja elementti rakentamisen nopea runko-vaihe yhdessä kylpyhuone-elementin kanssa mahdollistaa paikalla tehtyä kylpyhuonetta huomattavasti nopeamman rakentamis aikataulun.

Ontelo- ja kololaattojen kehitys mahdollistaa nykyisen kaltaisen teknisesti yhtenäisen toteutuksen.

3 Kylpyhuone-elementti

Esivalmisteisten osien ja elementtien käyttö on ajatuksena teräsbetonia vanhempi. Kokonaan esivalmisteisista osista koottu rakennus oli Lontoon maailmannäyttelyyn vuonna 1851 valmistunut Crystal Palace. Rakennus oli toteutettu raudasta, puusta ja lasista. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 14)

Kylpyhuone-elementtejä valmistetaan Suomessa useamman eri toimijan tehtaalla. Edut valmis elementeissä on hallittu laatu tehdasolosuhteissa, työmaalla tapahtuvan työn minimointi ja tätä kautta aikataulu hyöty ja hukan minimointi. Aikataulullisesti saadaan

kohteen läpimeno aikaa lyhennettyä koska kuivumis-aikoja märkätilojen osalta ei tule ja moni työvaihe jää kohteessa kokonaan pois. Tehtaassa toteutettuna saadaan hukkaa minimoitua sarja tuotannon kautta. Samoin saadaan keskitettyä ostot ja tätä kautta paremmin kilpailutettua hankinnat. Haasteena on varsinkin ”kovan rahan” kohteissa aikataulu. Kylpyhuoneiden valinnat tulisi olla selvillä jo ennen runkovaiheen aloitusta. Tämä taas tarkoittaa ison osan huoneistoista tulisi olla myyty jo ennen tätä. Tämä vaikeuttaa kylpyhuone-elementin yleistymistä varsinkin gryndi kohteissa. Kph-elementin yleistymistä ovat hidastaneet toteutus tapa ja sen saaminen toimimaan yhdessä rakentamisen aikataulun kanssa jossa huoneistojen valintoja saatetaan tehdä vielä pitkälle runko vaiheeseen. Myös alku aikojen laadulliset ongelmat ja kompromissit ovat aiheuttaneet osittaista maine haittaa. Nykypäivän kylpyhuone elementti on osa modulaarista elementti rakentamista ja osa toimivaa kokonaisuutta.

Vuonna 1970 julkaistu betonielementti järjestelmä BES vakioi betonielementti tyypit ja liitos tavat siten että eri toimittajien elementtejä kyettiin käyttämään samassa rakennuksessa. Tämä kehitys on osaltaan auttanut nykyiden kaltaisen modulaarisen rakentamisen kehittymistä. (Hytönen & Seppänen, 2009 s. 98)

Suomessa kylpyhuone-elementtejä SSA:n lisäksi valmistaa muun muassa Lujabetoni Oy, Parmarine Oy, Karantia Oy, Modello Oy, Flow Modules Oy. Tekninen toteutus vaihtelee betoni laatta pohjaisesta kevyt väliseinäisestä toteutuksesta täysin betonista valettuun ratkaisuun. Rakenteita löytyy jo Suomessa valmistetuissa kylpyhuone-elementeissä useita eri yhdistelmiä.

Edut valmis elementeissä on hallittu laatu tehdasolosuhteissa, työmaalla tapahtuvan työn minimointi ja tätä kautta aikataulu hyöty ja hukan minimointi. Aikataulullisesti saadaan kohteen läpimeno aikaa lyhennettyä koska kuivumis-aikoja märkätilojen osalta ei tule ja moni työvaihe jää kohteessa kokonaan pois. Tehtaassa toteutettuna saadaan hukkaa minimoitua sarja tuotannon kautta. Samoin saadaan keskitettyä ostot ja tätä kautta paremmin kilpailutettua hankinnat. Haasteena on varsinkin ”kovan rahan” kohteissa aikataulu. Kylpyhuoneiden valinnat tulisi olla selvillä jo ennen runkovaiheen aloitusta. Tämä taas tarkoittaa ison osan huoneistoista tulisi olla myyty jo ennen tätä. Tämä vaikeuttaa kylpyhuone-elementin yleistymistä varsinkin gryndi kohteissa. Kph-elementin yleistymistä ovat hidastaneet toteutus tapa ja sen saaminen toimimaan yhdessä rakentamisen aikataulun kanssa jossa huoneistojen valintoja saatetaan tehdä vielä pitkälle runko vaiheeseen. Myös alku aikojen laadulliset ongelmat ja kompromissit ovat aiheuttaneet

osittaista maine haittaa. Nykypäivän kylpyhuone elementti on osa modulaarista elementti rakentamista ja parhaimmillaan osa toimivaa kokonaisuutta.

Suunnittelun onnistuminen ja ajallaan valmistuminen ovat oleellisia kylpyhuone-elementtiä käytettäessä. Koska kylpyhuone-elementti tulee valmiina mukaan lukien talotekniikka, on muutosten tekeminen hankalaa tai liki mahdotonta ilman suuria kustannuksia.

3.1 Historiaa

Ensimmäiset kylpyhuone-elementit ilmestyivät Ruotsissa jo 1950-luvun lopussa. Suomessa ensimmäinen tekijä oli A-Elementti Skånska Cementgjuteriet AB:n mallin mukaisesti vuonna 1963. (Hytönen & Seppänen 2009 s.77-78)

Haastattelin eri aikakausilla kylpyhuone-elementtien kanssa työskennelleitä rakennusalan ammattilaisia. Haastatteluista kävi selväksi ettei elementti ideana ole muuttunut vuosikymmenien saatossa, edelleen sama ajatus työmaalla tapahtuvan työn pienentämisestä on ytimessä.

Elementtien paino on aina ollut ongelmana ja varsinkin kylpyhuone-elementtien kohdalla kokoa ja mahdollisuuksia rajaava tekijä. Alkuun elementit oli valmistettu seinineen betonista. Viemärit olivat valurautaa ja muutenkin tekniikka oli raskasta. Muutoin tekninen toteutus oli lähellä samaa kuin työmaalla paikan päällä tehty kylpyhuone tuohon aikaan. Kuvassa täysin betonisen rakenteen omaavan kylpyhuone-elementin asennus.

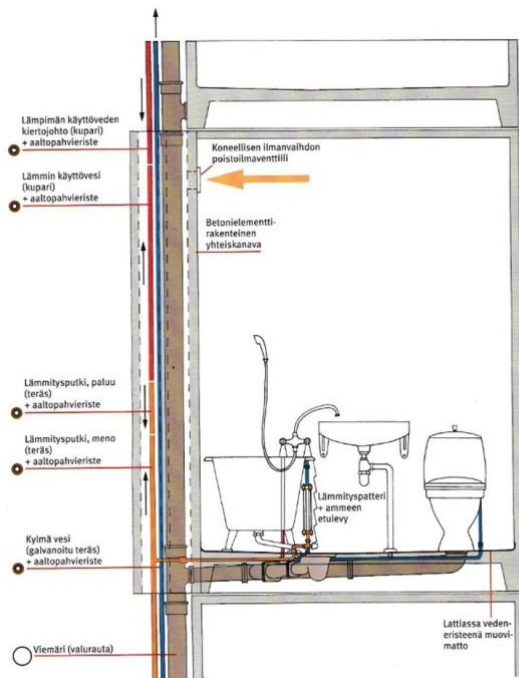
Kuva 2 Kph elementti asennus länsi Tesoman alueella, Tampereen museot
siiri.tampere.fi/public.do



Raskaat ja kosteutta kestävät materiaalit kuitenkin osaltaan autoivat rakennusten ääni maailman tekemisessä asukkaille miellyttävämmäksi. Myös palon leviämisen kannalta täys betoniset rakenteet jotka valettiin kiinteästi kiinni runkoon, olivat palon leviämistä hidastava tekijä.

Leikkaus kuvasta havaittavissa täysin betonisen rakenteen omaavan kylpyhuone elementin ominaisuudet palon ja äänen katkaisussa. Rakenne on yhtenäinen ja joka suunnasta betonin ympäröimänä omaa hyvän eristeen niin äänen kuin palon etenemiselle. Tämä on niin kutsuttu sydän elementti. Alkuun kylpyhuone elementit olivat itse kantavia, ne pinottiin päällekkäin torniksi ja valettiin kiinni kulloisenkin kerroksen välipohjaan.

