

Tekniikkalaatat ja tekniikkaväliseinät



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät, 2018

Jenni Lehtoranta

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Visamäki

Tekijä	Jenni Lehtoranta	Vuosi 2018
Työn nimi	Tekniikkalaatat ja tekniikkaväliseinät	
Työn ohjaaja	Seppo Aalto	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla tekniikkalaatta ja tekniikkaseinä rakenneratkaisua kolo-ontelolaatta ja perinteiseen hormielementti ratkaisuun. Tekniikkaelementit ovat suhteellisen tuore ratkaisu rakennustuotemarkkinoilla ja ne ovat Parma Oy kehittämät.

YIT Talo Oy(entinen Lemminkäinen Talo Oy) toimii työn toimeksiantajana, sillä heillä on aluekohde, jossa on käytetty molempia rakenneratkaisuja, jota kautta on helppo vertailla niitä keskenään.

Rakenneratkaisut ovat hyvin samanlaisia, jolloin vertailu on hankalaa. Lisäksi tekniikkaelementeistä löytyy hyvin vähän painettua tietoa, jolloin tieto perustuu tekniikkalaatoista ja tekniikkaseinistä tehtyihin opinnäytetöihin ja teema haastatteluihin.

Yhteenvedona työssä päädyttiin kompromissiin, jossa käytetään molempia verrattuja rakenneratkaisuja.

Avainsanat Tekniikkaseinä, Tekniikkalaatta, Hormielementti, Välipohjaratkaisu

Sivut 31 sivua

Degree Programme in Construction Engineering
Visamäki

Author	Jenni Lehtoranta	Year 2018
Subject	Technology floor slabs and technology walls	
Supervisor	Seppo Aalto	

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to compare the structural solution of a technology floor slab and technology wall using a hole cavity slab to the use of traditional flue element. The technology elements are a relatively new structural solution in the construction product market. They have been developed by Parma Oy. The thesis was commissioned by YIT Talo Oy (formerly Lemminkäinen Talo Oy) as they have a regional site that has used both structural solutions, which makes it easy to compare them.

Structural solutions are very similar and thus comparing them is difficult. In addition, there is very little printed information about technology elements. Therefore, information found is based on theses written on technology slabs and technology walls. Information was also found through theme interviews.

Based on the results of the thesis a compromise was reached on utilizing both structural solutions that were compared.

Keywords technology wall, technology slab, flue element

Pages 31 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	RAKENNERATKAISUT	2
2.1	Tekniikkalaatta- ja tekniikkaseinäjärjestelmä	2
2.1.1	Tekniikkalaatta.....	2
2.1.2	Tekniikkaseinä	3
2.1.3	P27R-ontelolaatta.....	5
2.1.4	Suunnittelu	5
2.2	Ontelokololaatta ja perinteinen hormielementtijärjestelmä	8
2.2.1	Ontelolaatta ja kolo-ontelolaatta	8
2.2.2	Perinteinen hormielementti.....	9
2.2.3	Suunnittelu	12
3	ASENNUS	13
3.1	Ontelokololaatta- ja talotekniikkahormijärjestelmä.....	13
3.2	Tekniikkalaatta ja -seinäjärjestelmä.....	18
4	KUSTANNUKSET	21
4.1	Tekniikkalaatta ja tekniikkaseinä	21
4.2	Kolo-ontelolaatta ja perinteinen hormielementti	22
4.3	Tilasäästöt	22
5	HAASTATTELUT	24
5.1	Materiaalitoimittaja	24
5.2	Vastaava työnjohtaja.....	25
5.3	Asennusurakoitsija	26
5.4	Haastattelujen vertailu.....	27
6	VERTAILU	27
7	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä YIT Talo Oy:n (entinen Lemminkäinen Talo Oy) asuntolinjan yksikön kanssa. Parma Oy on kehittänyt talotekniikkaelementit eli tekniikkalaatan ja -seinän ja niiden kanssa käytettäväksi P27R-ontelolaatan. Opinnäytetyössä käytetään termiä talotekniikkaelementit, kun puhutaan molemmista, tekniikkalaatasta ja talotekniikkaseinästä, yhtäaikaaisesti. YIT Talo Oy:llä on rakenteilla pienimuotoinen aluekohde, joka pitää sisällään yhteensä neljä taloyhtiötä, seitsemän pistekerrostaloa ja LPA-alueen omaavan tontin.

Tässä ensimmäisessä taloyhtiössä, joka valmistui vuonna 2017, käytettiin ensimmäistä kertaa pääkaupunkiseudulla tekniikkalaatta- ja -seinäyhdistelmää. Tämän kohteen elementtiasennukset tapahtuivat vuonna 2016. Tästä rakenneratkaisusta kerättiin tietoa talteen. Seuraavassa ja sitä seuraavassa kohteessa ei käytetty tekniikkaelementtejä, vaan perinteistä hormielementtiä ja kolo-ontelolaattaa. Tämä viimeinen ja ensimmäinen kohde vastaavat lähestulkoon toisiaan, minkä takia niitä on hyvä verrata.

Työn tavoitteena oli pohtia kerätyn tietojen perusteella, olisiko tästä mahdollisesta rakenneratkaisusta oikeaa kilpailijaa kolo-ontelolaatoille ja perinteiselle hormielementille. Tätä asiaa vertailtiin kustannusten ja työmaan näkökulmasta sekä teknillisten asioiden avulla. Tarkoituksena oli saada kokonaisvaltainen kuva rakenneratkaisusta.

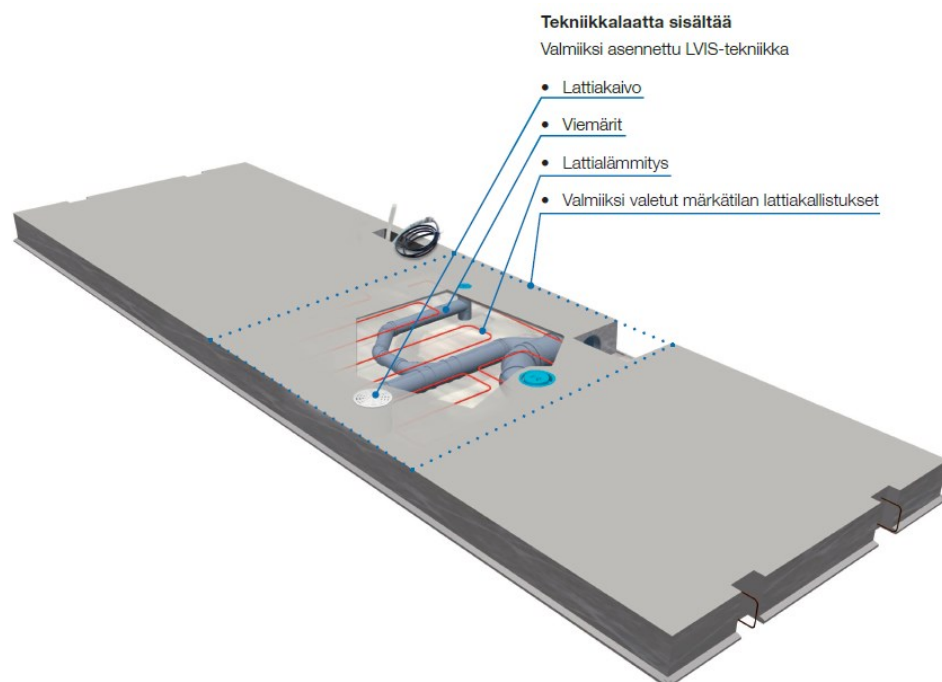
2 RAKENNERATKAISUT

2.1 Tekniikkalaatta- ja tekniikkaseinäjärjestelmä

Tekniikkaelementit ovat Parma Oy:n kehittämä ja patentoima tuoteperhe, joka pitää sisällään tekniikkalaatan, tekniikkaseinän ja P27R-ontelolaatan. Nämä yhdessä muodostavat välipohjaratkaisun, jonka tarkoitus on helpottaa, nopeuttaa ja vähentää työmaalla tapahtuvia työvaiheita. Kyseessä on suhteellisen uusi tuote rakennusmarkkinoilla. Tähän ratkaisuun sisältyvät tuotteet ja tarvittava suunnittelu laatastosuunnittelusta elementtisuunnitteluun sekä LVIS-installaation sovittaminen elementteihin. Molemmilla tuotteilla on VTT:n myöntämä tuotesertifikaatti. Ensimmäiset yhdessä toteutetut kohteet on tehty vuonna 2011. Tekniikkalaattaa on käytetty ennen tätä jo aikaisemmin.

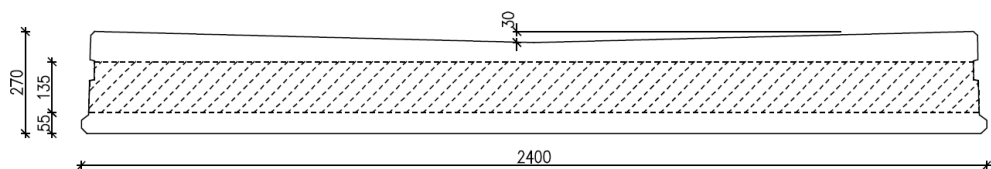
2.1.1 Tekniikkalaatta

Tekniikkalaatta on kantava jännitetty massiivilaattaelementti, joka niimensä mukaisesti sisältää tarvittavan LVIS-installaation eli viemäriputket, lattiakaivot, käyttövesiputkien suojaputket, lattialämmityskaapelit tai -putket, sähköputkivaraukset ja mahdollisesti tarvittavat, laatan alapuolella sijaitsevat sähkörsiat. Kuvassa 1 on havainnollistettu LVIS-installaation sijoittamista tekniikkalaattaan. Lisäksi tehtaalla tehdään laatan pintaan valmiiksi kaadot, jolloin tämän tekeminen jää pois työmaalla tehtävistä työvaiheista. Laatan tarkoitus on sijaita rakennuksessa niissä kohdissa, joissa tarvitaan välipohjassa LVIS-installaatiota, eli märkätiloissa, saunoissa ja keittiöissä.



Kuva 1. Periaatekuva tekniikkalaatasta (Parma Oy 2012a, sivu 3).

Tehtaalla jätetään tarvittavat varauskolot, jotta talotekniikka pystytään elementtiasennuksen jälkeen kytkemään toisiinsa. Näiden täyttövalujen jälkeen tekniikkalaattaelementti on valmis pinnoitukselle, kunhan suhteellinen kosteus on riittävän alhainen. Tehtaalla merkitään valmiiksi kosteusmittauspaikat, jotta mittaus ei vahingoita elementin sisällä kulkevia LVIS-installaatiota. Itse tekniikkalaatalla voi olla maksimissaan leveyttä 2400 millimetriä. Korkeutta sillä on 270 millimetriä, ja maksimijänneväli on noin 9,5 metriä. Tarvittaessa tekniikkalaattoja voidaan asentaa rinnakkain: tällöin täytyy vain olla erityisen tarkka, etteivät laatat toisiinsa nähden. Laskennallisena painona käytetään 680 kg/m^2 . Se toimii osana välipohjarakennetta P27R-ontelolaattojen kanssa, jotka on suunniteltu käytettäväksi tekniikkalaattojen kanssa. Alla olevasta kuvasta pystytään havainnoimaan, mille alueelle vaakana menevä talotekniikka voidaan sijoittaa. Lisäksi kuvassa on havainnollistettu lattiakaadot.

