

Jaakko Panu

# Tekniikkaseinä rakennustuotteena

Tekniikkaseinän erityispiirteet ja vertailu Elpo-hormitoteutukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan insinööri

Insinöörityö

6.4.2016

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Jaakko Panu Tekniikkaseinä rakennustuotteena Tekniikkaseinän erityispiirteet ja vertailu Elpo-hormitoteutukseen 36 sivua + 2 liitettä 6.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaaja(t)	Laaturpäällikkö Ossi Pohjola Työnjohtaja Tom Sanden Lehtori Juha Virtanen
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tekniikkaseinä rakennustuotteena. Työ toteutettiin YIT Rakennus OY:n toimesta. Työn tavoitteena oli kerätä tietoa tekniikkaseinän erityispiirteistä ja tehdä tekniikkaseinästä tuotekortti suunnittelunohjauksen ja tuotannonohjauksen käyttöön. Työssä tutkittiin tekniikkaseinän erityispiirteitä työmaatoiminnan, suunnittelun ja kustannusten näkökulmasta sekä vertailtiin tekniikkaseinää Elpo-hormitoteutuksen kanssa. Työssä kerättiin myös kokemuksia tekniikkaseinän käytöstä pilottikohteen perusteella.</p> <p>Parma Oy:n kehittämä tekniikkaseinä on todella uusi tuote markkinoilla, eikä tuotteesta ole paljon julkaistua materiaalia. Tämän vuoksi opinnäytetyön aineisto kerättiin pääasiassa haastattelumenetelmällä. Haastattelututkimuksen lisäksi tietoa kerättiin YIT:n ensimmäisen tekniikkaseinäkohteen kokemusten perusteella.</p> <p>Haastatteluista kerätyn tiedon ja pilottikohteen kokemusten perusteella todettiin, että tekniikkaseinä on hyvä tuote ja voi tulevaisuudessa olla kilpailukykyinen vaihtoehto Elpo-hormitoteutukselle, jos asennusnopeutta saadaan parannettua ja hintaa laskettua. Elpo-hormin todettiin olevan parempi ratkaisu työmaatoiminnan näkökulmasta. Tekniikkaseinän hyviksi puoliaksi todettiin mm. tekniikkaseinän kantavuusominaisuudet, vähemmän asennettavia elementtejä ja tilasäästö verrattuna Elpo-hormitoteutukseen. Heikkouksina tekniikkaseinällä todettiin olevan tuotteen asentamiseen kuluva aika työmaalla ja tuotteen suorat kustannukset.</p> <p>Tekniikkaseinä on uusi tuote, jota kehitetään jatkuvasti eteenpäin. Tulevaisuudessa yritys voi hyödyntää opinnäytetyössä kerättyä tietoa ja työn tuloksia tekniikkaseinää valittaessa rakennuksen pystyhormirakenteeksi.</p>	
Avainsanat	Tekniikkaseinä, Elpo-hormi, Tekniikkalaatta, LVI-tekniikka, betonielementti

Author Title	Jaakko Panu Technical Wall Structure as a Construction Product
Number of Pages Date	36 pages + 2 appendices 6 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Project Management for Construction
Instructor(s)	Ossi Pohjola, Quality Control Manager Tom Sanden, Construction Site Foreman Juha Virtanen, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis was technology wall structure as a construction product. This thesis was commissioned by YIT Rakennus Ltd. The goal for this study was to collect information about the special characteristics of a technology wall structure and create an information package designed for the use of construction planning and production. The special characteristics of the technology wall structure were researched from the point of view of construction site operation, planning and cost. The technology wall structure was also compared with the Elpo-flue structure. Experience on the use of the technology wall structure based on a pilot project were also recorded in this study.</p> <p>Technology wall structure, which has been developed by Parma Ltd, is a brand new product on the market. There is little published information about the product which is why most of the material for this thesis was collected by interviewing professionals working with the product. In addition to the interviews, information was gathered from the experiences YIT had with technology wall structure in their pilot project.</p> <p>Based on the information gathered from interviewing and the experiences in the pilot project, technology wall structure was found to be a good product and can be a competitive choice for a vertical flue structure in the future if the installation process can be improved and the cost brought down. Elpo-flue structure was found to be a better product from construction site's point of view. Positive features of the technology wall structure were found to be its suitability for a load-bearing wall, the fact that there are fewer elements to install and the fact that it saves space compared to the Elpo-flue structure. Negative sides were found to be its time consuming installation process and financial costs.</p> <p>Technology wall structure is a brand new product that is constantly being developed further. In the future the company can make use of the information and results of this thesis when considering the technology wall structure as a vertical flue structure in an apartment building.</p>	
Keywords	Technology wall structure, Elpo-flue structure, Technology slab floor structure, HPAC technology, Concrete element