Kuva 3 Betoni rakenteinen kylpyhuone-elementti 1960-luvulta (Neuvonen 2006, s.185)



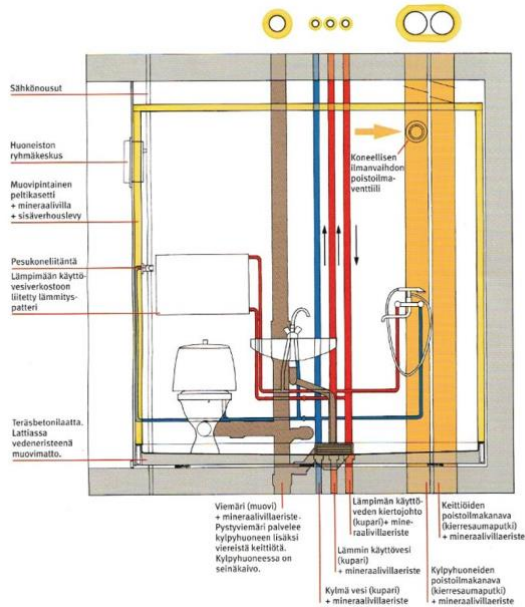
1970-luvulla alkoi kevyempien elementtien tekeminen. Ensimmäisten valmistajien joukossa oli Oy Wärtsilä Ab. Tuotteena oli kompletti-valmiskylpyhuonepaketti, jonka tuotenimi oli Arabia. Elementtien runko oli valmistettu 50mm paksuista kuumasinkityistä muovipinnoitetuista ohutlevykaseteista. Pellistä oli tehty niin seinät kuin kattokin. Tällöin jo talotekniikka tuli elementin kohdalta valmiina. Työmaalle jäi vain elementin vesi/viemäri/lämpöjohto päiden kytkentä. (Neuvonen 2015, 62-182)

Oma kohtaisia kokemuksia näistä peltikylppäreistä on parin kohteen verran ja on todettava että näissä aikoinaan toteutetut ratkaisut tulivat saneeraus vaiheessa kalliimmiksi kuin perinteisemmällä tavalla toteutettujen kylpyhuoneiden saneeraus. Vanhoihin peltikylppäreihin oli huomattavasti hankalampaa toteuttaa nykypäivän vaatimukset täyttäviä talotekniikka ratkaisuja tai vesieristystä. Pahimmillaan ainoaksi ratkaisuksi jää kylpyhuoneen purkaminen seinärakenteita myöden. Tämä luonnollisesti nostaa kustannuksia.

Peltisen seinärakenteen omaavan kylpyhuoneen leikkauskuvassa on havaittavissa siirtyminen betoni laatan tai paikalla valu holvin päälle asennukseen. Rakenne on huomattavasti kevyempi, mutta ääni johtuu tilasta huomattavasti helpommin muihin tiloihin.

Riskialtista seinäkaivoa käytettiin laatan saamiseksi ohuemmaksi ja kynnys koron pitämiseksi pienenä kuin mahdollista.

Kuva 4 Peltiseinä rakenteinen kylpyhuone elementti 1970-luvulta (Neuvonen 2015, s.79)



SSA Rakennus etsi kohteensa Valohotelli kylpyhuone elementeille toteuttajaa vuoden 2018 lopussa. Tarve oli 413kpl elementtiä. Olemassa olevat elementti toimittajat eivät kyenneet tai olivat aikataulullisesti kykenemättömiä toimittamaan halutunlaisia elementtejä. Yrityksessä päätettiin oman tieto taidon olevan riittävää omatoimiseen kylpyhuone elementti tuotantoon. Tiedossa oli sopiva urakoitsija jonka kanssa neuvoteltiin kiinteä kappale hinta. Tästä syntyi lopullinen päätös tuotannon aloittamisesta ja alkoi oman hallin etsintä. Etsinnän jälkeen sopiva halli löytyi tuotannolle Kylänpääntieltä Pietistä Vantaalta. Tuotanto alkoi vuoden 2019 alussa ja Valohotellin elementit oli tehty syksyllä 2019. Tämän jälkeen on jatkettu asuntokohteiden kph-elementtien teolla. (SSA ylempi toimihenkilö 26.5.2023 sähköposti)

3.2 Useampi valmistaja ja toteutustapa

Erot elementtien toteutustapojen välillä tulevat jokaisen itselleen parhaiten nähdystä toteutustavasta ja patenttien suojaamista ratkaisuksista jotka ohjaavat omaa toimintaa sekä tekemistä. Edelleenkin löytyy täysin betonisella rungolla toteutettuja ratkaisuja, peltikasetilla tehtyjä seiniä/kattoja sekä puukoolaus/kipsilevy toteutuksella. Kaikille on yhteistä tietyt rajat ja raamit minkä sisällä muutoksia voidaan toteuttaa. Paino ja laatan paksuus ovat edelleen

rajoittavia tekijöitä elementin koossa. Laatan paksuus vaikuttaa painon lisäksi myös korkoon ja tätä kautta elementin pinta-alaan.

Rakennusmääräysten tiukentuminen ja yhdentyminen on karsinut pahimpia elementtien aiheuttamia erikoisuuksia pois. Vielä 1970-luvulla oli ratkaisuna elementin asentaminen suoraan ontelon/laatan päälle ilman kolousta. Tämä aiheutti märkätila kynnyksen jäämisen pahimmillaan 15 senttimetriä korkeaksi. Samoin betoni rakentamisen taso ei ollut samalla tasolla kuin nykyään. Elementtien toleranssit saattoivat heitellä rajustikin. (Matti Korkeamäki 27.5.2023 haastattelu)

Talotekniikassa elementtien ratkaisut ovat noudatelleet pääsääntöisesti aina samoja materiaaleja ja toteutuksia kuin paikalla rakennetuissakin. Poikkeuksia toki löytyy, seinä lattiakaivot 1970-luvulla. Aika on osoittanut ettei seinä kaivo ollut tekniseltä käyttö iältään yhtä pitkä kestoinen kuin perinteinen lattiakaivo. RT-kortin RT18-10922 (kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot) mukaan seinä kaivon tekninen käyttö ikä on 30 vuotta ja perinteisen lattiakaivon 50vuotta. Kaivo ratkaisu paljastui viimeistään saneeraus vaiheessa ongelmalliseksi.

Kysyin useammalta sukitus remontteja tarjoavalta yritykseltä kommentteja seinä kaivoihin ja muihin normaalista poikkeaviin ratkaisuihin tehtävistä sukituksista sekä näiden haasteista. Laajimmin aiheeseen vastasi Picote Oy:n Joonas Sorvisto:

Seinäkaivojen osalta itse kaivon saneeraukseen ei tällä hetkellä ole ratkaisua olemassa, mutta yleensä alkuperäisessä ratkaisussa tarkistusluukku on sijoitettu siten, että kaivoon ja siihen tuleviin putkiin päästään suhteellisen kivuttomasti käsiksi.

Tällöin kaivoon liittyvät viemärit saadaan sukittua ja kaivon purkuputki sukitetaan – ”kaivo itsessään” jää tosin tällöin ennalleen. Näissä kylpyhuoneratkaisuissa kylpyhuoneen saneeraus on joka tapauksessa ajankohtainen ja tällöin kaivot yleensä muutetaan normaaleiksi lattiakaivoiksi. Tämä toki vaatii hiukan enemmän purkutyötä, kun uusi kaivo viemäreineen täytyy saada lattiaan tai vaihtoehtoisesti lattiaa korottaa. Sukitettuun pystyviemäriin (tai muuhunkin sukitettuun

viemärihajotukseen) voi liittyä uudella viemärillä, eli sen suhteen ei tässä ratkaisussa ole ongelmaa.

Muita ns. erikoisempia kylpyhuoneratkaisuja ei sukutushankkeen näkökulmasta ole Suomessa tullut vastaan, käytännössä tarvitsemme ainoastaan pääsyn viemäriähtöihin, joiden kautta viemärit saadaan saneerattua. Maailmalla haasteita kiinteistöjen sisäpuolella tuo taas rakenteisiin sijoitetut P-lukot, mutta Suomessa meillä on onneksi vesilukot pääsääntöisesti näkyvillä. (J. Sorvisto sähköposti haastattelu)

Talotekniikka vaikuttaa edelleen toteutukseen ja varsinkin betonilaatan osalta. WC-pöntön viemäriin tulee määräysten mukaan olla 110mm halkaisijaltaan.

(Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot, määräykset ja ohjeet, liite 4 Viemäri-laitteiston mitoitusohjeet). Varsinkin lattialämmityksen kanssa tämä muodostuu ongelmaksi koska viemäriin ja lämmitys johdon/putken päällä tulee olla suoja etäisyys välissä. Lisäksi lämmitys kaapelin/putken päällä tulee olla minimivahvuus betonia. Tämä rajaa mahdollisen wc-istuimen sijaintia oleellisesti. Myös suihkukaivon maksimi etäisyys viemäri noususta vaikuttaa laatan paksuuteen. Vaikka elementin paino ei nousisi liian suureksi, muodostuvat tällöin ongelmaksi korot. Elementillä on maksimi paksuus ja jos sitä kasvatetaan liikaa, nousee joko kynnys tai ilmenee tarve ohentaa elementin alapuolella olevaa kantavaa laattaa. Kumpikin on aika haasteellinen toteutettava.