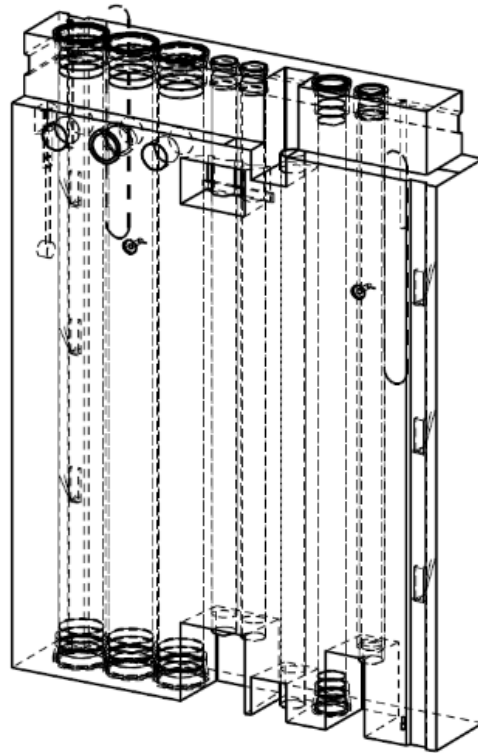


Kuva 2. Poikkileikkaus kuvaan on merkitty rasteroidulla alueella, johon vaakasuunnassa kulkeva talotekniikka pystytään sijoittamaan (Parma Oy 2012a, sivu 8).

2.1.2 Tekniikkaseinä

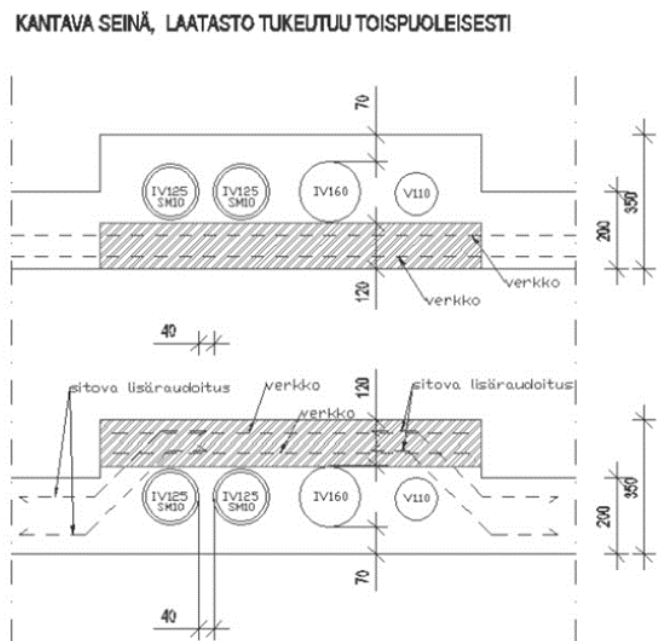
Tekniikkaseinäelementti on väliseinäelementti, joka pitää sisällään kohteen suunnitelmien mukaisesti LVIS-installaation eli ilmanvaihtoputket, sade- ja jäteviemärit, radonputket, sähkö-, puhelin- ja ATK-varausputket sekä vesi- ja lämpöputkien varausputket. Nämä sijaitsevat yleensä tekniikkaseinän toisella reunalla, jotta ne saadaan yhdistettyä tekniikkalaatan kanssa toimivaksi kompleksiksi ja luotua tilasäästöjä kohteeseen. Kuvassa 3 on ote elementtisuunnitelmakuvasta, jossa nähdään esimerkiksi, missä talotekniikkaputket sijaitsevat ja miltä tekniikkaseinä näyttää todellisuudessa.

Tekniikkaseinä voidaan toteuttaa ei-kantavana tai kantavana rakenteena joko molemmilta puolilta tai vain toiselta puolelta. Seinän paksuuden määrittävät sisällä kulkevat ilmastointikanavat, mutta maksimipaksuus on 440 millimetriä, jottei elementti menetä sille toivottuja ominaisuuksia, kuten tilasäästöjä.



Kuva 3. 3D-mallinnus tekniikkaseinästä. Tässä seinässä ei ole vesi- ja lämpöputkivarauksia. (YIT Talon Oy 2015)

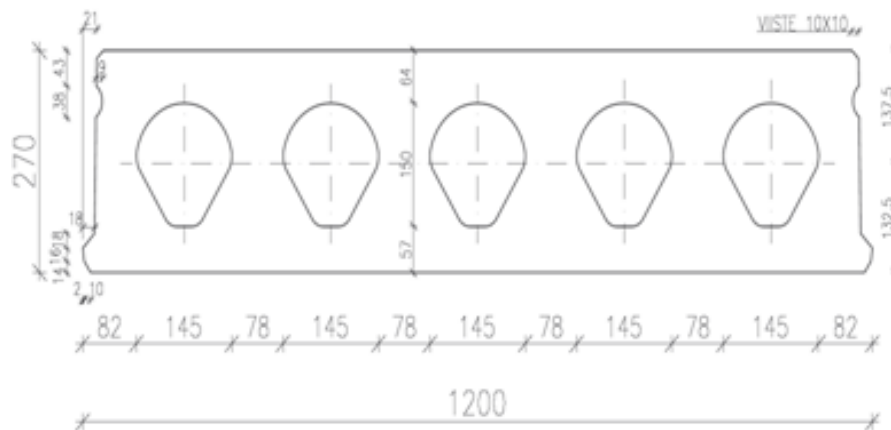
Paksuuteen vaikuttaa myös, halutaanko tekniikkaseinästä tehdä kantava rakenne. Kuvassa 4 on piirretty leikkauskuva tekniikkaseinästä ja siitä, kuinka tästä voidaan tehdä toispuoleisesti kantava rakenne. Elementtien suositeltu korkeus on 2970 millimetriä.



Kuva 4. Leikkauskuva tekniikkaseinästä (Parma Oy 2012a).

2.1.3 P27R-ontelolaatta

P27R-ontelolaatta on suunniteltu käytettäväksi tekniikkalaatan kanssa yhdessä välipohjarakenteessa. Se on suunniteltu ennen käytetyn P37-ontelolaatan tilalla, sillä edellinen ratkaisu ei täyttänyt vaadittuja ääneneristysvaatimuksia 270 millimetrin paksuisena. Tällöin jouduttiin käyttämään paksumpaa versiota eli 370 millimetristä, mistä syntyi ongelmia, sillä tekniikkalaatta oli 100 millimetriä alempana ontelolaattoihin nähden. Nykyään käytettyä P27R-ontelolaatan massaa on saatu kasvatettua riittävästi, jotta se täyttää sille vaaditut määräykset. Tämä saatiin aikaan muuttamalla ontelon koko pienemmäksi, mikä onnistui muuttamalla ontelon mallia muistuttamaan pisaraa.



Kuva 5. Leikkauskuva P27R-ontelolaatasta (Parma Oy n.d b, sivu 4).

2.1.4 Suunnittelu

Tekniikkaelementtikauppaan kuuluu Parma Oy:n puolelta myös suunnittelu eli laatastosuunnittelun ja elementtisuunnittelun lisäksi LVIS-installaation sovittaminen kohteen kuvien mukaisesti tekniikkaelementteihin. Kohteen suunnittelu kuuluu kuitenkin aina pääsuunnittelijalle ja LVIS-suunnittelijoille. Kun talotekniikka on siirretty elementtikuviin, hyväksytään ne aina ennen valmistuksen aloittamista kohteen LVIS-suunnittelijoilla.

Parma Oy:n suunnitteluohjeen (2012, sivu 5) mukaan suunnittelua varten tarvitaan seuraavat lähtötiedot:

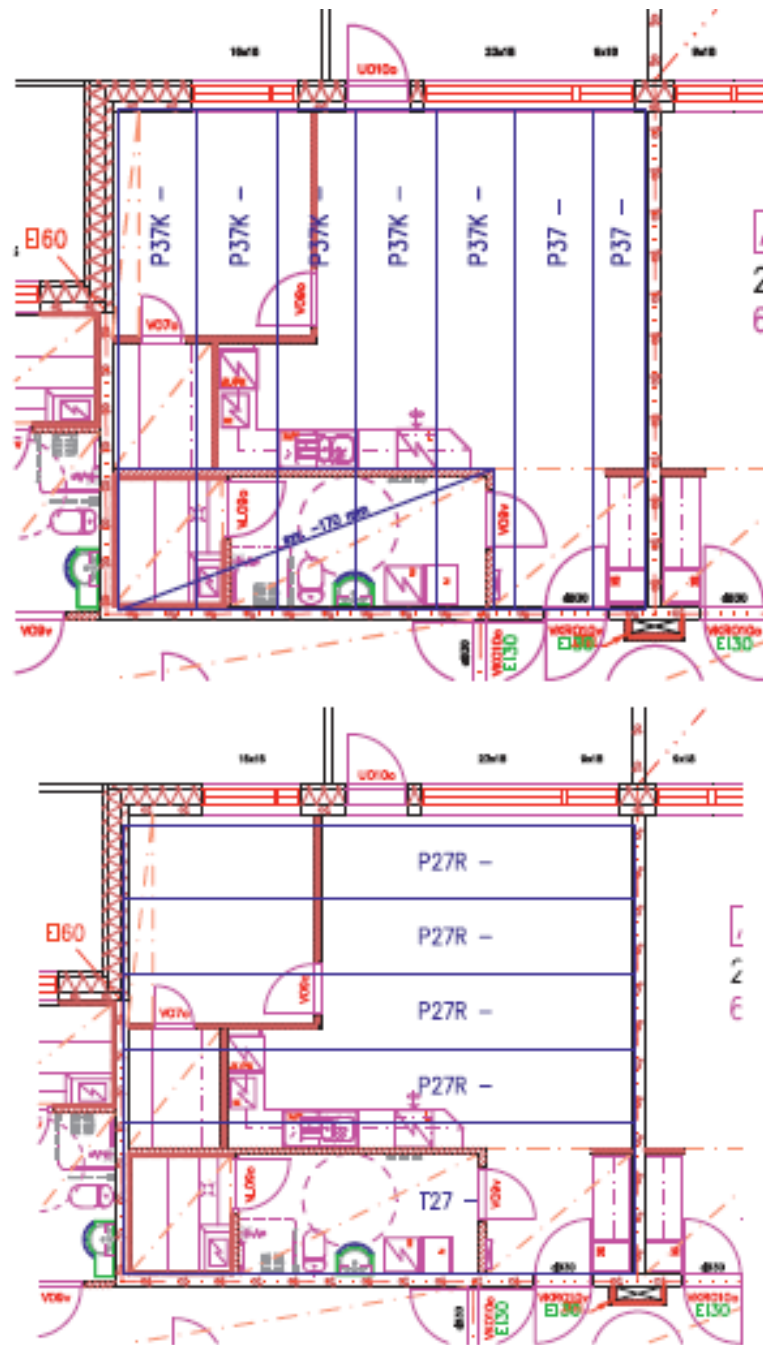
- Rakennetyypit (pdf)
- Rakenneleikkaukset (pdf/dwg)
- Rakennedetaljit (pdf)
- LVIS-suunnitelmat (dwg) ja työselitys (pdf)
- Rakennetasot kerroksista (dwg)
 - Eurokoodin mukaisista kuormitustiedoin
 - Sidontapisteet esitettynä kaaviossa
 - Sisältäen päätypalkit ja POK-kannakkeet tms.

- Elementtityöselostus
- Reikäpiirustukset

Suunnittelun lähtötiedot tarvitaan 12 viikkoa ennen toimituksia.