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tekniikkaseinä rakennustuotteena	2
2.1	Kehityskaari	2
2.2	Tekniikkaseinän ominaisuudet	2
2.3	Suunnittelu	4
2.3.1	Kohteeseen soveltuvuuden arviointi ja suunnittelun kulku	5
2.3.2	Rakenne- ja LVIS-suunnittelu osana tuotetta	6
2.4	Tekniikkaseinän asennus ja asennuksessa huomioitavat asiat	8
2.5	Tekniikkalaatan yhteys tekniikkaseinään	9
2.6	Tekniikkaseinän valmistuksen laadunvarmistus	10
3	Elpo-hormi hormirakenteena	11
3.1	Elpo-hormilla saavutetut ominaisuudet	11
3.2	Asennus	12
3.3	Suunnittelu	14
4	Vertailu ja kustannukset	15
4.1	Tekniikkaseinä vs Elpo-hormi	15
4.2	Kustannukset	16
4.2.1	Kustannusvertailu	16
5	Tutkimusmenetelmät	19
6	Pilottikohde	20
6.1	Kohteen esittely	20
6.2	Laatasto- ja hormirakenteet	20
6.3	Kokemukset tekniikkaseinästä	21
7	Haastattelut	23
7.1	Teemahaastattelun kysymyksiä	23
7.2	Haastattelu: YIT, Projektipäällikkö Maiju Vallittu	23

7.3	Haastattelu: YIT, Runkotyönjohtaja Tom Sanden	24
7.4	Haastattelu: YIT, Elementtiasennusryhmän nokkamies Mikko Myllynen	26
7.5	Haastattelu: Parma Oy, Tuotepäällikkö Krister Harju	28
7.6	Haastattelu: Parma Oy, Suunnittelupäällikkö Markku Räisänen	30
8	Pohdinta ja johtopäätökset	32
9	Yhteenveto	34
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Tekniikkaseinä tuotekortti	
	Liite 2. Tekniikkaseinän suunnittelun lähtötiedot	

## Lyhenteet

LVI	Lämpö-, vesi- ja ilmastointijärjestelmät
Gryndaus	Omaperustaista urakointia, missä rakennusliike hankkii maa-alueen, rakentaa siihen ja myy lopputuotteen itse. Rakennusliike toimii itse pääura-koitsijana, tilaajana sekä rakennuttajana.
dB	Desibeli. Äänenvoimakkuuden mittayksikkö.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö toteutetaan YIT Rakennus Oy:n tilaamana, asuntorakentamisen (AR) liiketoimintaryhmään ARK-yksikölle eli Kerrostalot Pääkaupunkiseutu -yksikölle. Tekniikkaseinä on ensimmäistä kertaa pilottikäytössä YIT:llä ja yrityksellä on tarve keräillä kokemuksia tekniikkaseinän käytöstä pilottikohteessa sekä hankkia laajempaa tietoa tekniikkaseinän tuomista ominaisuuksista ja mahdollisuuksista.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä tekniikkaseinästä tuotekortti suunnittelun- ja tuotannonohjauksen käyttöön. Tuotekortissa tulisi huomioida tekniikkaseinän ominaisuudet sekä suunnittelussa ja tuotannossa tärkeimmät huomioitavat asiat.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan tekniikkaseinää rakennustuotteena ja kerätään kokemuksia tekniikkaseinän käytöstä pilottikohteen perusteella. Työssä tutkitaan tekniikkaseinän työmaatoimintaa, suunnittelua ja kustannuksia sekä vertaillaan tekniikkaseinää nykyiseen YIT:llä käytössä olevaan hormielementtiin.