Kylpyhuone-elementtejä valmistavilla yrityksillä on omat ratkaisunsa pohjalaatan toteutukseen. Monella on voimassa olevia patenteja eri työvaiheisiin, joita ovat nähneet kilpailun kannalta oleellisiksi suojata. Huomioitavaa on toimivien pohjaratkaisujen määrä. Kylpyhuone-elementtejä toimittavan tehtaan ei ole tarkoitus tehdä yksilöityjä pohjaratkaisuja jokaiseen kohteeseen. Ei ole kustannus tehokasta suunnitella suurta määrää erilaisia pohjaratkaisuja. Aiemmin mainitut ehdot rajaavat laatan kokoa sekä muotoa ja ehtojen mukaisesti kukin valmistaja tekee omat mallinsa. Tehtaan edut ilmenevät nopeudessa, tasalaatuisuudessa ja lyhyemmässä kohteen läpimeno ajassa. (Timo Turunen, 2016 s. 26) Muussa tapauksessa kustannukset karkaavat yli saavutettujen etujen. Tilaaja saa toki vaikuttaa pinta materiaaleihin.

Nykyään yleistynyt erillisilmastointi myös kerrostalokohteissa on aiheuttanut ilmanvaihtokoneen sijoituksen pääsääntöisesti kylpyhuoneeseen tai muihin märkätiloihin.

Tämäkin voidaan hyvin asentaa tehtaalla valmiiksi ja pääsääntöisesti toimii aikataulullisesti hyvin iv-asentajankin kannalta.

Kylpyhuone-elementti on kooltaan kasvatettavissa sisältämään suihkun, wc-pöntön, pyykinpesukoneen, lavuaarin, LTO-koneen ja muiden perustarpeiden lisäksi myös saunan tai pienen kodinhoitohuoneen kaltaisia ominaisuuksia.

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä SSA:n kph-elementti on betoni laattalla ja kertopuu rungolla toteutettu. Perinteinen toteutus vastaa teknisiltä ratkaisuiltaan paikalla rakennettua kylpyhuonetta. Konsepti on onnistunut toteutuksessa huomioimaan tavallisen kerrostalo asunnon vaatimukset. Mallit on kehitetty, jotta ne ovat muokattavissa tekniikkahormin, LTO-koneen ja pintamateriaalien mukaan asiakkaan toivomalla tavalla.

3.3 Kylpyhuone-elementin kehitys

Kävin läpi kylpyhuone elementtien historiaa ja yleiseksi asennus tavaksi on vakiintunut korkolappujen päälle asennettu elementti. Korkolappujen ja elementin välissä on lisäksi tarpeen vaatiessa äänen johtumista ehkäisemässä kumi. Tavoitteena on ehkäistä askel- tai muiden äänien johtumista alaspäin. Materiaalien kehitys on johtanut elementtien muistuttavan asennuksen jälkeen täysin paikalla rakennettua ratkaisua lattia ratkaisujen osalta.

Aiemmin mainituiden ratkaisuiden takia varsinkin talotekniikassa noudatetaan yleisesti käytettyjä menetelmiä. Ei tehdä riski ratkaisuja kuten seinä-kaivot.

Nykyään suomessa toimitettavat kylpyhuone-elementit pohjautuvat pääosin betoni-laattaan ja kevyisiin seinärakenteisiin jotka liittyvät kantavaan välipohjaan. Kevyissä malleissa voi muualla toteutetuissa malleissa olla lattian vahvuus vain muutaman sentin. Ratkaisujen laaja skaala kertoo modulaarisuuden tarpeesta ja varautumisesta jo suunnittelu vaiheessa rakennuksen mahdollisiin tuleviin käyttö tarkoituksiin. Näihin varaudutaan jo suunnittelu vaiheessa ja rakennus on kykeneväinen nopeassakin aikataulussa muuntautumaan uusiin tarpeisiin. Myös perinteisempään lähestymistapaan kestävämpine materiaaleineen on ratkaisu olemassa. Tulevaisuuden kannalta oleellista on huomioida mahdolliset korjaus, saneeraus tai muutos tarpeet. Näihin varautumisessa ehkä paras keino on pidättäytyä lähimpänä toteutusta joka vastaa paikalla rakennettua toteutusta. Yksilölliset toteutukset kuten seinä kaivo, voivat osoittautua rakennuksen käyttäjälle korjaus vaiheessa huomattavasti kalliimmaksi verrattuna perinteiseen ratkaisuun. Kylpyhuone-elementin

toteutus elementin valmistus kustannukset prioriteettina eivät välttämättä ole asiakkaan kannalta optimaalinen ratkaisu, eikä myöskään ekologisin.

Edelleen niin suomessa kuin ulkomaillakin toteutetaan täysin betonista kylpyhuone-elementtiä. Se on palo- ja äänitoteutukseltaan paras. On myös kosteuden kannalta haastavissa ympäristöissä toimiva ratkaisu. Haastavin ja raskain toteuttaa niin tekniikan kuin rakenteiden osalta.

Kuva 5 Täysbetoni rakenteinen kylpyhuone elementti, USA www.moldtech.es n.d



Rakenteellisista ratkaisuista huolimatta on kylpyhuone-elementtien toimivuus käytössä ja laatu näkyviin jäävillä pinnoilla todettavissa elementtien välillä ei havaittavaksi. Erot on havaittavissa lähinnä tilaajan omien sisustus ratkaisujen aiheuttamiksi. Tietysti rakenteet vaikuttavat muun muassa äänen johtavuuteen muihin tiloihin ja tietyillä rakenne ratkaisuilla toteutettuja kylpyhuone-elementtejä ei välttämättä pysty käyttämään kaikissa kohteissa. Ääni- tai palotekniset ratkaisut voivat rajata kevyt rakenteisimpien ratkaisujen käytettävyyttä. Eri rakenteiden liittymät voivat muodostua myös haasteellisiksi. Suomessa kylpyhuone-elementti toimittajat pitäytyvät pääsääntöisesti rakenteellisesti yhdessä mallissa. Isommilla

markkina alueilla kuten keski-euroopassa on mahdollista valmistajan tehdä useammalla eri rakenne ratkaisulla olevia malleja.

Kuva 6 Kevyt teräsranka rakenteinen kylpyhuone-elementti ww.bathsystem.com n.d



Euroopan Unioni on yhdentänyt myös rakentamisessa käytettyjä määräyksiä. Edelleen kuitenkin maakohtaiset eroavaisuudet rajaavat suomalaisten tuotteiden myyntiä ja ulkomaalaisten tuotteiden tuloa Suomen markkinoille. Suomen pienten markkinoiden ja rakentamismääräysten vaatimukset eivät kannusta ulkomaisia toimijoita muokkaamaan tuotteitaan suomalaisten normien mukaisiksi.

Suomessakin ollaan siirtymässä pelkästä kylpyhuone-elementin toteutuksesta tekemään myös muita tiloja jotka kooltaan ja ominaisuuksiltaan ovat mahdollisia sekä taloudellisesti kannattavia toteuttaa tehtaalla. Näitä ovat muun muassa wc, kodinhoito huone, hotelli huoneet, sauna ja keittiö. Euroopassa toimittajat ovat räätälöineet tila elementti malleja myös vankiloihin ja tarjontaa on kosteiden tilojen osalta käytännössä kaikkiin ihmisen käyttämiin rakennuksiin. Kylpyhuone elementti vaikuttoi olevan ensimmäinen askel kokonaisuudessa

jossa siirrytään valmiiden moduulien kasaamiseen ja mahdollisimman pieneen työmaalla tapahtuvaan sisätyö vaiheeseen.

4 Modulin suunnitelmat ja yleisdetaljit

Jo aiemmin todettiin rakennustekniikan ja talotekniikan kehittyneen. Sama tietysti on vaikuttanut elementti tuotantoon. Määräysten tiukentuminen ja standardien kehittyminen ovat osaltaan nostaneet laatua koko alan keskuudessa. Tämä on myös poistanut suurimmat yli lyönnit kuten aiemmin mainitut yli 10 cm märkätila kynnykset. Tänä päivänä kph-elementit asennetaan pääasiassa kololaatalle ja kynnyksen korko on sama kuin paikallaan tehdyissä kylpyhuoneissa. Huomioitavaa on talotekniikan merkityksen huomioiminen jo hankkeen alkuvaiheessa. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä tulee talotekniset ratkaisut olla mietitty ja suunniteltu loppuun asti jo huomattavasti aikaisemmin kuin paikalla toteutetussa kylpyhuoneessa. Samoin asiakkaiden ja asukkaiden toiveet sekä vaatimukset on jo suunnittelu vaiheessa kattavasti kartoitettava ja sovittava. Tämä nostaa onnistuneen suunnittelun todennäköisyyttä, tilaaja saa haluamansa tuotteen, suunnitelma puutteista johtuvat aikataulu häiriöt vähenevät ja suunnitelma kokonaisuus on valmiimpi toteutukseen siirryttäessä.