Soveltavuuteen vaikuttavat olennaisesti laataston suunta ja hormien sijainnit. Tekniikkalaatat tulee sijoittaa laatastoon märkätilojen suuntaisesti, ja keittiön tulisi sijaita mahdollisimman lähellä märkätiloja, jotta senkin viemäroinnit ja käyttövesiputket voidaan tuoda samoja tekniikkaelementtejä pitkin. Tekniikkalaatan kokoon vaikuttaa olennaisesti myös märkätilan koko, koska pyritään välttämään elementtien yli meneviä talotekniikkaliitymiä. Huomioon tulee ottaa myös lattiakaivojen ja kuivakaivojen paikkojen sijainnit, jotta lattiakaadot eivät ylitä yli 30 millimetriä. Vakiona lattiakaivon sijainti pystysuunnassa on 30 millimetriä lattiapinnan alapuolella, ja minimikallistukset tulee toteuttaa C2:n ohjeen mukaisesti. Tekniikkaelementin päiden lähelle ei saa sijoittaa poikkisuuntaisia putkia (erityisesti putket, joiden halkaisija on 110 millimetriä), koska ne heikentäisivät elementin leikkauskestävyyttä. Parma Oy:n Suunnitteluohjeessa (31.5.2012) kerrotaan välipohjaratkaisujen täyttävän elementtien ja niiden yhteensovittamisen osalta Suomen Rakentamismääräyskokoelman osien vaatimukset; C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, C2 Kosteus, D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot sekä E1 Rakennusten paloturvallisuus.

Laataston suunnittelussa tulee huomioida erilaisia asioita, kuten tekniikkalaatan jänneväli ja kantavuus, maksimijänneväli on 9,5 metriä. Liian suuri elementin paino saattaa rajoittaa asentamista. Kuinka laattajako tehdään, suositeltavaa käyttää täysiä tai puolikkaita ontelolaattoja. Huomioon tulee ottaa myös mihinkä hormit sijoitetaan ja niiden koot. Viemäriputkien suunnat, sijainnit ja lattiakaadot tulee ottaa huomioon tekniikkalaatan vakiovaraskolojen kuten hormiliitaintöjen kohdilla. Ontelolaatan päihin on mahdollisuus sijoittaa vakiovarauksia, kuten viemäriuria tai sähköuria. Suunnittelussa varmistetaan ääneneristävyys, varmistamalla käykö valittu ontelolaatta kohteessa käytettäviin lattiamateriaaleihin ja rakenteiden ja liitosten tiiviudet. Kohteen LV-suunnittelija ja sähkösuunnittelija tarkastavat tekniikkalaattojen valmistuspiirustusten oikeellisuus ja varauksien paikat. Suunnittelussa otetaan huomiota myös lattialämmitysputkien ja viemäriputkien sijoitukseen WC-pöntön läheisyydessä, jotta se saadaan kiinnitettyä. Kaikki reiät, varaukset ja kiinnityspisteet tehdään valmiiksi tehtaalla. Elementteihin ei saa porat työmaalla itse mitään uusia.

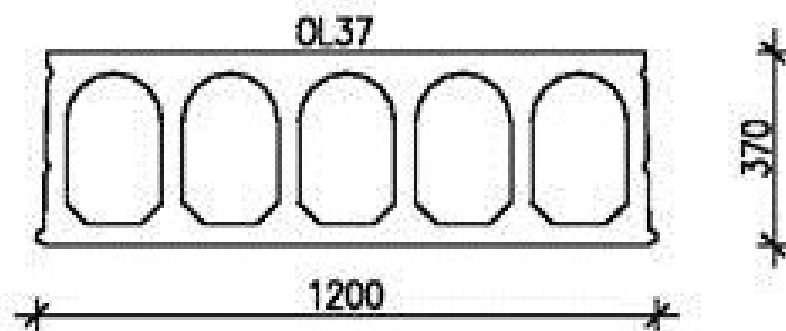


Kuva 6. Tekniikkalaatan suunta vaikuttaa huomattavasti siihen, soveltuuko se kohteeseen. Ylempänä on kuvattu käytettäväksi P37-ontelolaattoja ja P37K-kylpyhuoneontelolaattoja. Alemmassa kuvassa on tekniikkalaatta ja P27R-ontelolaatta. (Parma Oy 2012a, sivu 5).

2.2 Ontelokolaatta ja perinteinen hormielementtijärjestelmä

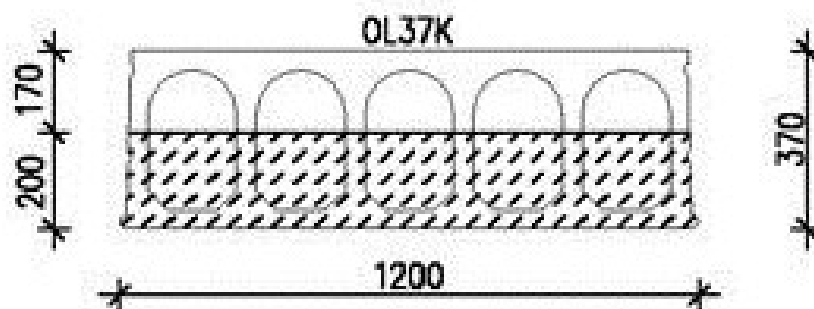
2.2.1 Ontelolaatta ja kolo-ontelolaatta

Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, jotka on kevennetty pitkittäin menevillä onteloilla. Ne tehdään liukuvaluina teräksisten valupeltien päälle. Yleisesti ontelolaatan leveys on 1200 millimetriä ja maksimipituus jopa 20 metriä. Laattaelementin paksuus vaihtelee käyttötarkoituksen mukaisesti. Yleisin käytetty ala- ja välipohjaontelolaatta on paksuudeltaan 370 millimetriä..



Kuva 7. P37-ontelolaatan leikkauskuva (Betoniteollisuus ry n.d).

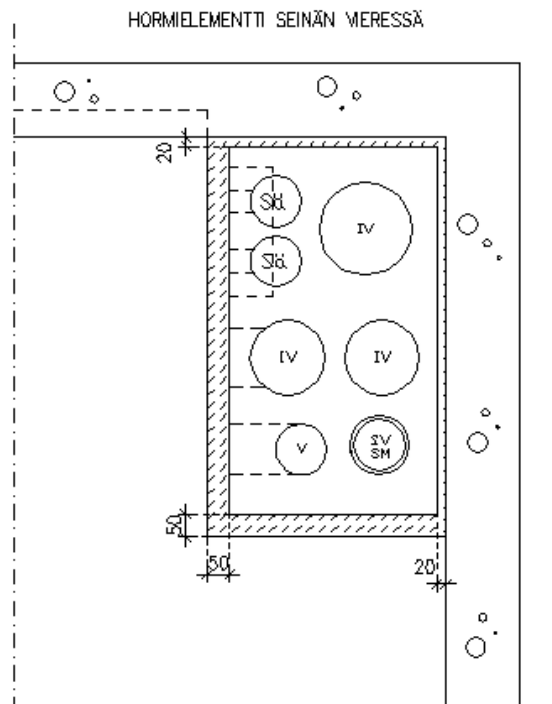
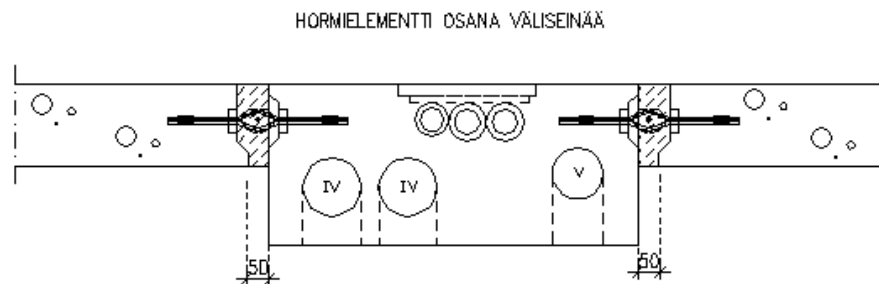
P37-ontelolaatan kanssa käytetään kylpyhuoneiden kohdalla puolitettuja ontelolaattoja eli P37K-ontelolaattoja. Ontelolaatta on niin sanotusti puolitetty vaakasuuntaan nähden. Näitä kololaattoja voidaan tehdä ainoastaan 265 mm:n, 320 mm:n ja 370 mm:n paksuisille ontelolaatoille. Kuvassa 8 on piirretty rasteroidulla alueella, mikä osa jää ontelolaatasta jäljelle. Syvennys voi olla enintään kolme metriä pitkä, ja se voidaan sijoittaa ontelolaattaan keskelle tai päihin. Jos syvennys on yli kolme metriä pitkä, voidaan harkita käytettäväksi siinä kohtaa normaaliontelolaattaa, joka on paksuudeltaan pienempi



Kuva 8. P37K-ontelolaatan leikkauskuva (Betoniteollisuus ry n.d)

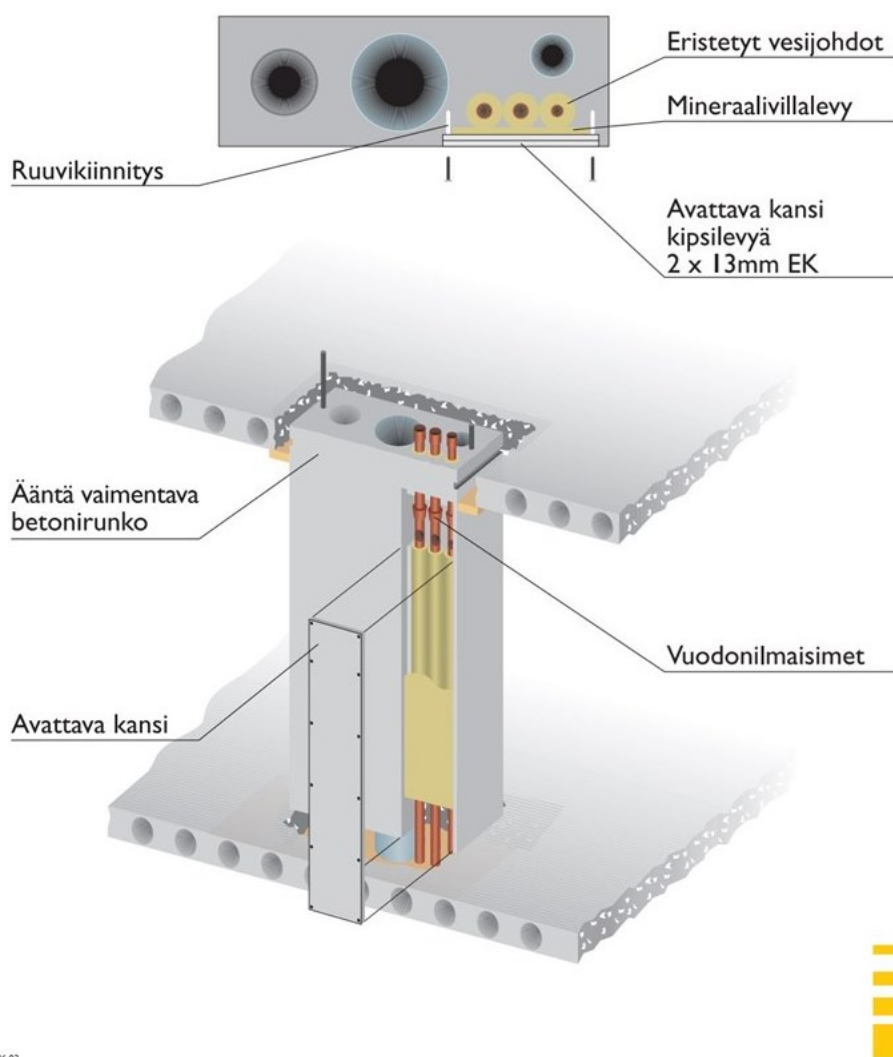
2.2.2 Perinteinen hormielementti

Perinteinen hormielementti on Rudus Oy:n kehittämä tuote. Nykyään muutamat muutkin yritykset kuten Lujabetoni Oy valmistavat vastaavanlaisia tuotteita. Ne tilataan aina kohdekohtaisesti ja kohteen suunnitelmien mukaisesti. Perinteisen hormielementin ideana on koota rakennuksen pystynousut nippuun betonin sisälle ja tehdä siitä elementti, joka luo kustannus-, materiaali- ja tilasäästöjä. Perinteisen hormielementin sisälle voidaan sijoittaa kaikki kohteen pystysuuntainen LVIS-installaatio eli viemärit, vesi- ja lämpöjohdot, ilmanvaihtokanavat ja varausputket sähkö- ja ATK-piuhoja varten. Perinteiset hormielementit sijoitetaan märkätilojen ja keittiöiden yhteyteen. Ne voidaan sijoittaa yksittäisenä elementtinä tai osaksi väliseinää. Kuvassa 10 on havainnollistettu perinteisen hormielementin sijoittaminen.