Tekniikkaseinät valmistaa Parma Oy. Parma on kehittänyt tekniikkaseinän aiemmin kehittämänsä tekniikkalaatan lisäksi täydentämään Parma Oy:n tekniikkaelementtien tuoteperheen. Tekniikkaelementtien muodostamalla kokonaisuudella voidaan koko rakennuksen talotekniikka integroida rakennuksen betonielementtirunkoon. Tekniikkaseinä on erittäin uusi tuote markkinoilla. YIT:n pilottikohde on vasta toinen kohde, joka on toteutettu Parma Oy:n tekniikkaseinäelementtejä käyttäen.

Tekniikkaseinästä vähäisen julkaistun materiaalin vuoksi tärkeimpänä tutkimusmenetelmänä toimii asiantuntijahaastattelut. Haastatteluiden lisäksi tutkitaan pilottikohteessa tapahtuvia toimintoja tekniikkaseinän kanssa.

## 2 Tekniikkaseinä rakennustuotteena

### 2.1 Kehityskaari

Nykyinen tekniikkaseinä on todella uusi rakennusosatuote markkinoilla. Parma Oy:n kehittämää tekniikkaseinää on käytetty vasta muutamassa kohteessa, jotka ovat laskettavissa yhden käden sormilla. Tekniikkaseinän juuret ulottuvat jopa 1980-luvulle saakka. Tuolloin saatiin ideoita kokeilla talotekniikan sijoittamista vaaka- ja pystyvaluihin sisään. Kokeilut eivät kuitenkaan johtaneet mihinkään.

2000-luvun alusta lähtien mallinnustyökalujen kehittyminen ja 3D-mallien yleistyminen ovat mahdollistaneet yksityiskohtaisemman suunnittelun ja suunnittelijoiden välisen kommunikaation kehittymisen sekä riskittömän suunnittelun, mikä mahdollisti tekniikkaseinän kehityksen lähtemisen kunnolla eteenpäin. Viimeisen viiden vuoden aikana on tapahtunut suurimmat harppaukset tekniikkaseinän suunnittelussa ja kehityksessä.

Nykyinen tekniikkaseinä sisältää todella paljon suunnittelua ja on pitkälle jalostettu tuote. Tuotteen esivalmistusaste on saatu korkealle tasolle.

[Harju, Parma Oy. Haastattelu 24.2.2016.]

### 2.2 Tekniikkaseinän ominaisuudet

Tekniikkaseinä on Parma Oy:n kehittämä väliseinäelementti, jossa on pystyhormien tekniikkaosa kiinteänä mukana. Tuote on kehitetty Parman aiemmin kehittämän tekniikka-laatan kaveriksi luomaan tekniikkaelementtikokonaisuuden, johon voidaan integroida koko rakennuksen talotekniikka. LVIS-suunnitelmien mukainen tekniikka asennetaan tekniikkaseinään tehtaalla ja se tulee työmaalle valmiina kokonaisuutena.





**Kuva 1 Tekniikkatuotteet. Kuva: Parma Oy**

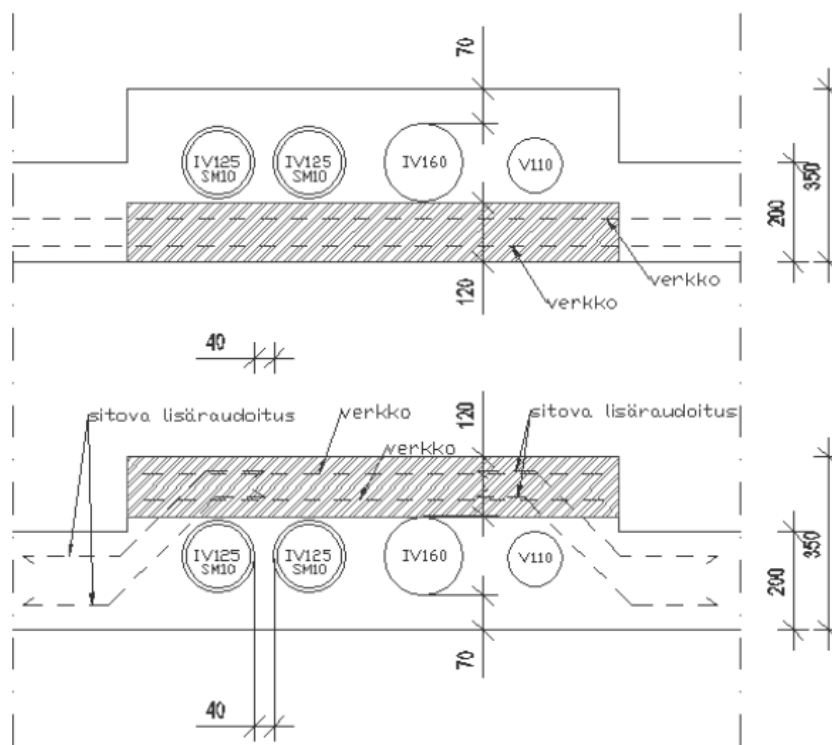
Tekniikkaseinään on mahdollista sisällyttää ilmanvaihtokanavat, sade- ja jätevesien viemäripystylinjat, vesi- ja lämpöjohtojen nousuvaraukset, radonputkistot sekä sähkö-, puhelin- ja datakaapeleiden nousuputket. Tekniikkaseinän talotekniikan sisältö suunnitellaan kohdekohtaisesti jokaisen rakennuskohteen suunnitelmien mukaisesti.