Oleellisimmiksi rakentamista koskeviksi määräyksiksi työn kannalta muodostuivat ääntä ja paloa käsittelevät. Ympäristöministeriön asetuksessa (848/2017) paloturvallisuudesta määrätään vaatimukset mikä palokatkojen on kyettävä palon syttyessä saavuttamaan palon leviämisen ehkäisemiseen. Ympäristöministeriö on antanut asetuksen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017). Huomioitavaa on tekniikkahormin sijainti, se kulkee huoneistosta toiseen. Hormin on rakenteen lävistäessään saavutettava niin palo- kuin äänitekniset vaatimukset. Tämä luo omat haasteensa toteutukselle. Erityistä huomiota on myös kohdistettava hormiin myös palokatkon ylä- ja alapuolelle asennettavien kipsilevyjen tiiveyteen. Nämä toimivat erityisesti viemärin äänen-eristyksenä. Palokatkon ja hormin valutöiden on toteuduttava siten, että suunniteltu äänieristys kotelon kipsilevytyksellä on toteutettavissa. Betoni töissä on siis noudatettava betonirakentamisen ohjeistusta sekä samalla saavutettava palo- ja äänitekniset vaatimukset kulloisellekin rakenteelle.

Määräysten lisäksi huomion arvoiseksi yksityiskohdaksi muodostui kosteuden hallinta. Betoni töissä voi olla tarpeellista ottaa huomioon kosteuden hallinta ja sen havainnointi myös valutöiden jälkeen.

Kylpyhuone-elementtejä on SSA:n toimesta valmistettu jo miltei 1000 kappaletta. Yhtenäisen asennus suunnitelman puuttuminen erityisesti tekniikka hormin omaavien elementtien kanssa loi haasteita. Varsinaiset rajapinnat jotka määräävät mitkä ovat ympäröivien rakenteiden vaatimukset ja korot ovat ja tulevat luomaan haasteita vielä valmiiden suunnitelmienkin jälkeenkin. Moduulin ja elementin tulisi kyetä muotoutumaan mahdollisimman joustavasti ympäröiviin rakenteisiin. Haasteeksi muodostuu useamman eri ratkaisun luominen elementin tekniikka hormista. Modulaarisuuden tulisi siis ulottua myös osittain kylpyhuone-elementin toteutukseen ja kyetä tehokkaammin vastaamaan eri kohteiden asettamiin vaatimuksiin.

4.1 Havaitut puutteet suunnittelussa

Aloitin opinnäytetyön tekemisen maaliskuussa 2023 kierroksella tehtaalla. Tuolloin sovittiin aiheesta ja käytiin pintapuolisesti läpi tulevaa. Alustavasti käytiin lävitse hiukan havaittavissa olevia ongelmia. Tällöin käsiteltiin jo havaittavissa olevia haasteita kuten tekniikka hormin ääni- ja palokatko. Alustavasti suunniteltiin hormin kohdalle tapahtuvia betoni töitä ja tarvittavaa muottien tekoa.

Toukokuussa otin yhteyttä seuraaviin työmaihin, jotka tulevat elementtejä asentamaan. Ensimmäisenä kylpyhuone-elementtejä asentaisi As Oy Helsingin Nihdiranta. Sovin työmaan kanssa pidettävästä palaverista. Työmaan kanssa käydyssä palaverissa saatiin listattua hyvin suunnitelma puutteita, jotka suoraan vaikuttavat asennus tapoihin ja menetelmiin. Nämä kirjattiin ylös ja laitoin kokous-kutsun kaikille elementin suunnitteluun ja valmistukseen oleellisesti vaikuttaville tahoille. Viestiin laitoin listan käsiteltävistä aiheista.

Havaittuja puutteita, joita kokouksessa käsiteltiin:

- Palokattojen toimivuus, toteutuvatko palokatkot rakennusvalvonnalle toimitetun suunnitelman mukaisesti.
- Laatan reunavalut, onko tarpeellista ehkäistä valun karkaaminen elementin alle. Alla suunniteltu tyhjä tila äänen vaimennuksen takia, mutta onko se tarpeellinen. Saman paksuisia kerroslaattoja valetaan normaali-toteutuksessa eikä näissä tarvitse tehdä muutoksia äänen takia.

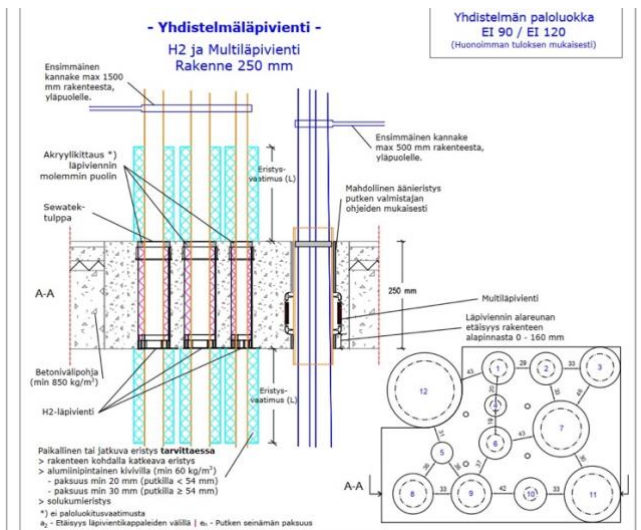
- Laatan jättäminen kumitassujen varaan ”uivaksi” rakenteeksi ja laatassa kiinteänä osana olevan tekniikka hormin valaminen kiinteästi osaksi rakenteita. Toimivatko palo- ja äänikatko toivotunlaisesti koko rakennuksen käyttö iän jos esimerkiksi pyykinpesukone saa elementin elämään ja murtaa tekniikka hormin sekä runkorakenteen välisen liitoksen?
- Suunnitelmien puutteellisuus koskien hormin asennus ja valutöiden toteutusta. Peltisen jatkon käyttäminen muottina tekniikka hormissa. Aiheuttaako pelti ääniongelmia? Muutoin hyväksyttävä ratkaisu? Muutoinkin pellin toimivuus niin jatkossa kuin tekniikka hormissa. Pitäisikö pelti pinnassa olla tartuntoja jotta kaasu-/palo-/äänitiiveys toteutuu?

Osa havainnoista oli syy seuraus suhteisia. Koska hormi palokatkoineen on kiinteä osa kph-elementtiä, on palokatkon korko määrätty myös samalla. Tämän takia ongelmaksi muodostui palokatkon limitys alapuolisen ontelo laatan kanssa. Se ei limity vaadittua 100 mm betonin kanssa koska elementin alapuolta ei valeta ja elementin reunat jätetään alkuperäisessä suunnitelmassa pitkälti valamatta. Tällöin on mahdollista ettei palokatko toimi toivotulla tavalla. Elementtien koron muuttaminen ongelman todettiin mahdottomaksi jo toteutetuissa elementeissä. Kiinteän palokatkon koron muuttaminen on haasteellista, ongelmaksi muodostuu logistiikka. Mikäli palokatkoa laskettaisiin alemmaksi ei olisi mahdollista käyttää tehtaalla käytettäviä elementin siirtoon tarkoitettuja välineitä. Tällöin laatan ja palokatkon pohjan välinen korko muuttuu liian suureksi. Mikäli palokatkon osuutta nostettaisiin muodostuisi limitys betonin kanssa entistä suuremmaksi ongelmaksi. Nämä huomiot puoltaisivat hormivarausta kiinteän toteutuksen sijaan.

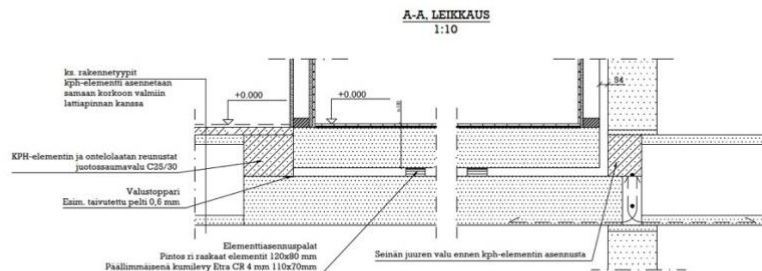
Havaintojen perusteella käydyssä keskustelussa sovittiin uusien suunnitelmien tarpeesta, nimettiin vastuu henkilö ja sovittiin määrä aika mihin mennessä suunnitelma puutteet tulee olla korjattu.

Kuvassa tekniikka hormin palokatko ratkaisu. Hormi palokatkoineen tulee valmiiksi toteutettuna ja kiinteänä osana kph-elementtiä. Kuvasta havaittavissa ettei palokatkon suunnittelussa ollut huomioitu laatan alle jäävää tyhjää tilaa jota alkuperäinen akustinen suunnittelu edellytti.