Kuva 9. Perinteisen hormielementin sijoittaminen osaksi väliseinää tai seinän viereen (Betoniteollisuus ry n.d.)

Jokainen elementti on yksilö, mutta yleinen paksuus elementeille on 300 millimetriä; leveys vaihtelee kuitenkin sen mukaan, kuinka paljon elementin sisälle on haluttu sijoittaa talotekniikkaa. Korkeudeltaan hormielementti on yhden kerroksen korkuinen. Kuvassa 11 on esitettyä perinteinen hormielementin periaate, jolla Rudus Oy on suunnitellut, kuinka putkisto tulee kulkemaan sen sisällä.

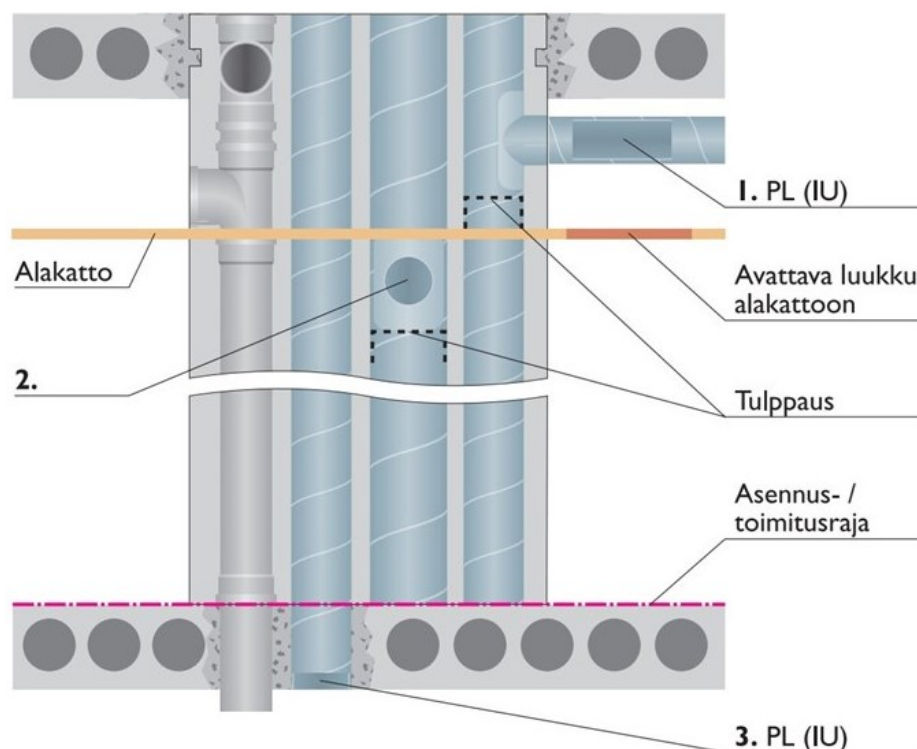


I.17/06.03

Kuva 10. Havainnekuva hormielementistä (Rudus Oy n.d.). Mielestäni kuvaa voisi rajata niin, että siinä olisi vain kuva (logo ja otsikko pois). Samoin voisi tehdä kuvissa 12, 16 ja 17.

Ongelmien välttymiseksi perinteisiin hormielementteihin on suunniteltu vuodonilmaisimet, jotta mahdolliset putkivuodot voidaan havaita. Kerää-

mällä vuotava vesi suppilomaiseen vuodonkeräimeen, mistä se johdetaan näkyville esimerkiksi porrashuoneeseen, voidaan havaita vesiputkien erilaiset vuodot. Hormielementteihin on tehty tarkastusluukkuja, jotka sijaitsevat yleensä porrashuoneen tai asunhuoneiston kaappien sisällä. Kuvassa 12 on havainnollistettu tarkastusluukkujen sijainnit. Näistä pystytään huomaamattomasti suorittamaan erilaiset huoltotoimenpiteet, jos tarkastusluukku sijaitsee porrashuoneessa.



1. Kellarittomat tilat

Pystykanavan puhdistusluukku asennetaan välittömästi hormista lähtevään vaakakanavaan.

2. Kellarittomat tilat

IV-venttiilin sijaitessa hormin pinnassa, toimii venttiili puhdistusluukkuna.

3. Kellari

Puhdistusluukku asennetaan IV-kanavan alapäähän



Kuva 11. Ilmakanavien puhdistusluukkujen sijainnit talotekniikkaelementissa (Rudus Oy n.d).

2.2.3 Suunnittelu

Ontelolaatat voidaan tilata elementtitehtaalta tilaajan tuottamilla suunnitelmilla, mutta on edullisinta tilata elementtisuunnittelu ja itse elementtien valmistus kokonaisvaltaisesti yhdeltä toimittajalta. Laatastosuunnitteluun kuuluvat tasopiirustusten laatiminen, mittapiirustukset ja elementtiluettelon laatiminen. Jotta tämä voidaan toteuttaa, tarvitsee toimittaja seuraavat lähtötiedot kohteesta:

- rakennepiirustukset (.dwg)
- ARK-piirustukset (.dwg)
- leikkaukset ja detaljit (.pdf)
- rakennetyypit (.pdf)
- reikäpiirustukset (.dwg)
- kuormaluokka (A, B, C...)
- seuraamusluokka (CC3...CC1)
- elementtityöselostus
- yhteystiedot.

Lähtötietojen tulee olla toimittajalla ennen toimituksen alkamista vähintään kahdeksan viikkoa etukäteen.

Talotekniikkaelementtien suunnittelusta vastaa materiaalin toimittaja eli Rudus Oy. Se vastaa kohteen LVIS-installaatiosuunnitelmien viemisestä talotekniikkaelementtikuviin. Ennen suunnittelun aloittamista Rudus Oy:lle tulee toimittaa seuraavat lähtötiedot:

- LVI-suunnitelmat (.pdf)
- sähkösuunnitelmat (.dwg)
- ARK-suunnitelmat (mitoitetut työpohjat 1:50, leikkaukset 1:100 /1:50, keittiökalustekaaviot, kylpyhuonekaaviot, alakattopiirustukset)
- rakennesuunnitelmat (.dwg).

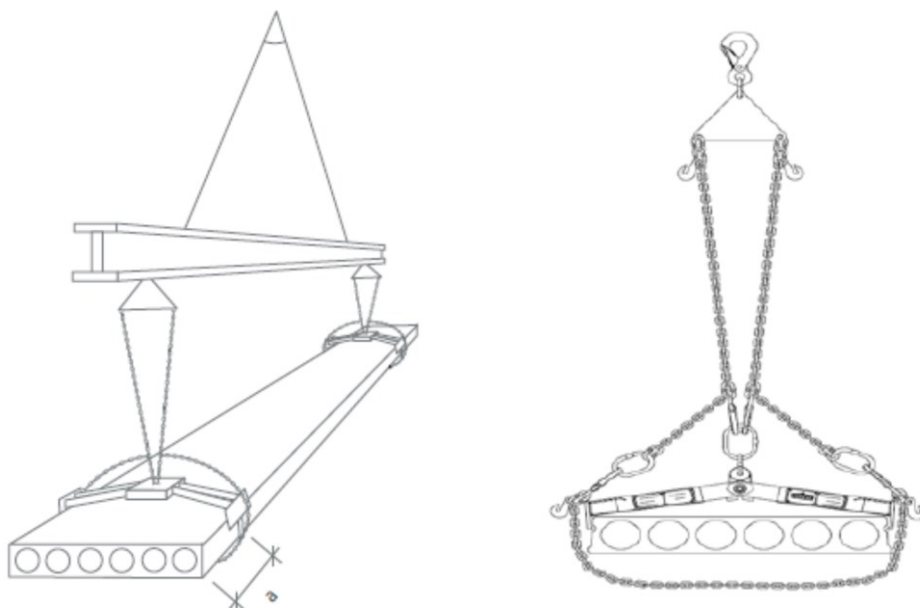
Ennen elementtien valmistusta toimitetaan suunnitelmat suunnittelijoiden ja tilaajan tarkastettaviksi ja hyväksyttäväksi.

3 ASENNUS

3.1 Ontelokololaatta- ja talotekniikkahormijärjestelmä

Ennen asennusta on tehty asennussuunnitelma, josta näkyy elementtien asennusjärjestys. Tämän suunnitelman mukaan elementtitehdas lastaa elementit kuljetukseen. Asennuksessa tulee olla myös mukana tasopiirustus, josta nähdään laattatunnukset, punosmäärät, työaikaiset tuennat ja mahdolliset nostokannakset. Täytyy olla hyvin tarkkana, että vaikka ontelolaatta olisi oikean kokoinen, se täyttää riittävät punosmäärät verrattuna suunnitelmiin.

Itse asennus aloitetaan ontelolaatoista, joiden paikat merkitään edellisen kerroksen seinäelementtien yläpäihin asennustyön helpottamiseksi. Ontelolaatat ja kylpyhuonelaatat nostetaan nostosaksia ja nostopuomia apuna käyttäen. Näiden kanssa tulee aina käyttää turvaketjua, joka turvaa noston, jos elementti irtoaakin nostolaitteesta. Tällöin elementti ei putoa, vaan jää roikkumaan turvaketjun varaan. Turvaketju kiinnitetään nostosaksiin ja se kiertää koko ontelolaatan ympäri. Tämä irrotetaan vasta, kun ollaan erittäin lähellä asennuskohtaa. Hyvänä nyrkkisääntönä voisi pitää 100 millimetriä. Nostosaksien tulee sijaita vähintään 200 millimetriä elementtien päästä. Jos nostoura on vioittunut, ei ontelolaattaa saa nostaa.



Kuva 12. Oikeaoppinen nostotapa nostosaksilla puomia apuna käyttäen (Parma Oy 2015c, sivu 16).

Jokaisen ontelolaatan alapuolella laitetaan asennuskorokkeet, jotka ovat kooltaan 50 mm x 75 mm ja joiden paksuuden vaihtelevat kolmesta kahteenkymmeneen millimetriin. Nämä laitetaan aina ontelolaatan toisen uuman kohdalle. Kyseisillä korokepalloilla jätetään laatan alapuolelle minimis-

sään 15 millimetriä tilaa valusaumalle, joka kiinnittää ontelolaatan alla sijaitseviin seinäelementteihin. Näiden asennuslappujen avulla ontelolaatat nostetaan oikeaan korkoon. Tässä on hyvä käyttää apuna tasolaseria. Kun ontelolaattakentän korot tehdään huolellisesti, pystytään säästämään lattiatasoituskuluissa.

Laattatyyppi	c (mm)	d (mm)
P18M	200	800
P20	220	760
P27, P27K, P37, P37K, P40R, P50R	260	680
P32, P32K, P40, P50	320	560

Kuva 13. Asennuskorokkeiden sijoittaminen (Parma Oy 2015c, sivu 23).

Ontelolaatat tulee tukea asentamisen ajaksi toimittajan tasopiirustuksen mukaisesti esimerkiksi alhaaltapäin. Tuennat tehdään vain aukkojen kohdalla. Ontelolaatat voivat olla kaarevia, jolloin ne saattavat hammastaa alhaalta päin. Tällöin laatat tasataan samaan tasoon alhaalta päin katsottuna, koska yläpuolinen tullaan tasoittamaan lattiatasoitteella. Tasaamisen voi suorittaa usealla eri tavalla, kuten käyttämällä erikorkoisia asennuspaloja, nostamalla elementtiä alhaalta päin jännevälin keskeltä, toisesta päästä kannaksen kohdalta tai pakottamalla laattaa alaspäin kiristyspultilla. Tätä kuitenkin ohjaavat mittatoleranssit. Parman ontelo- ja kuori-laatastot - asennus- ja työmaaohjeessa (2015, sivu 38) on esitettyinä ontelolaatan valmistus- ja rakentamistoleranssit.