[Parma Oy, Tekniikkatuotteet -esite.]

Tekniikkaseinä voidaan tehdä tekniikkaosaltaan myös kantavaksi rakenteeksi, joko vain yksipuolisesti tai molemmilta puolilta. Tekniikkaseinän paksuuden määrittää sen sisältämien ilmanvaihtokanavien koko ja sen kantavuusominaisuudet. Tällä hetkellä Parma Oy:n suunnitteleman tekniikkaseinän maksimivahvuus on molemmin puolin kantavana

440 mm. Tämän paksumpaa tekniikkaosaa Parma Oy ei halua suunnitella, koska muuten tekniikkaseinän koko ja paino kasvavat liikaa, eikä tekniikkaseinä enää tuo lisää myyviä asuinneliöitä vaan ennemminkin syö niitä pois. Kuvassa 2 on esitetty tekniikkaseinän rakenteellisia mittoja. Kantavalle puolelle on IV-kanavasta 120 mm betonia ja ei-kantavalle puolelle 70 mm. [Harju, Parma Oy. Haastattelu 24.2.2016.]

#### KANTAVA SEINÄ, LAATASTO TUKEUTUU TOISPUOLEISESTI



Kuva 2 Rakenteellinen mitoitus. Kuva Parma Oy

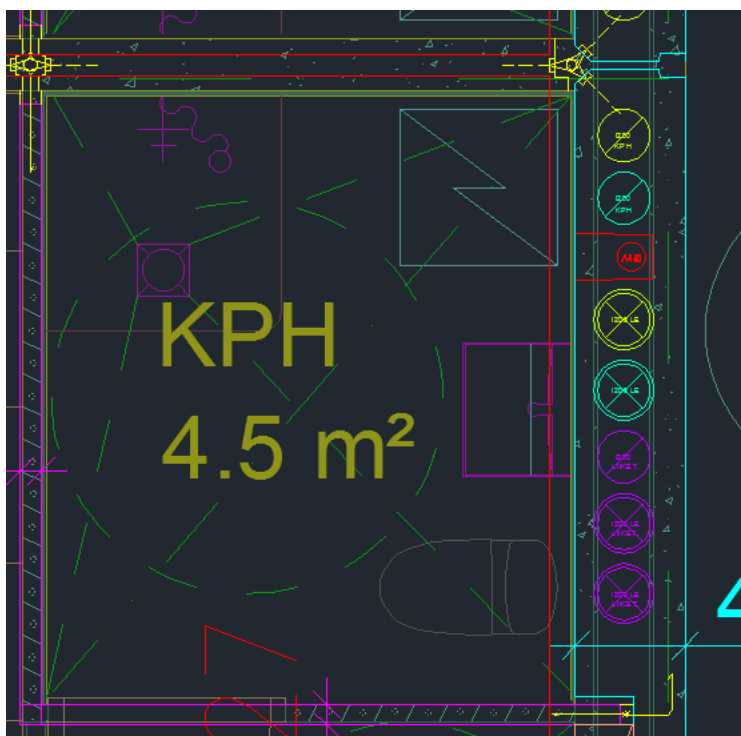
### 2.3 Suunnittelu

Suunnittelun hallinta tekniikkatuotteiden osalta kuuluu Parma Oy:lle. Suunnittelu on kuitenkin aktiivista yhteistyötä kohteen suunnittelijoiden kanssa. Tekniikkatuotteiden suunnittelu on mahdollistettu kehittyneiden suunnittelu- ja mallinnustyökalujen avulla.