Kuva 7 Läpiviennin palokatko toteutus, SSA suunnitelma arkisto



Kuvassa vanha toteutus tapa elementin valutöiden detalleista. Havaittavissa elementin asennus kellumaan kumien päälle ja valun pääsyn ehkäisy laatan alle. Tarkoitus rakenteella on ehkäistä askel äänen johtumista alapuolella oleviin tiloihin. Suunnitelmassa ei ollut huomioitu tekniikka hormin vaatimuksia niin ääni- kuin palotekniikan osalta. Suunnitelma toimii ratkaisuun jossa ei ole tekniikka hormia.



Palokatkon ei suunnitelmien mukainen toteutus aiheutui suunnitelma ristiriidasta. Suurin ongelma oli suunnittelun ohjauksessa ja sen kokonaisvaltaisessa johtamisessa. Tekniikka hormin vaatimien suunnitelmien haastavuus tuli ehkä hieman yllättäen. Teknisesti ratkaisut olivat laadittu pitkälle, mutta yhteen sovittaminen ei ollut mennyt kokonaisuutena loppuun asti.

4.2 Suunnitelmien päivitys

Suurin osa ongelmista saatiin ratkaistua selvittämällä elementin tarve olla ”kelluvana” kumitassujen varassa. Koska kylpyhuoneet ovat samassa linjassa toistensa päällä, eivät akustiset vaatimukset ole oleskelu tilan mukaiset. Tällöin oli mahdollista toteuttaa ratkaisut huomattavasti joustavammin. Tämä mahdollisti valamisen myös kylpyhuone-elementin alle ja saavuttamaan palokatkojen toimivuuden kannalta suunnitelmien mukaisen limityksen. Ratkaisu mahdollisti myös kevyt rakenteisen pelti teleskoopin käytön hormin valu muottina. Samoin tällöin äänen johtavuus hormin kautta saatiin poistettua.

Ääniteknistä toteutusta selvitettiin kahden eri ääni suunnittelijan kautta ja suunnitelma havaittiin hyväksyttäväksi. Palokatko suunnitelmaa ei lähdetty muuttamaan ja valu- sekä asennus suunnitelma jouduttiin tekemään sen ehdoilla.

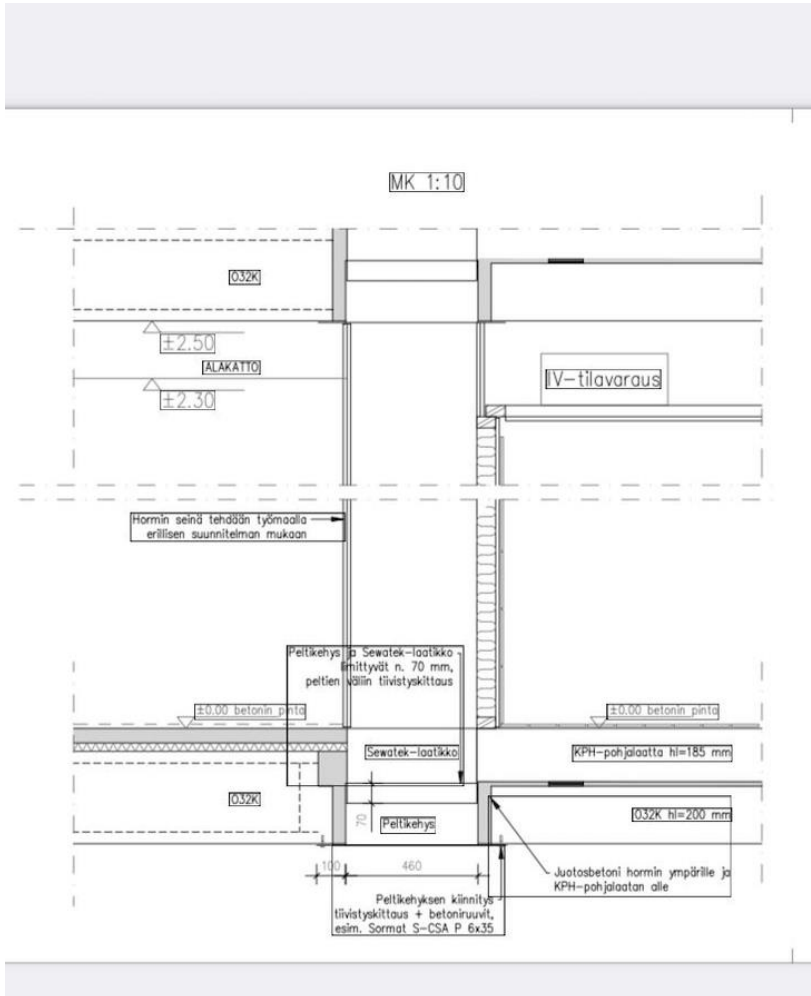
Paloteknisesti ratkaisu saatiin toimimaan, mutta tulee tiedostaa että toteutus toimii kyseisessä kohteessa ja jos olosuhteet tai tilat alapuolella muuttuvat oleskelu tiloiksi joudutaan ratkaisua miettimään uudestaan. Toteutus toimii vain tämän kohteen ehdoilla, muihin kohteisiin joudutaan suunnitelmat päivittämään. Tarvittaessa on mahdollista asentaa alapuoliseen tilan ontelon ala pintaan akustovilla tai vastaava tuote ehkäisemään äänen kulkua. Tässä ratkaisussa voi olla alakaton koron kanssa haasteita. Samoin akustisen levyn asennus muuttaa pinnan rakennetta ja vaatii hyväksynnän.

Koska muotin asennus hormiin todettiin haastavaksi, mietin ratkaisua jonka voi ääni- ja palotekniset seikat huomioiden jättää paikoilleen. Ratkaisu jota ei tarvitsisi purkaa. Suunnittelin peltisen jatkon, peltikehyksen tekniikka hormin palokatkolle. Muotitus tulee hoitaa materiaalilla joka ei vaadi purkamista jälkikäteen. Sijainti ja toteutus vaativat ratkaisun joka pystytään nopeasti ja toimivana toteuttamaan. Työ ajallisesti ei muotituksessa ole mahdollisuutta rakentaa monimutkaista tai paikanpäällä tehtyä muottia. Muotin täytyy olla valmis kappale joka asennetaan paikalleen ja valetaan. Purkamisen pois jääminen edellytti kustannus tehokasta ratkaisua, nopea asentaa, edullinen jotta voidaan jättää paikalleen ja ei vaikuta hormin ääni- tai palotekniseen toimintaan heikentävästi.

Suunnittelin peltikehyksen ja toimitin suunnitelman suunnittelijoille. Suunnitelmat päivitettiin havaittujen tarpeiden mukaisesti. Peltikehyksen kiinnitys miettiin kauluksella ontelon alapintaan. Tavoitteena samalla minimoida ennen seuraavaa työvaihetta tehtävää työtä. Jo tässä vaiheessa tiedostettiin tekniikka hormin alapään jäävän alas lasketun katon yläpuolelle ja tärkeimmäksi jäi hormin kipsilevytyksen onnistuminen jotta äänen johtuminen hormista

saataisiin minimoitua. Levytyksen yläpää tulisi saada tasaiseen pintaan, mikä vähentäisi mahdollisia reikiä kittausessa. Samoin pyrittiin kohdistamaan hormin aukko siten että mahdollisia sivulla olevia aukkoja olisi mahdollisimman vähän.

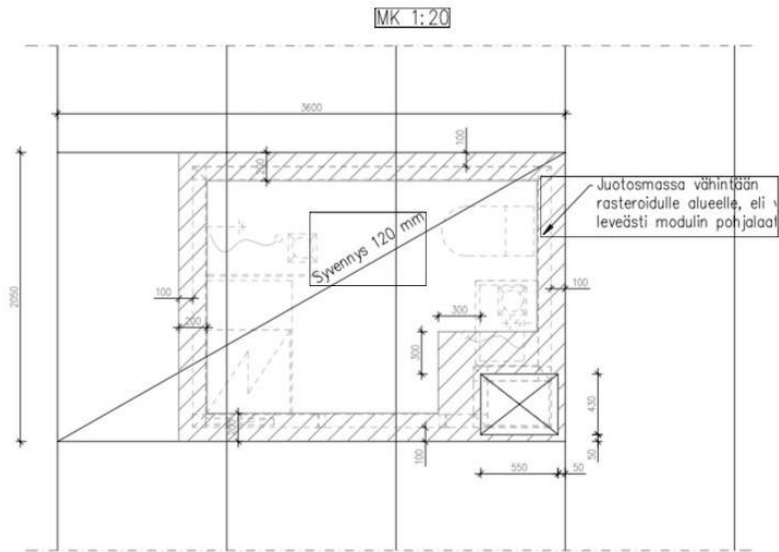
Kuva 8 Tekniikka hormin liittymä SSA suunnitelma arkisto