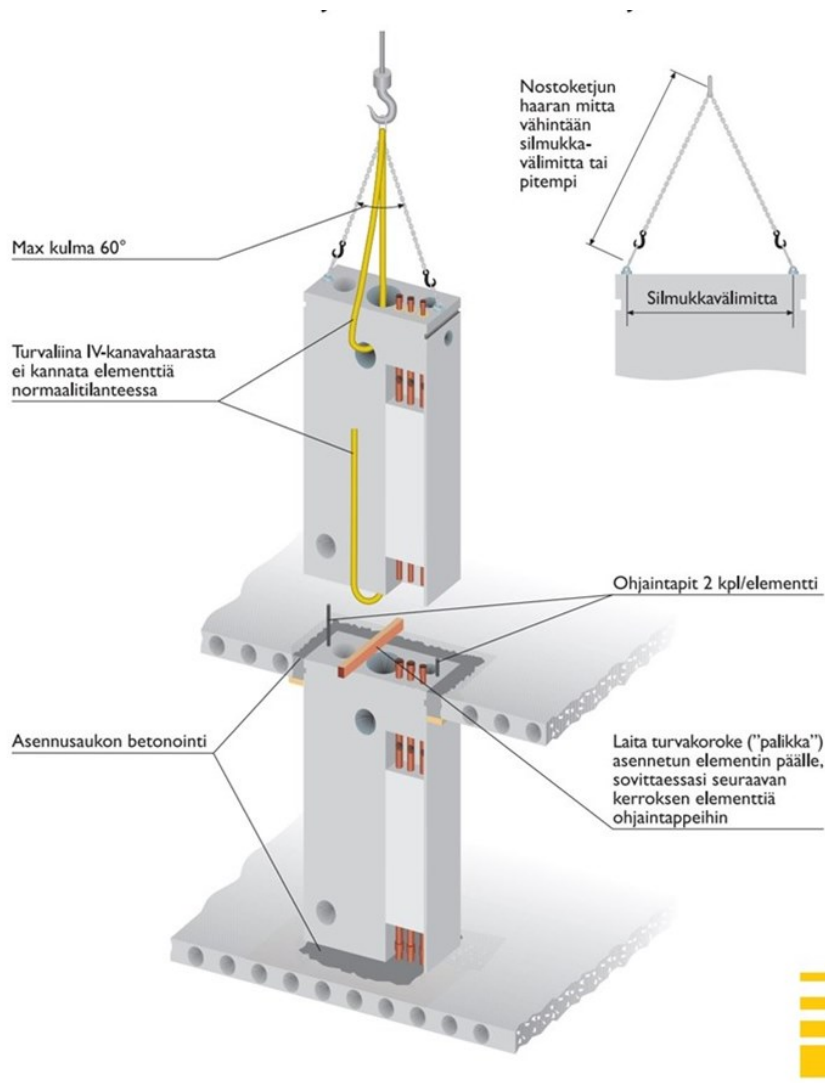


Kuva 14. Ontelolaattakenttä asennettuna ennen saumavaluja.

Kun ontelolaatat ovat asennettu, nostetaan perinteiset hormielementit paikalleen. Edellisen kerroksen hormielementin yläpää puhdistetaan mahdollisesta roskasta ja pölystä. Siihen kiinnitetään kaksi eripituista ohjaustankoa, jotka ohjaavat päälle tulevan talotekniikkahormin paikalleen. Lisäksi poistetaan edellisen hormielementin suojakannet putkista. Itse päälle tuleva elementti nostetaan paikalleen yläpäässä sijaitsevista nostosilmukoista. On otettava huomioon maksiminostokulma, joka on 60 astetta, ja nostoketjun haaran pituus, jonka tulee olla samanpituisen tai pidempi kuin väli, jolla nostosilmukat sijaitsevat perinteisessä hormielementissä. Nostossa käytetään myös turvaliinaa, joka kulkee IV-kanavahaarassa. Tämä ei kannata elementtiä normaalissa nostotilanteessa. Kun hormielementtiä nostetaan paikoilleen, tulee edellisen elementin päällä sijaita turvakoroke, jolla autetaan ohjaustapeille ohjaamista. Ennen kuin hormielementti lasketaan paikoilleen, asennetaan elementin alapäähän Rudus Oy:n toimittamat putkiliittimet liukuainetta apuna käyttäen. Täytyy myös muistaa sivellä liukuainetta jo asennetun perinteisen hormielementin putkireikiin, jolloin voidaan mahdollistaa onnistunut asennus.

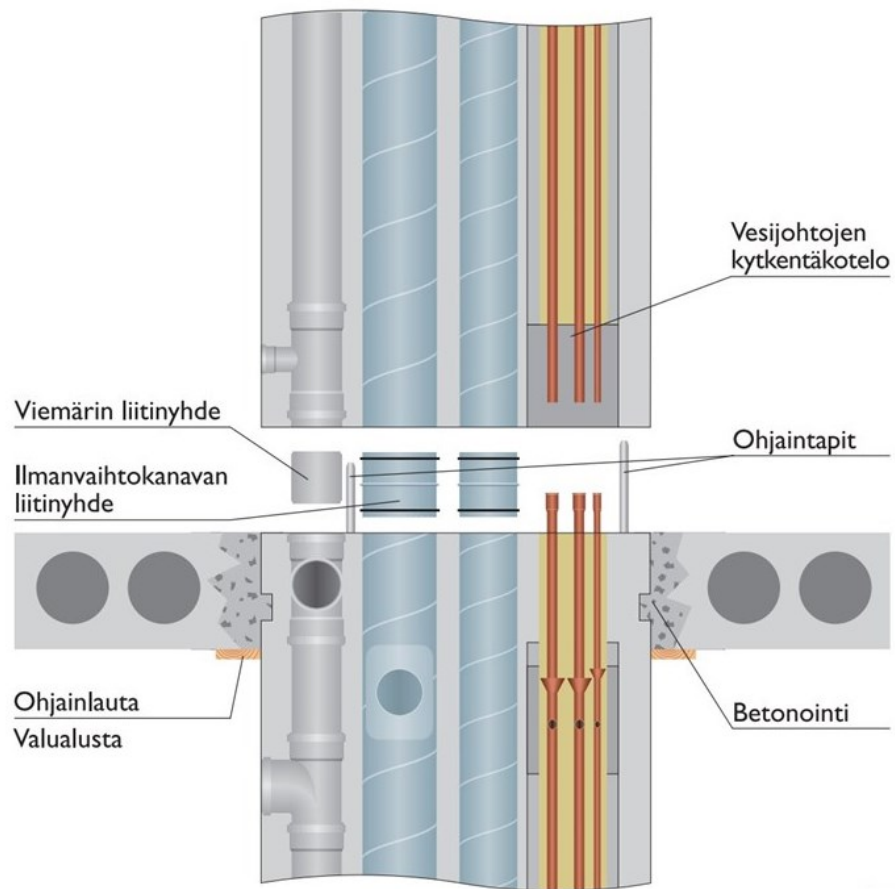
Kun elementti lasketaan ja kohdistetaan ohjaustapeille, tarkkaillaan, että liittimet osuvat oikeaan kohtaan. Asennuksen jälkeen tarkistetaan elementin yläpäästä taskulampulla, että liittimet ovat osuneet paikalleen eikä putkissa ole tukoksia. Samalla tarkistetaan myös elementin pystysuoruus. Ontelolaattojen kanssa ei käytetä yleensä vinotukia, vaan talotekniikkae-

mentti kiilataan ontelolaattojen väliin, jolloin vinotukia ei tarvita. Vinotukien tai kiilaamisen avulla varmistetaan elementin pystysuoruuden pysyvyys.



Kuva 15. Perinteisen hormielementin asennus- ja turvallisuusohje (Rudus Oy n.d)

Kun ontelolaatat ja perinteiset hormielementit on asennettu, puhdistetaan ontelolaattojen sauma mahdollisesta lumesta, jäädästä, öljystä ja muusta roskasta. Puhdistuksen jälkeen sijoitetaan ontelolaattojen saumoihin mahdolliset sähköputkivaraukset ja tehdään perinteisten hormielementtien ympärille valumuotit. Tämän jälkeen saumat ja valumuotti raudoitetaan. Onteloiden tulee olla tukittu mahdollisten reikien ja varausten kohdilta ennen saumauksen aloittamista. Saumasbetonin lujuusluokka löytyy rakennepiirustuksista, mutta yleisesti minimilujuusluokka tulee olla vähintään C16/20, notkeus 1–2 sVb ja maksiraekoko 8 millimetriä. Notkistimia käytetään, jotta työskentäminen tapahtuisi helposti. Itse valaminen tapahtuu joko pumppaamalla tai valusuppilolla. Valamisen jälkeen saumat tärytetään tiiviiksi ja tasoitetaan tasaisiksi.



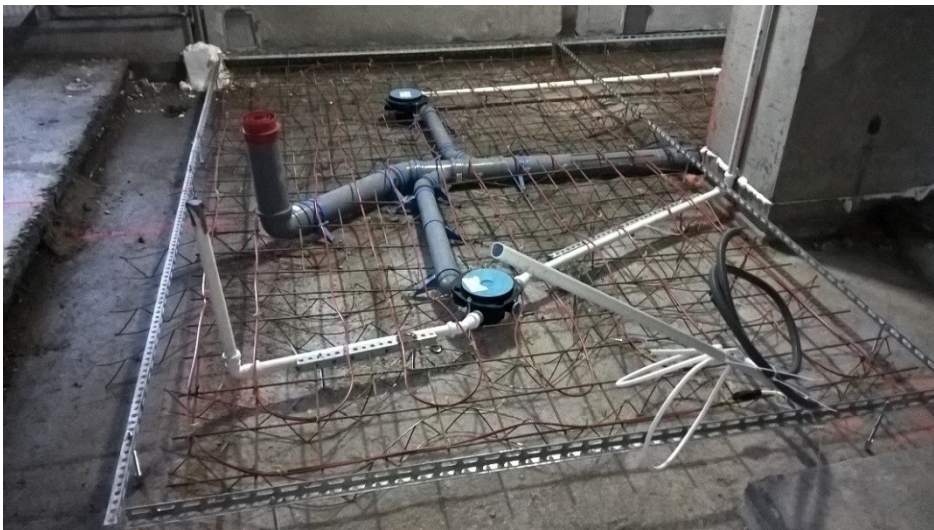
I.2/06.03



Kuva 16. Kuvassa on kuvattuna luotettava liitos, jossa näkyvät liitinyhteet (Rudus Oy n.d).

Ennen kevytrakenteisia väliseiniä tulee kylpyhuonevaurauksiin tehdä viemärihajotukset ja lattialämmityskaapelointi tai -putkitus. Putkimiehet tekevät LVI-suunnitelmien mukaisesti viemärintihajotukset. Sen jälkeen kylpyhuonevaluvalmistelu jatkuu asentamalla syvennyksen reunoille kierretankojen varaan korkokiskot, jotka auttavat oikeaan korkoon valamisessa ja lattiakaatojen tekemisessä. Kylpyhuone verkotetaan harjateräsverkolla, joka nostetaan ilmaan välikkeen avulla 25 millimetriä ylöspäin valun alapinnasta.