### 2.3.1 Kohteeseen soveltuvuuden arviointi ja suunnittelun kulku

Tekniikkaseinän käyttö pitäisi ottaa huomioon jo hankesuunnitteluvaiheessa. Itse tekniikkaseinän suunnittelu lähtee liikkeelle sen jälkeen, kun kohteen arkkitehti on tehnyt kohteesta luonnospiirustukset. Parma tulisi ottaa suunnitteluun mukaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa heti luonnossuunnittelun alussa. Tässä vaiheessa voidaan vielä muokata keittiön sijaintia, kylpyhuoneen sijaintia ja huonejärjestyksiä niin, että tila saadaan optimoitua tekniikkaseinän ja laatan käytön kanssa toimivaksi.

Arkkitehtiluonnosten jälkeen tekniikkaseinän sijainnit luonnostellaan pohjiin kantavina ja ei-kantavina. Tekniikkaseinät pyritään saamaan sijoiteltua aina ei-kantaville linjoille, jotta tilasäästö pystyttäisiin maksimoimaan. Tässä vaiheessa luonnostellaan myös tekniikkalaattojen sijainnit ja tarkistetaan, että jännevälit ovat mahdollisia. Vaiheen jälkeen pidetään kohteesta palaveri, missä tilaajan kanssa käydään läpi ehdotettavat muutokset. Luonnostelun jälkeen tarvitaan LVI-suunnitelmia, jotta voidaan määrittää tarvittavien IV-hormien koko ja määrä ja tarkennettua seinän kokoa. Tämän jälkeen käydään läpi myös muut LVI-tekniset ratkaisut.

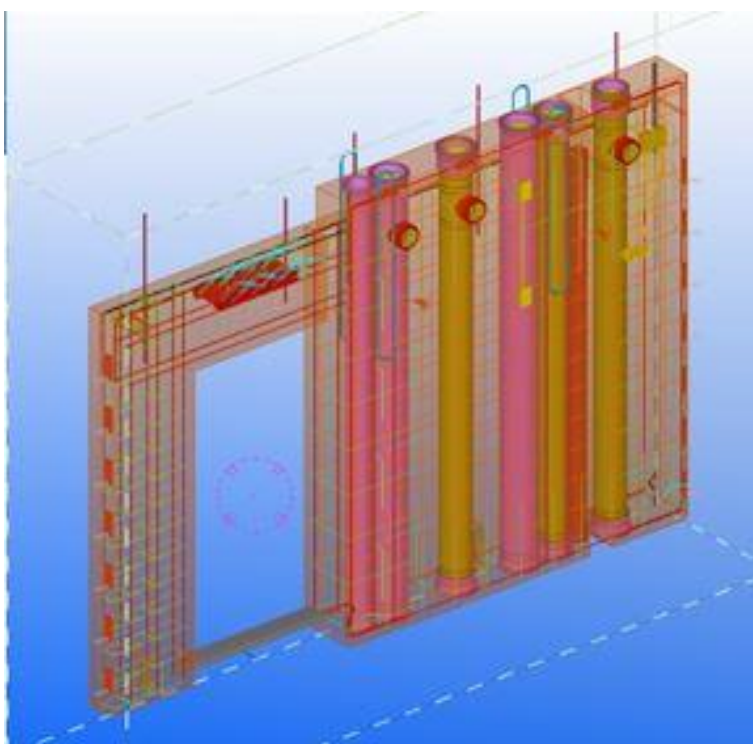


Kuva 3 Tekniikkaseinän alustava mitoitus. Kuva: Parma Oy

Kriittinen piste tekniikkaseinän suunnittelussa on seinän lopullinen mitoitus. Oikea tieto tekniikkaseinän mitoitukselle tarvitaan riittävän ajoissa. Tarkkojen mittojen saamisen jälkeen pääsevät arkkitehti, rakenne ja LVI-suunnittelu vauhdilla eteenpäin. Mitoituksen yhteydessä päätetään myös lopullinen tekniikkaseinän sisältö.