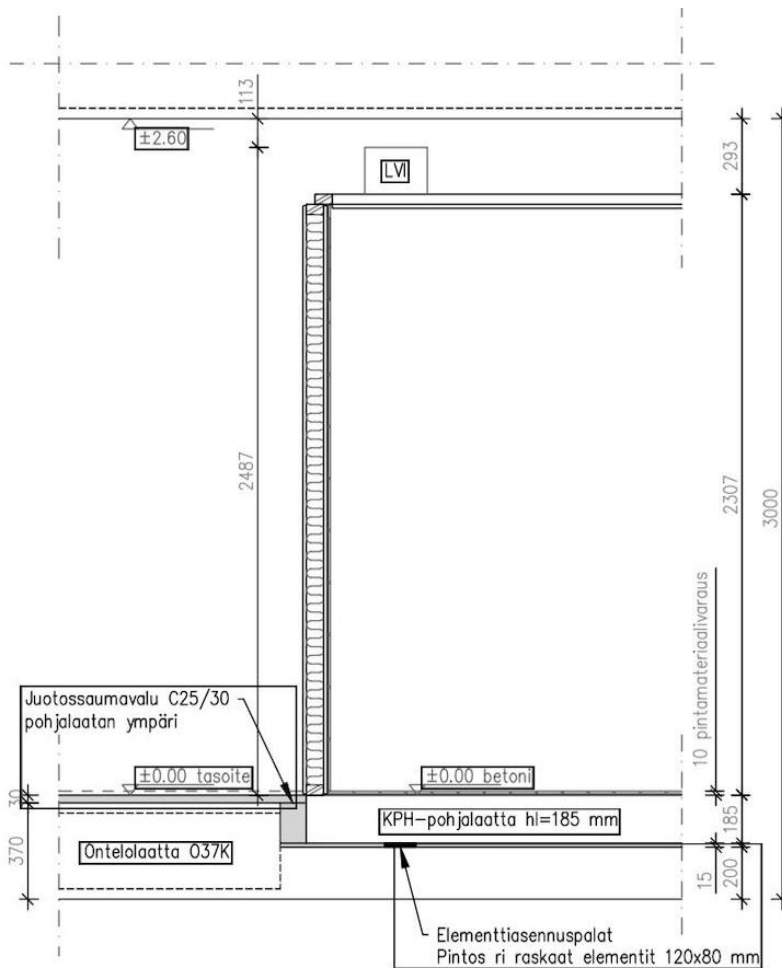
Suunniteltiin kylpyhuone-elementin liitos valusta oma kuvansa, jossa olennaisimpana hormin palokatko elementin piirretty minimi massan peitto alue. Kuvassa kerrotaan minimi

leviäminen laatan alle. Tämä on oleellista varsinkin hormin kohdalla palo- ja äänikatkon vaatimusten saavuttamiseksi.

Kuva 9 Pohjan juotossuunnitelma



Leikkaus kuvassa kerrottu massa tyyppi ja ominaisuudet. Betonin ominaisuudet on valittu tähän kohteeseen ja on mahdollista muuttaa tarpeen vaatiessa. Elementin asennuspalat oli vaihdettu ja pois oli jäänyt kumi osuus laatan ja palan välillä.



5 Asennuksen ja valutöiden toteutus

Työmaalle tilattiin peltiset kehykset läpivienteihin tekniikka-hormeille. Valutöihin valmistauduttiin käymällä suunnitelmaa ja kuvia läpi työmaan toimihenkilöiden ja asentajien kesken. Haasteita alussa loi suunnitelmien ristiriitaisuus ja puutteellisuus. Detaljit saatiin ennen ensimmäistä elementin asennusta kuntoon ja koe versioita päästiin kokeilemaan käytännössä.

Suunnitelmien mukaisia läpivientejä hormille ei onteloissa ollut. Tämä johtui ettei tehdas ollut halukas tekemään suunnitelmien mukaisia aukkoja onteloihin. Aukot olisivat aiheuttaneet ontelon heikkenemisen pisteeseen missä se ei enää laskennallisesti kyennyt kantamaan kylpyhuone-elementin massaa. Saumavalujen jälkeen kanto oli taasen riittävä myös oikean kokoisten aukkojen jälkeen. Tämä tosin aiheutti ylimääräisen työvaiheen asennuksen yhteydessä. Kaikki aukot tuli saumavalujen jälkeen sahata ja piikata oikean kokoisiksi.

Ontelon kantokyvyn huomioiminen tulee jatkossa huomioida työvaiheissa. On mahdollista joissain tapauksissa asentaa kylpyhuone elementti ennen saumavaluja ja tällöin otetaan riski ontelon kantavuuden kanssa.

5.1 Nihdinrannan ensimmäiset elementit

Ensimmäisten elementtien kohdalla tuli ilmi läpivientien kohdalla, ettei huone korkeus anna mahdollisuutta asentaa suunnitelmien mukaisesti läpivientikappaletta alhaalta päin. Tällöin todettiin ratkaisuksi asentaa se kylpyhuone elementtiin elementin asennuksen yhteydessä. Lisäksi tyypillisesti onteloiden reikä varaukset eivät olleet kooltaan ja sijainniltaan suunnitelmien mukaiset. Tämä aiheutti ylimääräistä timantti sahausta ja piikkausta onteloiden ja kylpyhuone elementtien asennuksen yhteydessä. Osin tämän takia päädyttiin mahdollisimman yksinkertaiseen ja muokattavaan läpivienti ratkaisuun. Pelkkään pelti holkkiin läpiviennissä.

Peltiholkkeja tilattiin kahdelta eri toimittajalta. Havaintoni oli ettei ollut kustannus tehokasta tai tarpeellista tehdä tavallista ilmastointi kanavan (0,6mm) pelistä paksummasta metallista holkkeja. Jänne väli on niin pieni ja muotti on joka tapauksessa tuettava sisäpuolelta valua varten. Pohdinnan alle jäi muotin vahvistaminen pökkauksilla. Tämä tosin mahdollisesti kasvattaisi sauman kokoa peltiholkin ja palokatkon välillä. Mikä olisi entistä hankalampi tiivistettävä. Toinen vaihtoehto vahvistukseen on pellin vahvuuden kasvattaminen. Tämä tosin nostaa valmistus kustannuksia, eikä välttämättä poista lisätuennan tarvetta.

Kuvassa ileva ensimmäisen koe erän toinen kaulusversio. Tämä tilattiin peltisissä ilmastointi kanavissa (0,6 mm) käytettävästä pelistä tehtynä. Toinen versio oli 1mm paksuisesta pelistä, eikä omannut jäykkyyttä jättää lisätuet pois. Kuvassa olevat kehykset jouduttiin leikkaamaan pois asennus tavan muutuessa ylhäältä päin asennettavaksi.

Kuva 10 Alkuperäinen suunnitelmien mukainen kehys kauluksineen



5.2 Ensimmäisten elementtien asennuksen aiheuttamat muutokset

Jo ensimmäisten elementtien asennuksen yhteydessä tuli selväksi ettei peltinen kehys ole kauluksineen mahdollista asentaa. Kehys olisi tullut asentaa ala kautta, mutta kylpyhuone elementin ja ontelon alapinnan väliin jäävä tila ei ollut tarpeeksi kehyksen vaatimaan tilaan nähden. Tällöin totesin parhaaksi ratkaisuksi asentaa kehyksen kiinni kylpyhuone-elementtiin elementin asennuksen yhteydessä.

Hormin vaatima tila on enemmän kuin pelkät hormin mitat. Tämä korostui kun aukkoja tehtiin toiseen kerrokseen. Oleellista on saada betonointi onnistumaan palokatko osuuden ympärillä jotta palokatkon vaatimat limitykset toteutuvat. Mitoitusta muutettiin jotta palokatkon ympärillä oli vähintään 20mm tyhjää tilaa johon betonia tulisi. Tämä mahdollistaa jäykemmän massan käytön. Mikä osaltaan nopeuttaa kuivumista. Valun määrä on vähäinen hormin kohdalla, mutta jos samalla valulla tehdään kolo laatan valu kasvaa määrä niin suureksi että täytyy kuivuminen ottaa huomioon. Myös laatan alle tapahtuvan limityksen kannalta olisi suotavaa saada tyhjää kolo laatan ja elementin väliin 20mm. Tämä ei valitettavasti aina onnistu ja tällöin voodaan joutua käyttämään juoksevampaa betonia.

Totesin parhaimmaksi ratkaisuksi teipata peltikehyksen palokatkon kiinni höyrynsulku teipillä. Tämä piti jatkon hyvin paikallaan ja samalla tiivisti sauman tehokkaasti valua varten. Tämä kiinnitys tapa ei myöskään rikkonut palokatkoa vaikka kehys olisi asennuksen yhteydessä osunutkin johonkin.