Tämän jälkeen kylpyhuonevaraukset valetaan. Valun pinta hierretään ja tehdään lattiakaadot. Valmis valujälki pyritään tekemään sellaiseksi, ettei laatoittajan tarvitse lähteä ennen vedeneristystä oikaisemaan. Lattiakaadot tulee kuitenkin tarkastaa ennen laatoituksen aloittamista. Ennen valmiiden pintojen tekemistä tulee betonin suhteellisen kosteuden olla alle 90 %, jotta se voidaan pinnoittaa. Kuvassa 18 on nähtävillä kylpyhuonevaraus ennen täyttövaluja. Kohteessa on käytetty lattialämmityskaapelia.



Kuva 17. Kylpyhuonevaraus ennen valuja, kun kaikki viemärihajotukset, lattialämmityskaapelit ja korkokiskot on asennettu.

3.2 Tekniikkalaatta ja -seinäjärjestelmä

Tekniikkaelementtien asennus eroaa kolo-ontelolaatan ja perinteisen hormielementin asennuksesta siten, että asennus aloitetaan aina tekniikkalaatoista, jotka määrittävät koko laataston korkomaailman. Korkomaailman mennessä pieleen tulevat ongelmat vastaan esimerkiksi kynnyksko-roissa. Tekniikkalaatoissa on neljä nostokoukkuja, joista ne nostetaan turvaketjun kanssa yhdessä korkolappujen päälle oikeaan korkoon. Asenta-essa tulee olla tarkka, että tekniikkalaatta on vaakasuorassa tekniikkasei-nään nähden, jotta viemärointi toimisi moitteettomasti.

Jos suunnitelmiin on merkitty useampia tekniikkalaattoja vierekkäin, täy-tyy olla erityisen tarkka, jotta laatat eivät pykällä toisiinsa nähden. Tekniik-kalaattojen kytkennät tehdään vasta, kun seuraavan kerroksen tekniikka-seinät on asennettu paikalleen. Muuten loppu ontelolaattakenttä asenne-taan samalla tavoin kuin luvussa 3. 1 Ontelokololaatta- ja talotekniikkahor-mijärjestelmä kuvattiin ja kohteen tasopiirustuksen ja elementtiasennus-suunnitelman mukaisesti. Ontelolaatat asennetaan samaan korkoon tek-niikkalaattojen kanssa. Ennen tekniikkaväliseinien ja muiden seinäele-menttien asennusta suoritetaan saumavalut samalla tavalla kuin edelli-ssä kappaleessa 3.1 kuvattiin.



Kuva 18. Edellisen kerroksen tekniikkaseinän yläpää ja tekniikkalaatan viemärin varuskolo.

Laataston asennuksen jälkeen asennetaan tekniikkaseinät muiden väliseinäelementtien kanssa samaan aikaan elementtiasennussuunnitelman mukaisesti. Edellisen kerroksen seinäelementissä on ohjausreiät, joiden avulla tekniikkaseinä asetetaan edellisen elementin kanssa samaan linjaan. Ensimmäisen tekniikkaseinän asennuksen korko ja elementtisuoruus ovat erityisen tärkeitä. Jos ensimmäinen elementti asennetaan väärään kookoon tai vinoon, tulee tämä virhe kertautumaan ylemmissä kerroksissa. Tekniikkaseinä nostetaan yläpäästä olevista neljästä nostokoukusta. Juuri ennen kuin elementti on kohdillaan, elementin alapäähän kierretään ohjaustapit, joiden tarkoitus on ohjata ylimmäinen elementti alimmaisen elementin kanssa samaan linjaan. Lisäksi LVI-putkien päihin kiinnitetään Parma Oy:n toimittamat liitinosat.

Kuvassa 19 nähdään, kuinka tekniikkaseinä on juuri kohdillaan ja siihen on kiinnitetty ohjaustapit ja liitinosat. Kun tekniikkaseinän alapään ja edellisen elementin yläpään välissä on noin 30 millimetriä väliä, juotos betonoidaan muuhun runkoon kiinni. Samalla elementin pystysuuntainen suoruus tarkastetaan vatupassin avulla.



Kuva 19. Tekniikkaseinäasennus.

Elementin ollessa suorassa vinotetaan elementti tehtaalla valmiiksi tehdystä kiinnityskohdista joko tekniikkalaattaan tai ontelolaattaan kiinni. Tämä nähdään kuvassa 20. Kun asennus on valmis, tarkastetaan kuten talotekniikkaelementinkin kohdalla, että liitokset ovat kunnossa. Kummassakin ratkaisussa on hyvä asennuksen jälkeen kuvata IV-kanavat ja viemäriputket mahdollisten vuotojen välttämiseksi.



Kuva 20. Tekniikkaseinä on asennettu ja vinotuettu.

4 KUSTANNUKSET

Kustannuslaskelmista on otettu huomioon elementtien hankintahinnat (ontelolaatat, tekniikkaelementit ja perinteiset hormielementit), kylpyhuonevarauksien putki-, sähkö- ja valmistelutyöt sekä mahdolliset työ-johtokulujen väheneminen. Hinnat ovat viitteellisiä ja niistä on jätetty pois esimerkiksi betonipintojen jälkityöt, koska tähän menekkiin vaikuttaa kaikkien betonielementtien asennus, ei vain välipohjan ja talotekniikkahormien asentaminen. Yhden kerroksen pinta-ala on 482 m².

4.1 Tekniikkalaatta ja tekniikkaseinä

Tekniikkalaattojen ja tekniikkaseinien kustannuksissa on otettu huomioon elementtien hankinta hinnat, asennus ja saumavalut. Tähän hintaan on hattu ottaa huomioon, myös hyvitykset koskien putki- ja sähköurakoita, kun heidän tekemiä työvaiheita on pystytty siirtämään tehtaalle tehtäväksi. Hyvityksiin laskettiin mukaan myös sisätyönjohtajan tarvitseminen 0,8 viikkoa myöhemmin työmaalla per kerros, josta tulee isotkin kustannus säästöt.

Taulukko 1. Yhden kerroksen hinta, kun käytetään tekniikkalaattaa ja tekniikkaseinää.

tekniikkaseinä ja tekniikkalaatta (hinta/kerros)	
tekniikkaseinät	1 600 €
tekniikkalaatat ja ontelolaatat	32 800 €
asennus	5 600 €
saumavalut	1 500 €
yhteensä	41 500 €
hyvitykset	
putkiurakka: työ + materiaali	1 200 €
sähköurakka: työ + materiaali	920 €
sisäestarin tarve -0,8 vkoa myöhemmin	1 200 €
yhteensä	3 300 €
kokonaishinta yhdelle kerrokselle	38 200 €

4.2 Kolo-ontelolaatta ja perinteinen hormielementti

Kolo-ontelolaatta ja perinteisen hormielementti kustannuksissa on otettu huomioon elementtien hankinta hinnat, asennus, kololaattojen täytöt eli kylpyhuone hajotukset ja saumavalut. Yhtenä isoimpana kuluerän ovat kololaattojen täytöt. Tämä työvaihe vaatii jo sisätyönjohtajan läsnäoloa, jolloin kustannukset kasvavat.

Taulukko 2. Yhden kerroksen hinta, kun käytetään kolo-ontelolaatta ja perinteistä hormielementtiä.

Talotekniikkahormi, ontelolaatta ja kylpyhuonelaatta (hinta/kerros)

ontelolaatat	20 000 €
perinteinen hormielementti	800 €
asennus	7 000 €
kololaatat, täyttö	9 000 €
saumavalut	2 200 €
yhteensä	39 000 €
 kokonaishinta yhdelle kerrokselle	 39 000 €

4.3 Tilasäästöt

Molempien tuotteiden valmistajat lupaavat säästöjä huoneistojen pinta-aloissa tekniikkaseinille ja perinteisten hormielementtien käyttäjille. Kun tilaa kuluu vähemmän rakennuksen talotekniikan pystynousuihin, se tuo asuntoihin enemmän käyttöneliötä ja tätä kautta rakennusyritys voi myydä enemmän asuinneliöitä kuluttajalle. Alla olevassa taulukossa 3 on vertailtu, kuinka paljon tekniikkaseinällä ja perinteisellä hormielementillä voidaan saada aikaan pinta-alasäästöjä toisiinsa nähden. Tämän lisäksi on laskettu, kuinka paljon rakennusyritys voisi mahdollisesti saada lisää myyntituloja.

Taulukko 3. Taulukossa on esitetty yhden kerroksen pinta-alasäästöt kun käytetään tekniikkaseinää tai perinteistä hormielementtiä.

Pinta-alasäästöt kerroksessa					
Tekniikkaseinä			Perinteinen hormielementti		
Kaikkien tekniikkaseinien pinta-alat			Kaikkien perinteisten hormielementtien pinta-alat		
tekniikkaseinä 1	0,75	m ²	hormielementti 1	0,85	m ²
tekniikkaseinä 2	0,91	m ²	hormielementti 2	0,46	m ²
tekniikkaseinä 3	0,71	m ²	hormielementti 3	0,40	m ²

tekniikkaseinä 4	0,76	m ²	hormielementti 4	0,56	m ²
tekniikkaseinä 5	0,84	m ²	hormielementti 5	0,32	m ²
tekniikkaseinä 6	0,31	m ²	hormielementti 6	0,32	m ²
tekniikkaseinä 7	0,40	m ²	hormielementti 7	0,49	m ²
tekniikkaseinä 8	0,42	m ²	hormielementti 8	0,23	m ²
tekniikkaseinä 9	1,11	m ²	hormielementti 9	0,32	m ²
tekniikkaseinä 10	0,79	m ²	hormielementti 10	0,28	m ²
yhteensä	6,99	m²	hormielementti 11	0,51	m ²
			hormielementti 12	0,30	m ²
Tekniikkaseinät, jotka vaikuttavat asuntoihin			hormielementit 13	0,60	m ²
tekniikkaseinä 1	0,36	m ²	yhteensä	5,62	m²
tekniikkaseinä 2	0,36	m ²			
			Hormielementit, jotka vaikuttavat asuntoihin		
tekniikkaseinä 3	0,44	m ²	hormielementti 1	0,85	m ²
tekniikkaseinä 4	0,17	m ²	hormielementti 2	0,46	m ²
tekniikkaseinä 5	0,23	m ²	hormielementti 3	0,40	m ²
tekniikkaseinä 6	0,47	m ²	hormielementti 4	0,56	m ²
yhteensä	2,03	m²	hormielementti 5	0,32	m ²
			hormielementti 6	0,32	m ²
			hormielementti 7	0,23	m ²
			hormielementti 8	0,32	m ²
			hormielementti 9	0,30	m ²
			hormielementti 10	0,60	m ²
			yhteensä	4,34	m²

Taulukko 4. Kuinka paljon yhdestä kerroksesta rakennusliike voi tehdä voittoa, kun pinta-alasäästöt tapahtuvat asunnossa.

Lisämyyntitulot kerroksesta		
tekniikkaseinä	2,03	m ²
perinteinen hormielementti	4,34	m ²
erotus	2,31	m²
myyntihinta/m ²	3000	€
rakentamiskulut/m ²	1200	€
lisämyyntitulo/m ²	1800	€
Lisä-m ² * lisämyyntitulo	4158	€/kerros

Taulukossa 3. kuvataan sitä kuinka paljon tekniikkaseinä tai perinteinen hormielementti vievät yhdessä kerroksessa pinta-alaa yleisesti ja taulukko 4. kuinka paljon nämä vaikuttavat asuntojen pinta-aloihin. Vaikka tekniikkaelementit loivat asuntoihin lisää neliötä pienensivät ne yhteisten tilojen neliötä, toisin kuin perinteinen hormielementti vei enemmän asuntojen puolella pinta-alaa. Pinta-ala säästöjen idea oli kuitenkin tapahtua asuntojen puolella, josta niillä voidaan tuottaa lisää rahaa yritykselle. Tällöin kun

asunnot myydään, voidaan saada esimerkiksi 3000 euron neliöhinnalla 2,31 lisäneliöillä 4158 euro per kerros lisätuottoja, ottaen kuitenkin huomioon kuinka arkkitehti on kohteessa sijoittanut talotekniikkaseinät. Mutta jos esimerkiksi yhdeksän kerroksisessa kerrostalossa pystyttäisiin saamaa noin 31 00 euroa lisätuloja käyttämällä tekniikkaseiniä. Täytyy myös huomioida, että myyntihinnat ja rakentamiskulut ovat noin arviota laskemissa.