Kun ollaan saatu tekniikkaseinien sisältö selville ja mitat lyötyä lukkoon sekä rakenteellinen mitoitus tehtyä, päästään aloittamaan seinien mallintaminen ja kuvien tekeminen tuotantoa varten.

[Räisänen, Parma Oy. Haastattelu 24.3.2016.]



Kuva 4 Tekniikkaseinän 3D-malli. Kuva: Parma Oy

### 2.3.2 Rakenne- ja LVIS-suunnittelu osana tuotetta

Tekniikkaseinän suunnitteluun liittyy aina vähintään kohteen arkkitehtisuunnittelu ja LVI-suunnittelu. Kantavana rakenteena tekniikkaseinän suunnittelussa täytyy olla mukana myös rakennesuunnittelu. Sähkösuunnittelu on myös mukana, jos sähkönousut päätetään liittää tekniikkaseinässä kulkeviksi.

Tekniikkaseinät täyttävät elementtien ja niiden yhteensovittamisen osalta Rakennusmääräyskokoelman osat C1, C2 ja E1. Nämä osat käsittelevät ääneneristävyyttä ja meluntorjuntaa, rakenteellista paloturvallisuutta ja kosteudenhallintaa. [Suomen rakentamismääräyskokoelma C1, C2, 1998, E1, 2011.]

Tekniikkaseinän määräysten mukaisuudesta on tehty mm. seuraavia lausuntoja ja tutkimuksia.

- Ääniteknisiä mittauksia ja lausuntoja Ins.tsto Helimäki
  - TTY, Betonisen tekniikkaseinän kuormituskestävyys, 2013.
  - TTY, Tekniikkaseinän taulukkomitoitus palotilanteessa, Eurokoodi 2, 2015
  - Suunnittelutieto -Team Oy; LVI-tekniset detaljiratkaisut.
- [Rämö, Parma Oy. Sähköpostiviestit.]

Kohteen rakenne- ja LVIS-suunnittelun päävastuu on aina kohteen päärakennesuunnittelijalla ja LVIS-suunnittelijoilla. Parma Oy vastaa tekniikkaseinän suunnittelusta ja LVIS-suunnitelmien siirtämisestä tekniikkaseinien valmistussuunnitelmiin ja piirustuksiin.

Tekniikkaseinien suunnittelua varten tarvitaan mm. seuraavia lähtötietoja.

- 1:50 pohjapiirustukset (pdf/dwg)
- 1:50, 1:100 yleisleikkaukset (pdf/dwg)
- Kylpyhuonekaaviot
- Tasopiirustukset (pdf/dwg)
- Reikäpiirustukset ja/tai reikämalli (pdf/dwg)
- Rakenne- ja elementtiliitosdetaljit (pdf/dwg)
- Rakennetyypit (pdf/dwg)
- Kaikki LVI-suunnitelmat ifc- ja/tai dwg/pdf-muodossa

Tarkemmat lähtötiedot suunnittelua varten ovat esitettynä liitteessä 2.

Suunnittelun lähtötiedot tarvitaan viimeistään 12 viikkoa ennen toimitusta. Suunnittelun kannalta edullista olisi kuitenkin suunnittelun saaminen etupainotteiseksi, varsinkin LVI-suunnittelun osalta. [Räisänen, Parma Oy. Haastattelu 24.3.2016.]

## 2.4 Tekniikkaseinän asennus ja asennuksessa huomioitavat asiat

Työmaalla tapahtuva tekniikkaseinäelementtien asennus ja laadunvarmistustoimenpiteet eivät kuulu Parma Oy:lle. Urakkarajana tekniikkaseinän toimituksessa on elementin ulkopinta. Parma kuitenkin perehdyttää työmaan asentajat tekniikkaseinän asennuksesta ja toimittaa asennuksessa tarvittavat viemäriputkien ja IV-kanavien liitososat.

Linjan ensimmäisen tekniikkaseinän asennus on tärkein ja kriittisin tilanne asennuksessa. Ensimmäinen elementti pitää saada täysin oikeaan asemaan rakennuksen runkoon nähden, sillä se määrää seuraavien tekniikkaseinien paikan.