Kuvassa oleva kehys ilman kauluksia ulottuu noin 150 mm ontelon alapinnan alapuolelle. Tämä ei muodostu ongelmaksi mikäli hormit kohdistuvat toisiinsa suunnitelmien mukaisesti. Tällöin pellin alapuolista osuutta ei tarvitse lyhentää ja se muodostuu hyväksi alustaksi hormin kipsilevyjen kiinnitykseen. Harvoin kuitenkaan näin tapahtuu ja pellin ylimääräinen osuus tulee leikata pois. Tämä oli hyvä suorittaa ennen talotekniikka asennuksia. Peltiholkkia ei voi kohdistaa alapuolisen hormin mukaan. Alapuolisen hormin sijainti voi olla niin eriävä yläpuolisesta ettei talotekniikka asennukset onnistu tällöin ja valun jälkeen joudutaan hormia piikkaamaan. Mahdolliset talotekniikan vaatimat sivuttais-siirtymät tulisi pyrkiä tekemään alakaton sisällä. Tilasin loput kehykset asennus tavan vakiinnuttua ilman kauluksia.

Kuva 11 Asennettu kehys ilman kauluksia



Kauluksettomassa kehyksessä kaulukset korvattiin vanerilla. Tämä saatiin paikalleen elementin ja ontelon väliin pienellä vaivalla. Vaneri todettiin myös muutenkin paremmaksi ratkaisuksi kuin pelti kehys. Vanerin jäykkyyden ollen huomattavasti suurempi ja tällöin jättävän huomattavasti suoremman pinnan valun jälkeen kattoon. Samoin reiän mitoitus ei ollut yhtä tarkkaa, pystyttiin vanerin kokoa kasvattamalla peittämään mikäli tarvetta. Vaneri oli myös uudelleen käytettävissä seuraaviin valuihin.

Kuvassa vaneri ja peltikehys asennettuna ja odottamassa betoni valua. Lopuksi kaikki saumat tiivistettiin vielä uretaanilla vuotojen minimoimiseksi. Käytimme sään kestävä vaneria jotta muotti kestäisi mahdollisimman pitkään.

Kuva 12 Asennettu vaneri ja peltikehys valua varten



Kylpyhuone elementin reuna valua varten toteutettiin myös rauditus ja asennettiin vastus. Jotta voitiin olla varmoja jotta saavutetaan halutut limitykset ääni- ja palokatkojen toimivuuden kannalta, jouduttiin paikoin käyttämään melko juoksevaa betonia. Vastuksella pyrittiin nopeuttamaan valun kuivumista. Elementin valun yhteydessä valettiin kololaatta ja tämä nosti betonin määrän niin korkeaksi että kuivumisen edistäminen nähtiin tarpeelliseksi. Koska rakenteellinen lujuus ei ollut oleellisesti tavoiteltava yksityiskohta kolo laatan reunojen täyttö valussa, pystyttiin valitsemaan betoni joka kuivui mahdollisimman tehokkaasti.

Kuvassa havaittavissa kolo laatan täytettävä alue ja sen syvyys. Kuvassa myös vastus raudoitukseen asennettuna.

Kuva 13 Kolo laatan vapaa tila ja vastus



Kosteuden hallinnan osalta ratkaisevaksi valujen kannalta voi muodostua laatan ala puolinen tila. Koska reunat detaljeissa valetaan kiinni jouduttiin miettimään ratkaisuja kosteuden toteamiseen tai tarvittaessa sen kerääntymisen ehkäisemisen kyseiseen tilaan. Pohdittiin reitin jättämistä suojaputkella, josta olisi pystynyt myöhemminkin tarkastamaan kameralla tilanteen. Tämä ei olisi kaikissa tapauksissa onnistunut koska laatan ja elementin väliin jäävä tila oli niin matala. Päädyttiin ratkaisuun jossa määriteltiin elementin alla olevan ontelon yläpinnan matalin kohta ja mikäli mahdollista porattiin mahdollisimman läheltä kyseistä kohtaa reikä läpi. Tällä tavoin haluttiin minimoida mahdollinen tilaan kertyvä kosteus runko vaiheessa. Reiän sijainnin kannalta oleellista oli myös saada se paikattua umpeen myöhemmin jotta palo- ja äänivaatimukset täyttyvät. Tämä ontelon pinnan muotojen kanssa oli porauksessa määräävät tekijä.

Koska hormin osuus oli kaikissa elementeissä sama, mutta talotekniikan reitti valinnat hormiin tai hormissa ei, aiheutui tästä paikoin ongelmia. Kerrostaloissa pääsääntöisesti vaaditaan niin sanottu ”ääni loukko” valu pysty viemärin ala päähän. Muodostui ongelmalliseksi toteuttaa ääniloukon valu määräysten mukaisesti. Hormin putkien mitoitus ei ollut tarpeeksi väljä valun onnistumiseksi vaaditulla tavalla.

Kuvassa on hyvin havaittavissa hormin tilan ahtaus. Oli pohdinnassa jos palokatkon olisi mahdollista jättää kanava tai reitti alapuolista valua varten. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin

reitit koko ja siten varmistuminen vaaditusta täyttymisestä alapuolisessa muotissa. Toinen vaihtoehto olisi porata reikä yläpuolelta alaspäin ja tätä kautta valaa ääniloukko. Tämä olisi myös mahdollinen toteutetun mallin lisäksi. Tässäkään ei olisi aukon koon rajoittava tekijä palokatko.

Kuvassa havaittavissa viemärin sijainti hormissa ja putkistojen sijainti sekä läheisyys viemäriin nähden. Kokonaisuus loi haasteita ääniloukko valulle ja runkolinjojen sijoitukselle kellarin katossa.

Kuva 14 Palokatkon yläpuoli tekniikka hormissa



Kuvassa havaittavissa ääniloukon aiheuttamia ratkaisuja talotekniikan toteutuksessa. Tämäkin toteutettiin niin sanottuna painelaatikko valuna. Käytännössä on mahdotonta saada valua onnistumaan ettei valmiin valun ja ontelon alapohjan väliin jää tyhjää tilaa. Kuvasta on myös havaittavissa käyttövesi putket jotka jouduttiin jatkamaan tilan puutteen johdosta ääniloukon läpi. Tämä saattaa joissain tapauksissa aiheuttaa ongelmia korkojen kanssa.

Kuva 15 Haasteellinen ääniloukko valu katossa



Kuvasta on havaittavissa viemärin lähdön suunnan, putkien järjestyksen hormissa ja ympäröivän tilan merkitys ääniloukko valun onnistumisessa. Tässäkin on kuitenkin havaittavissa hankalasti toteutettava LV-putkien eristys ja ylimääräiset käyrät jotka on jouduttu asentamaan. Eristys ei tule todellisuudessa olemaan suunnitelmien mukainen hormin nousun kohdalla.

Kuva 16 Tilavampi ääniloukko valu katossa



6 Pohdintaa

Kylpyhuone-elementti tuotanto hakee edelleen samoja taloudellisia hyötyjä mitä on tavoiteltu koko niiden markkinoilla olo ajan. Oli havaittavissa samoja mahdollisuuksia ja riskejä uusissa innovaatioissa kuin menneissä toteutuksissa. Tekniikka hormin mitoitus ja siinä tehdyt kompromissit toteutuksessa sitovat myös tulevaa saneeraajaa. On hyvin todennäköistä että tekniikka hormi avataan rakennuksen käyttö iän aikana vähintään kerran ja mahdollisesti toisenkin. Tällöin on aikaa kulunut useampi vuosikymmen ja tekniikka sekä toteutus tavat kehittyneet. Hormin suunnittelussa olisi siis hyvä ottaa huomioon mahdollisimman muokattava rakenne. Riskit ovat pieniä tällä hetkellä, mutta tulevaisuuden tarpeista ei voi kukaan vielä sanoa mitään. Täysin betoni rakenteiset kylpyhuone-elementit jotka ottivat kannon toisistaan rajasivat tehokkaasti mahdollisuudet kylpyhuoneiden seinien sijainnin muuttamiselle. Näiden etuna on tosin mainittava helpommin toteutettavat tekniikka hormit ja ratkaisut. Jo tuolloin kallis ratkaisu on kuitenkin osaltaan helpottanut toimivan ratkaisun toteuttamista. Nykyisissä kylpyhuone-elementeissä joissa hormin on, täytyy hormin sijoitus ja mitoitus miettiä tarkaan. Hormin tekniikka mitoitetaan yleensä niin tiukkaan kuin mahdollista, hukka tilaa vähentämiseksi. Tämä paikoin hankaloittaa asennusta ja mahdollisesti vie

mahdollisuuden tulevaisuudessa mukata tai lisätä hormin sisältöä tarpeen mukaan. Hormin kasvatus tai uuden reitityksen toteuttaminen voi nostaa kustannuksia huomattavasti. Nykyinen ratkaisu on urakoitsijan kannalta kustannustehokkain onnistuessaan. Olisi hyvä miettiä hormi ratkaisuun mahdollisuus skaalattavuudesta mikäli on nähtävissä tarvetta. Varsinkin kohteissa joissa on todennäköisesti odotettavissa käyttö tarkoituksen muutos käyttö iän aikana, olisi hyvä ottaa tämä huomioon hormin suunnittelussa. Osaltaan tämä saattaa vaikuttaa betonointi työhön ja suunnitteluun. Tarpeen mukaan olisi hyvä pystyä mahdolliselle asiakkaalle ilmoittamaan kyvystä muokata rakennetta tarpeen mukaan tiettyyn pisteeseen. Muokattavuus on tehtaan kannalta hankalaa, mutta moduulin sopiminen suurempaan määrään projekteja kilpailu etu ja laajentaa asiakas kuntaa.