5 HAASTATTELUT

Opinnäytetyön materiaalia kerättiin myös haastatteluilla, koska kirjallista materiaalia oli olemassa vähän. Haastattelu menetelmänä käytettiin teemahaastattelua, jossa haastattelu ei etene tarkkojen ja valmiiksi harittujen kysymysten avulla, vaan on väljempi kokonaisuus, mutta pysytään ennalta päätetyssä teemassa. Haastatteluiden tavoitteena oli saada käyttökokeuksia työmaalta päin. Kaikille haastateltaville esiteltiin samantyylliset kysymykset, vaikka haastateltavat työskentelivät eri rooleissa projektissa. Haastattelun tukena toimivat alla mainitut kysymykset:

- Minkä takia teidän mielestänne tuoteperhe tulisi valita rakenneratkaisuksi?
- Mitä hyvää näette tekniikkaelementeissä?
- Minkälaisiin ongelmiin olette törmänneet, kun näitä on käytetty?
- Mitä haluisitte kehittää?
- Mitä eroa tekniikkaelementeillä ja talotekniikkaelementillä ja kolo-ontelolaatalla on?
- Herättääkö jompikumpi teissä jotain ajatuksia?

Opinnäytetyötä varten haastateltiin kohteessa toiminutta vastaavaa työnohjohtajaa, asennusurakoitsijaa ja Parma Oy:n työntekijää. Suunnitelmana oli tarkoitus haastatella arkkitehtiä, mutta itse haastattelutilanteessa tuli ilmi, etteivät hänen työskentelytavat muuttuneet mitenkään käytettiinkö tekniikkaelementtejä tai perinteisen hormielementtiä ja kolo-ontelolaatta rakenneratkaisua. Jolloin hänen haastattelu ei ollut oleellista tietoa opinnäytetyöhön liittyen.

5.1 Materiaalitoimittaja

Haastateltava henkilö on työskennellyt tuotteiden kanssa tiiviisti Parma Oy:llä. Hän on nyt siirtynyt muihin tehtäviin, mutta aikaisemmin toiminut Parma Oy:n ja työmaan linkkinä asennustöissä. Hyvänä asiana hän pitää tekniikkalaatassa sitä, että työmailta päästään kylpyhuonesyvennyksistä eroon, sillä koko laatastokenttä on tasainen. Nämä syvennykset nähdään eräänlaisena työturvallisuusriskinä, koska kolo-ontelolaatta on matalampi kuin normaali ontelolaatta. Lisäksi työmaalla työt helpottuvat, kun tietyt

työvaiheet kuten viemäröinti, kylpyhuonevalut ja lattiakaatojen tekeminen jäävät tehtaalla tehtäviksi. Työmaalle jäävät vain lattiakaatojen pienet tasoitustyöt ja putkivarauskolojen täyttämiset. Näin säästetään rakennusaikaa, kun ei ole pitkiä kuivumisaikoja, vaan päästään periaatteessa heti asennuksen jälkeen tekemään valmista pintaa. Hyvänä puolena hän pitää myös sitä, että holvi on 100 millimetriä matalampi, jolloin sitä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi alakaton sisällä menevissä IV-putkituksissa.

Kaikessa on kuitenkin aina vielä jotain kehitettävää. Tekniikkaseinässä pitäisi saada vesiputket vietyä automaattisesti seinän sisällä ilman varauskoloja. Nyt Parma Oy on kuitenkin päättänyt, ettei valmista tekniikkaseiniä, koska niissä on ollut tuotannollisia ongelmia laadullisesti ja hintaa ei ole saatu alennettua, jotta ne olisivat oikeasti kilpailukykyisiä muille vastaaville tuotteille. Tekniikkalaattaa myydään ja markkinoidaan edelleenkin. Tarkoituksena on vakinaistaa laatan leveys vain muutama eri leveyteen, mikä helpottaisi tuotantoa, koska nyt tekniikkalaattojen leveydet ovat saattaneet vaihdella siten, että kerroksessa ovat kaikki tekniikkalaatat saattaneet olla erilevyisiä. Materiaalitoimittajan tavoitteena on saada myös varauskolot pienemmäksi. (Lounas, haastattelu 25.4.2018.)

5.2 Vastaava työnjohtaja

Haastateltava toimi vastaavana työnjohtajana kohteessa, jossa YIT Talo Oy käytti ensimmäisen kerran kyseistä rakenneratkaisua. Kokemusta hänellä on myös entuudestaan talotekniikkaelementti- ja kololaattarakenneratkaisusta. Hän pitää kyseistä rakenneratkaisua hyvänä ideana, mutta se vaatisi vielä hieman kehittämistä ja hiomista. Näiden lisäksi hintaa pitäisi saada alennettua. Haastateltava piti siitä, että kuivumisaikaa saatiin lyhennettyä ja sisätyönjohtoa tarvittiin työmaalle noin 1–2 kuukautta myöhemmin. Jos elementit olisi tehty hyvin, olisi periaatteessa pystytty aloittamaan vedeneristys ja laatoitus heti kipsiväliseinien jälkeen. Tekniikkaseinien liitokset saivat kehuja siitä, että ne ovat ainakin teoriassa varmempia ja kestävämpiä kuin perinteisessä hormielementissä.

Ilman ongelmia ei ensimmäisessä kohteessa päästy. Toimituksessa oli häiriöitä, minkä takia työt seisahtuivat noin kuukauden ajaksi. Suurena yllätyksenä tulivat myös viemäri-liitoksien varaukset ja niiden koko, olivat ja Tähän kaivattaisiin jonkinlaista kehitystä. Tekniikkaseinät alkoivat osassa kohdetta kiertyä harmillisesti propellimaisesti, jolloin seinä jouduttiin oikaisemaan. Lisäksi lattioiden kaadoissa oli huomattavia heittoja ja ne olivat paikka paikoin liian jyrkkiä. Laatan pinnassa oli kraattereita ja ne olivat karun näköisiä verrattuna alapuoliseen pintaan. Jos yläpuolen pinnat olisivat olleet samaa tasoa alapuolisen kanssa, olisivat pinnoitustöiden pohjatyöt erityisen helppoja. Laattojen laatua ei määritelty riittävän yksityiskohtaisesti sopimuksessa, jossa oli vain mainintana ”toleranssina raakakaato”. Tässä olisi voitu viitata numeerisesti johonkin toleranssilukuun, jolla olisi määritetty sallitut poikkeamat.

Kysyttäessä mielipidettä kolo-ontelolaatta- ja perinteisestä hormielementtirakenneratkaisusta haastateltava tuli tulokseen, että perinteisessä hormielementeissä on isommat riskit. Isoimpana riskinä hän pitää vuotoja ja asennusvirheitä, koska hormielementin korjaaminen on kallista ja hankalaa. Kolo-ontelolaattaa hän kehui siitä, että ammattitaitoinen valumies pystyy tekemään lattiakaadoista melkein aina erittäin hyvät. Harmi vain, että kuivumisajat koko rakennuksen osalta tällöin venyvät noin 2–3 kuukautta, mikä pidentää myös rakentamisaikaa. Kehittämisen varaa on siis tässäkin rakenneratkaisussa. Yhteenvetona voisi sanoa, että haastateltava kallistuu kuitenkin tekniikkalaatan ja tekniikkaseinän puoleen, vaikka tämä työmaa olikin ensimmäinen kohde niillä tehtynä, kuhan Parma Oy saisi hinnoja alaspäin ja paranneltua tuotteita. (Hulkko, haastattelu 19.4.2017.)

5.3 Asennusurakoitsija

Kohteessa käytettiin asennuksessa aliurakoitsijaa, joka on erikoistunut elementtiasennukseen. Tämä oli hänen ensimmäinen asennettava kohteensa, jossa käytettiin tekniikkaelementtejä eli tekniikkalaattaa ja tekniikkaseinää. YIT Talo Oy on käyttänyt kyseisiä aliurakoitsijoita paljon kohteidensa perustus- ja elementtiasennustyövaiheissa.

Ideana ~~hän~~ haastateltu urakoitsija pitää tekniikkaelementtejä hyvänä, mutta erittäin mittatarkkaustyötä täytyy tehdä laatastojaon kanssa. Pieniä ongelmia tuotti se, että tekniikkalaatat täytyy asentaa ennen ontelolaattoja sen sijaan, että ne pystyisi asentamaan ontelolaattojen kanssa yhtä aikaa. Työturvallisuus toteutui tässä ratkaisussa paremmin kuin perinteisessä kolo-ontelolaattarakaisussa: laatastokenttä oli tasainen ja aukkosuojaus toteutui myös, sillä tekniikkaseinät oli pakko asentaa samalla kuin kerroksen väliseinäelementit, jolloin kenttään ei jäänyt aukkoja.

Ongelmaksi syntyi tässä kohteessa aikataulu, koska toimittaja ei pystynyt toimittamaan aikataulun mukaisesti elementtejä työmaalle, minkä takia työt seisoivat. Kielteisenä asiana oli mittatarkkuus, joka mainittiin jo aikaisemmin. Tällä tarkoitettiin työvaihetta, jossa mittamies mittaa ja merkkää ontelolaattojen ja tekniikkalaattojen paikkoja. Tulee olla todella tarkka, koska elementtejä ei asenneta järjestelmällisesti vierekkäin, vaan tekniikkalaatat asennetaan ensimmäisenä. Varmasti kokenut ja ammattitaitoinen mittamies muutaman kohteen jälkeen harjaantuisi tässä ja tämä vaihe nopeutuisi. Pienellä kehityksellä tästä saisi varmasti hyvän tuotteen, kuhan asennusjärjestykseen ja mittatarkkuuteen pystyisi vaikuttamaan. Mieluiten haastateltu urakoitsija asentaisi kuitenkin kolo-ontelolaattoja, koska ne on koettu helpoksi, nopeaksi ja tutuksi vaihtoehdoksi. (Piitulainen, haastattelu 3.5.2018.)

5.4 Haastattelujen vertailu

Jokainen haastateltava oli työskennellyt rakennusalan parissa jo useita vuosia. Huomaten tekniikkaelementtien valmistajan haastattelu oli tietenkin hieman myyntipuhe tyylistä, mutta sieltä pystyi kaivamaan oleelliset faktat joidenka avulla pystytään vertailemaan näitä kahta rakenneratkaisuja. Työmaa henkilöiden puolelta tekniikkaelementeistä oli kahdenlaista näkemystä, mutta päälankana voidaan kuitenkin pitää sitä, että kun tuotteita kehitettäisiin vielä hieman, olisivat ne vielä parempia.

Hyvinä ominaisuuksina pidettiin, että työmaalta jäi työvaiheita pois. Tämän takia rakentamisaikaa pystyttäisiin teoriassa lyhentämään, kun kuivumisajat lyhentyvät. Myös työturvallisuus oli oleellinen asia. Ontelolaatta kentästöt ovat tasaisia tekniikkalaatoilla ja P27R -ontelolaatalla tasaiset, jolloin korkoeroja ei ole ja kompastusriski pienenee. Myös läpivientiaukot ovat paljon pienempiä kuin perinteisellä hormielementillä tehdessä.

Eroten kuitenkin vastaavan työnjohtajan ja Parma Oy työntekijän haastattaviin elementtiasennus aliorakoitsijan oli hieman tekniikkaelementtejä vastaan, koska ne tuottivat heille lisätöitä mittaamisen osalta ja hän koki hankalaksi asennus järjestyksen ensiksi tekniikkalaatat ja sitten vasta ontelolaatat.