Ensimmäinen tekniikkaseinä asemoidaan paikalleen kolmea nurkkapistettä apuna käyttäen. Pystykallistumaa voidaan hieman elättää, mutta sivuttaissiirtymä on mahdotonta. Toleranssi tässä on 0. Seuraavien tekniikkaseinien asennus tapahtuu ohjaintappien avulla. Asennus on tarkkaa seinän asemoimista ja asennuksessa on vain pieni pelivara seinän liikkumiselle. Lopullisen seinän aseman määrää IV- ja viemärikanavat. Ohjeellinen vaakasauman korko seinän asennuksessa on 30 mm. Tekniikkaseinän- ja laatan kytkentäero on 10 mm. Korkojen pitämisellä oikeana taataan tekniikkaseinän oikea asentuminen ja kytkentöjen saaminen kohdilleen. Ohjeiden mukaisella asennuksella taataan tuotteen toimivuus ja pitkäaikaiskestävyys. Kuvassa 5 on esitetty tekniikkaseinän tarkkaa paikalleen asettelua ohjaintappien avulla.

[Harju, Parma Oy. Haastattelu 24.2.2016.]



**Kuva 5 Tekniikkaseinän asentaminen. Kuva: Jaakko Panu**

Tekniikkaseinälinjan asentamisen jälkeen suositellaan LVI-kanavien kuvaamista, jotta voidaan varmistua kanavien kunnosta ja liitoskohtien toimivuudesta. YIT:llä hormit kuvataan aina, että voidaan varmistua hormien olevan kunnossa. Hormien kuvaus suoritetaan kameralla, joka voidaan pujottaa hormin sisälle koko hormin pituudelta ja samalla tarkkailla kameran kuvaa monitorilta. Kuvauksessa selviää mm. hormien kunto, mahdolliset tukokset, liitoskohtien toimivuus ja muut mahdolliset ongelmat. Kuvauksen ajankohta kannattaa miettiä huolella. Hyvä ajankohta kuvauksen järjestämiselle on esim. pikimmiten viimeisen tekniikkaseinän asennuksen jälkeen, jolloin kuvauksen tekeminen on helppoa.

## 2.5 Tekniikkalaatan yhteys tekniikkaseinään

Tekniikkaseinä on suunniteltu tekniikkalaatan kanssa toimivaksi tekniikkaelementtikokonaisuudeksi. Tekniikkalaatta on siis hyvin oleellinen osa tekniikkaseinää. Tekniikkalaatan toimitukseen sisältyy koko välipohjalaataston suunnittelu ja toimitus käyttäen 270 mm paksua 27T tekniikkalaattaa ja P27R ontelolaattaa tai jännitettyä massiivilaattaa. Tekniikkalaatassa on varaukset viemäriputkien liittämistä varten tekniikkaseinän pystyviemäriin (kuva 6). Tekniikkaseinät suunnitellaan aina tekniikkalaattaan liittyväksi kylpyhuoneen kohdalle.