6.1 Hormin tekniikka ja toteutus

Suurimmaksi ongelmaksi muodostui suunnitelmien keskeneräisyys kylpyhuone-elementin jo saapuessa työmaalle. Aikataulut saatiin kuitenkin pitämään ja ilmenneet haasteet ratkaistua. Riskinä asennuksen yhteydessä tehdyillä päätöksillä on ongelmien kertaantuminen myöhemmissä työvaiheissa. Tämän valvominen ja ennakointi syö ylimääräistä aikaa ja resursseja. Elementin kylpyhuone osuus on itsessään hyvin onnistunut ja asennettavissa oleva tuote jonka käyttö perusteltua.

Vajavaisesti suunnitellun talotekniikka hormin aiheuttamat ongelmat eivät puolla kiinteän hormin asennusta elementtiin. Hormin tulisi olla helposti muokattavissa tarpeen mukaan tai hormin osuus tulisi tarvittaessa suunnitella jopa kerros kohtaisesti. Kustannustehokkain ratkaisu jos ääniloukko valu on heti hormin ala puolella, olisi käyttää pelkästään hormi varausta. Liian ahtaaksi suunnitellun hormin toteutus ei helpota aikataulullisesti, vaikka palokatkot olisi toteutettu tehtaalla. Varsinaiset aikataululliset hyödyt jäävät toteutumatta mikäli hormin rakenteita ja suunnitelmia joudutaan työmaalla korjaamaan.

Muokattavuutta olisi hyvä lisätä myös hormin muodossa. Onko tarpeellista ja ainoa ratkaisu kaiken tekniikan nousta elementin yhteydessä ja samassa muodostelmassa. Osaan työn aikana havaituista ongelmista olisi pystynyt vaikuttamaan jos tekniikka olisi sijainnut laajemmalla alueella tai jopa erillisenä elementtinä. Kiinteän palokatkon muokkaaminen erilliseksi kappaleeksi jonka voi asentaa elementin asennuksen jälkeen työmaan valitsemaan korkoon olisi lisäksi helpottava tekijä.

Osaltaan seuraavia työvaiheita hidasti ja vaikeutti suunnitelmien puutteellisuudesta johtuva seuraavien työvaiheiden huomiointi. Tästä mainittavana ääniloukko valu ja taloteknisen

hormin lv-putket. Toteutus oli mahdollinen toisessa kohteessa painevalulla laatikkoon, mutta edelleen toteutus on haasteellinen toimivan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Havaitsin valmiin elementin käytön lisäävän työvaiheiden toteutuksessa useita mahdollisia haasteellisesti toteutettavia kohteita, joissa on riski palo- ja äänimääräysten mukaisten rakenteiden epäonnistumiselle. Näiden välttämiseksi tulisi urakoitsijoiden saada riittävä tieto ja mahdollinen koulutus virheiden välttämiseksi. Asennusten aloittamiseksi olisi malli asennuksen suoritus vaadittava aina ensimmäisen suorituksen kohdalla. Asia tulisi ottaa aikataulua laadittaessa huomioon. Lisäksi aina työryhmän tai tekijän vaihtuessa tulisi malli vaatia uudestaan. Suositeltavaa on kirjata tämä jo sopimukseen.

Asennuksen betonitöiden ohje tulee tarvittaessa päivittää, mikäli työmaalta tulleiden ehdotusten perusteella tehdään muutoksia jotka oleellisesti muuttavat hormia tai ympäröiviä rakenteita.

Oleellinen osa työohjetta oli suunnitella palokatko osuuden jatko kehys. Tähän ei ollut mitään aiempaa ratkaisua ja sain itse pitkälti vaikuttaa materiaaliin ja toteutukseen. Tämä tapahtui melko nopeasti ja mahdollisimman kevyellä ja helpolla ratkaisulla. Lähinnä suurin vaikutin oli saada malli jota pystytään työmaa olosuhteissa tarvittaessa muokkaamaan nopeasti. Mielestäni olosuhteet ja aikataulu huomioon ottaen onnistuin kohtuullisesti. Työmaat hyväksyivät ratkaisun ja käyttivät sitä loppuun asti. Olosuhteet ovat kehyksen muunlaiseen toteutukseen olemassa olevilla koroilla ja tilalla hankalat. Kehystä voidaan vielä jatkossa kehittää eteenpäin ja sen asennusta muokata mikäli olosuhteet muuttuvat oleellisesti. Tällä hetkellä voidaan pyrkiä esimerkiksi kehyksen rakenteelliseen jäykistämiseen jottei mahdollisia valutukia sisäpuolella enää tarvitsisi asentaa.

Kerrostalo kohteissakin alkaa olla yleistä huoneisto kohtainen ilmastointikone. Molemmissa kohteissa joissa tätä työtä tehtiin oli iv-kone asennettu kylpyhuone elementtiin. Tämän lisäksi elementissä oli käytännössä kaikki muukin talotekniikka valmiina mukana, kuten sähkökaappi, lattialämmityksen jakotukit, vesimittarit. Tämä osaltaan helpottaa ja nopeuttaa työmaalla tapahtuvaa työtä, mikäli kaikki menee suunnitelmien mukaisesti. Mielestäni kolmannelle taholle kylpyhuone elementtiä myytäessä tulisi miettiä riskit ja hyödyt näin laajassa toteutuksessa. Vähintäänkin tavaran toimittajat tulisi rajata tehtaan muutoinkin käyttämiin valmistajiin. Useamman eri toimittajan käyttö kasvattaa riskiä erilaisten ratkaisujen tarpeelle myös läpivientien ja palokatkojen toteutuksissa. Tämä osaltaan saattaa luoda tarpeen useammalle eri asennusohjeelle eri materiaalivalintojen välillä, vaikka elementtien väinen ero olisi eri materiaali toimittaja ja tekninen toteutus sama. Elementtiä myytäessä ulkopuolelle olisi hyvä miettiä ollaanko toimittamassa kylpyhuone elementtiä vai

suuntaamassa kokonaisvaltaiseksi talotekniikka toimittajiksi projekteihin joissa elementtiä käytetään.

6.3 Kiitos

Haluaisin kiittää SSA Rakennus Oy:n työmaiden henkilökuntaa ja toimihenkilöitä mahdollisuudesta toteuttaa kyseinen työ yrityksen tuotteesta. Erityisesti haluan mainita As Oy Nihdirannasta Niko Kinnusen, Pavel Drozdovin, Mikko Kytölän, Marko Matveista ja Tiitin asennus ryhmää. As Oy Helsingin Venetsiasta haluan mainita vastaavan työnjohtajan Juuso Sandströmin. Suunnittelussa isona apuna oli Mikko Peltoniemi. Toimiston puolelta ohjaajana oli Tommi Heikkilä jolle kuuluu iso kiitos kirjallisen tuotoksen aikaan saamisesta ja ohjauksesta.

Lähteet

Turunen, T. (2016) opinnäytetyö Rakennustekniikka, Savonia AMK

Neuvonen, P. (2006). Kerrostalot 1880-2000. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustekniikan keskus- säätiö ja Museovirasto. Tampere: Rakennustieto Oy,

Neuvonen, P. (2015) Kerrostalot 1975-2000. Rakennustietosäätiö RTS. Viro: Rakennustieto Oy

Van Acker, A. & Maas, S. (2021). *Historical Development of Hollow Core Slabs* International prestressed hollowcore association <https://hollowcore.org/historical-development-hollow-core-slabs/>

Betoniteollisuus ry, elementti suunnittelu.fi Elementtirakentamisen historia n.d

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

Y. Hytönen & Matti Seppänen, P. (2009) Tehdään elementeistä. SBK-säätiö ja Betonitieto Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Rakennusteollisuus Ry, RT kortti RT18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapito jaksot

Adrian Forty, P. (2012) Concrete and Culture: A Material History. Reaktion Books Ltd, Great Britain

J. L. Peterson, P. (1954) History and Development of Precast Concrete in the United States. Journal of the American concrete Institute USA