6 VERTAILU

Tässä luvussa on vertailtu molempia rakenneratkaisuja, kylpyhuoneen kohdalle tulevia laattoja ja talotekniikkahormeja, keskenään. Taulukossa 5. nähdään vasemmalla puolella tekniikkaelementeillä toteutettu ratkaisu ja oikealla puolella kolo-ontelolaatalla ja perinteisellä hormielementeillä toteutettu ratkaisu. Vertailussa on vertailtu suunnittelua, toteutusta ja työmaan näkökulmaa.

Kustannuksia verratessa käytetään luvuissa 4.1 ja 4.1 esitettyjä taulukoita, joissa on laskettuna, kuinka paljon kummallakin ratkaisulla tulisi yksi kerros maksamaan. Vertailukohteet ovat lähes identtisiä eroten kerrosten lukumäärällä. Lisäksi arkkitehdit ovat tehneet joitain erilaisia tilaratkaisuja. Tekniikkalaatalla ja tekniikkaseinällä toteutettuna ilman hyvityksiä hinta on 41 500 €/kerros ja kolo-ontelolaatalla ja perinteisellä hormielementillä 39 000 €/kerros, eli erotukseksi tulee $41\,500\text{ €} - 39\,000\text{ €} = 2500\text{ €}$. Näin ollen vaihtoehtojen kustannuserolla ei ole vaikutusta. Otettaessa huomioon tekniikkaelementtien hintaan mukaan hyvitykset kolo-ontelolaatan LVIS-installaatiosta ja työnjohdosta voidaan hinnasta vähentää 3 300 €/kerros, ja tällöin hinnaksi jäisi vain 38 200 €. Tekniikkaelementtien hinta (sisältäen hyvitysvähennykset) – kolo-ontelolaatan ja perinteinen hormielementin hinta $39\,000\text{ €} - 38\,200\text{ €} = -800\text{ €}$ eli tekniikkaelementit

olisivat 800 € edullisempi vaihtoehto ottaen huomioon, että numerot on pyöristetty, jolloin todellinen erotus on isompi.

Taulukko 5. Vertailutaulukko tekniikkaelementtejen ja kolo-ontelolaatan ja perinteisen hormielementin eroavaisuuksista.

Tekniikkalaatta	Kolo-ontelolaatta
<p>Suunnittelu kuuluu kauppaan.</p> <p>LVIS-asennukset, lattialämmityskaapelit ja lat- tiakaadot tehdään tehtaalla valmiiksi.</p> <p>Vähemmän asennettavia elementtejä. Lyhyt kuivumisaika. Heti valmis, valmistaa pintaa pääsee tekemään nopeammin. 100 mm korkeampi huonekorkeus.</p>	<p>Elementtisuunnittelun pystyy ottamaan toimittajan kautta, kololaatan LVIS- suunnitelmia ei.</p> <p>Työmaalle jäävät LVIS-asennukset, lat- tialämmityskaapelit, valaminen ja lat- tiakaatojen tekeminen.</p> <p>Enemmän asennettavia elementtejä. Pitkä kuivumisaika. LVIS-asennukseen ja valamiseen menee aikaa, ei pääse heti pinnoittamaan.</p>
Tekniikkaseinä	Perinteinen hormielementti
<p>Suunnittelu kuuluu kauppaan. Voidaan toteuttaa kantavana rakenteena. Väliseinäelementti, vähemmän elementtejä. Tuo enemmän pinta-alasäästöjä. Vesi- ja lämpöputkien pystynousuvarukset han- kala toteuttaa, ei ole mietitty loppuun asti.</p> <p>Kallis hinta.</p>	<p>Suunnittelu kuuluu kauppaan. Ei-kantava rakenne. Voidaan myös käyttää osana väliseinää. Ovat erillisiä elementtejä. Vesi- ja lämpöputkien pystynousut pys- tytään viemään helposti.</p> <p>Edullinen hinta.</p>

Rakenneratkaisut ovat hyvin samankaltaisia keskenään, mutta joitain eroavaisuuksia löytyy. Keskeisin eroavaisuus on tekniikkaseinän ja perinteisen hormielementin ero siinä voiko hormin asentaa kantavana vai ei kantavana rakenteena. Tätä ominaisuutta voidaan käyttää hyödyksi juuri siinä, että elementtiä voidaan osana kantavan väliseinää, jolloin tarvitsee vähemmän elementtejä. Tämä vaikuttaa vahvasti kustannuksiin. Suunnittelun kuuluminen kauppaan on tärkeä ominaisuus, kun pystytään ostamaan kokonaan valmis tuotekokonaisuus eikä tarvitsi hajottaa suunnittelua ja tuotantoa.

7 YHTEENVETO

Rakennerratkaisut ovat loppujen lopuksi hyvin samankaltaiset toisiinsa verrattuina. Molempien kehittäjät ovat halunneet tuoda tuotteillaan kustannus- ja tilasäästöjä ja helpottaa työmaiden työskentelyä. Tekniikkaelementteistä ei ole vielä kuitenkaan niin paljon kokemusta työmailta, jolloin mahdolliset ongelmat eivät ole tulleet esiin. Perinteisillä hormielementeillä puolestaan on ollut ongelmia työmailla erilaisten vuotojen kanssa, ja liitokset ovat asennusvaiheessa menneet ryppyyn. Tämä johtuu kylläkin enemmän huolimattomasta asennuksesta kuin itse tuotteesta.

Kun katsotaan kustannuksia, on melkein sama, kumman ratkaisun valitsee. Mahdollisesti 800 €:n erotus voi hävitä betonipintojen jälkitöihin tekniikkaelementtien osalta tai perinteisiä hormielementtejä joudutaan piikkaamaan, jolloin erotus kasvaa vielä entisestään. Otetaan huomioon vielä se, että Parma Oy nosti tekniikkaseinän hintoja melkein heti sen jälkeen, kun kohde oli valmistunut. Tällä saattaa olla vaikutuksia kustannuksiin negatiivisesti tekniikkaseinän osalta. Kun mietitään tuotteita tekniikan näkökulmasta, molemmat tuotteet täyttävät vaadittavat säännökset. Kuitenkin, jos täytyisi valita jompikumpi, valittaisiin se ratkaisu, kummasta työmaa pitäisi enemmän. Mallikohteen vastaava työnjohtaja piti tekniikkaelementteistä enemmän kuin perinteisestä kolo-ontelolaatasta ja hormielementistä, mutta vastaavasti he, jotka asensivat elementit aliurakoitsijana, eivät niistä niin pitäneetkään. Opinnäytetyön tekijä suosittelee katsomaan kohdekohtaisesti, onnistuuko tekniikkaelementtien sijoittaminen järkevästi pohjakuviin. Lisäksi on tarkasteltava, ovatko elementit taloudellisesti kannattavia ja minkälaiset olosuhteet työmaalla on.

Tekniikkalaatassa on hyötyä siitä, että rakennusaikaa saadaan lyhennettyä noin 0,8 viikkoa per kerros. Esimerkiksi jos kohteessa on esimerkiksi yhteensä kahdeksan kerrosta, olisi aikaa säästetty noin 6,5 viikkoa. Kolo-ontelolaatassa kuivumisajat ovat tuon kokoisessa kohteessa noin 1–2 kuukautta. Ajallinen säästö on merkittävä osa valintaa, koska nyt ja tulevaisuudessa halutaan rakentaa nopeammin: peruserrostalokohteessa rakennusaikaa ei ole enää 15 kuukautta, vaan esimerkiksi vain yhdeksän kuukautta.

Parma Oy:n työntekijän haastattelussa selvisi, ettei Parma Oy tällä hetkellä valmista tekniikkaseiniä, vaan valmistaminen on keskeytetty. Jos tätä tietoa ei olisi tullut esiin, olisi opinnäytetyön tekijä päätenyt tekniikkalaatat ja tekniikkaseinät -ratkaisuun. Opinnäytetyön tekijä haluaa esittää kompromissia, jossa käytettäisiin tekniikkalaattaa, koska työmaalla tapahtuvia työvaiheita olisi vähemmän ja kuivumisaika olisi lyhempi. Tämän kanssa opinnäytetyön tekijä suosittelee käytettäväksi perinteistä hormielementtiä, jolla saataisiin kuljetettua pystyssä menevä talotekniikka helpoiten.

LÄHTEET

Betonielementti ry (n.d.). Hormielementit. Haettu 19.4.2017 osoitteesta <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/hormielementit>

Betoniteollisuus ry (n.d.). Ontelolaataston suunnitteluohje. Haettu 19.4.2018 osoitteesta <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Elpotek Oy (n.d.). Asennusopas. Haettu 18.4.2018 osoitteesta <http://www.rudus.fi/ohjeet/elpo-hormi-asennusohjeet>

Eloranta, O. (2013). *Tekniikkalaatta rakennustuotteena*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma, Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 7.2.2017 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65706/Lopputyo-Eloranta-46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kivioja, L. (2013). *Märkätilojen lattiarakenneratkaisu*. Opinnäytetyö. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Haettu 26.3.2018 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53921/Mestari-tyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lahtinen, R. (2017). *Elpo-hormien asennuksen kehittäminen*. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 9.1.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124327/Lahtinen_Roope.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Panu, J. (2016). *Tekniikkaseinä rakennustuotteena*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Haettu 7.2.2017 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/107287/Tekniikk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parma Oy (2012). Ontelolaatastojen suunnittelukurssi 21.11.2012. Haettu 10.2.2017 osoitteesta <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23907/Ontelolaatastojen%20suunnittelu-kurssi%20SUUNNITTELU%2021%2011%202012%20Juha%20R%c3%a4m%c3%b6.pdf>

Parma Oy (2013). Parman ontelolaatastot suunnitteluohje 3.12.2013. Haettu 10.2.2017 osoitteesta

http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMA_ontelolaatatot_suunnitteluohje_031213.pdf

Parma Oy (2015c). Parman ontelolaatta- ja kuorilaatatot asennus- ja työmaaohje 25.8.2015. Haettu 10.2.2017 osoitteesta

http://www.parma.fi/images/files/downloads/Parman%20ontelo-%20ja%20kuorilaatatot_asennus-%20ja%20tyomaaohje_2015_WEB.pdf

Parma Oy (2012a). Parman tekniikkalaatta, märkätilojen uusi laattarakaisu P27R-ontelolaatta suunnitteluohje 31.5.2012. Haettu 10.2.2017 osoitteesta

http://www.parma.fi/images/files/publications/PARMA_vpr_suunn_ohje_low.pdf

Parma Oy (2012b). Tekniikkalaattaesite 31.5.2012. Haettu 10.2.2017 osoitteesta

http://www.parma.fi/images/files/publications/tekniikkalaatta_parma-kansioon.pdf

Räikkönen, P. (2012). *Kylpyhuonetoteutusten vertailu*. Opinnäytetyö. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Haettu 9.1.2018 osoitteesta

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41874/Raikko-nen%20Petri.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saarinen-Kauppinen & Puusniekka, (n.d). Teemahaastattelu. Haettu 8.5.2018 osoitteesta

http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html

Salminen, T. (2012). *Talotekniikan pystynousujen vaihtoehtoiset toteutustavat uudiskerrastolarakenemisessa*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 19.4.2017 osoitteesta

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41991/Salminen_Taneli.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Varonen, V. (2010). *Luja-hormielementin asennusohjeet*. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Savonia ammattikorkeakoulu. Haettu 18.4.2017 osoitteesta

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13998/Varonen_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haastattelut

Hulkko, P. (2017). Vastaava työnjohtaja, YIT Talo Oy. Haastattelu 19.4.2017

Lounas, J. (2018). Suunnittelupäällikkö, Parma Oy. Haastattelu 25.4.2018

Piitulainen, J. (2018). Toimitusjohtaja, Larabe Oy. Haastattelu 3.5.2018