Kuva 6 Tekniikkalaatan- ja seinän viemäriiliitosten varaukset. Kuva Tom Sanden

## 2.6 Tekniikkaseinän valmistuksen laadunvarmistus

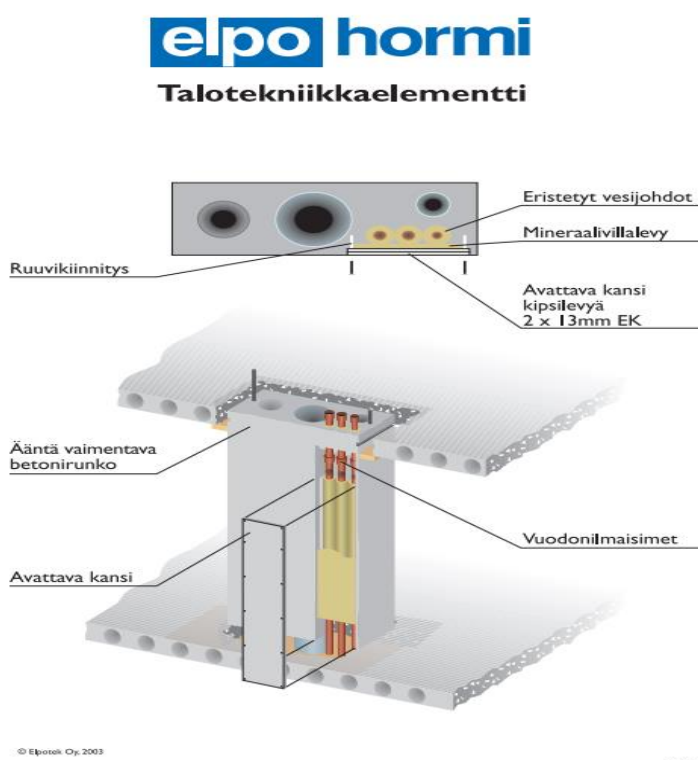
Tekniikkaseinän valmistuksessa noudatetaan Parman laatujärjestelmän mukaista toimintaa. Käyttämällä samanlaisia hyväksytyjä materiaaleja, työtapoja ja toimintatapoja molempien, tekniikkaseinän ja tekniikkalaatan valmistamisessa taataan tuotteiden yhteensopivuus, toimivuus ja pitkäaikainen käyttöikä. Viemäriputkien osalta Parma käyttää vain Uponorin hyväksytyjä LVI- standardoituja tuotteita ja ilmanvaihtoputkien osalta Fläktin tuotteita. [Harju, Parma Oy. Haastattelu 24.2.2016.]

Sertifioitua laatu- ja ympäristöjärjestelmät SFS-EN ISO 9001 ja SFS-EN ISO 14001 toimivat Parma Oy:n johtamisjärjestelmän tukena. Vastuu laadusta, ympäristöstä ja turvallisuudesta on osa jokapäiväistä Parma Oy:n toimintaa. Parma Oy:n toimintajärjestelmän ylläpitoa valvoo Inspecta Sertifiointi Oy, jonka toimesta suoritetaan vuosittain toimintajärjestelmän auditoituja sekä jatkuvan laadunvalvonnan osalta FI-tarkastuksia. Todistuksena vaatimustenmukaisesta toiminnasta ovat Inspecta Sertifiointi Oy:n myöntämät Parma Oy:n toimintajärjestelmän sertifikaatit sekä tehdaskohtaiset tuotesertifikaatit. [Parma Oy, Tekniikkalaatan suunnitteluohje.]



### 3 Elpo-hormi hormirakenteena

Elpo-hormi on Elpotek Oy:n valmistama kerroskoruinen nousuputkistot sisältävä talotekniikkaelementti. Elementit on tarkoitettu uudisrakentamiseen ja ne asennetaan runkorakentamisen yhteydessä. Tehtaalla asennusvalmiiksi valmistettavaan Elpo-hormielementtiin voidaan sijoittaa rakennuksen kaikki LVIS-putkistot, viemärit, ilmanvaihtoputket, vesijohdot ja lämpöjohdot sekä putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeliens nousuille. [Elpotek Oy, Elpo-hormi -esite.]



Kuva 7 Elpo-hormi. Kuva: Elpotek Oy

#### 3.1 Elpo-hormilla saavutetut ominaisuudet

Elpo-hormeja käyttämällä säästetään aikaa. Ennen Elpo-hormien käyttöä on rakennusten pystyhormit rakennettu ja koteloitu työmaalla. Elpo-hormeja käyttämällä jää työmaalle vain elementin nostaminen paikalleen ja putkilinjojen yhteen liittäminen kerrosten välillä, kun varsinaisen linjan rakentaminen on suoritettu valmiiksi jo tehtaalla. Aikaa säästyy LVI-urakoitsijalta, kun koko linjan rakentamisen sijaan tarvitsee Elpo-hormin kanssa tehdä vain putkiliitokset. Aikaa säästyy myös rakennusurakoitsijalta, kun hitaat

koteloiden teot voidaan jättää Elpo-hormien ääneneristävyyden ja paloteknisten ominaisuuksien vuoksi pois. Ajansäästön lisäksi säästetään Elpo-hormeja käyttämällä myös tilaa verrattuna paikalla rakennettavaan nousuputkistoon. Tilasäästö voi olla parhaimmillaan jopa kymmeniä asuineliöitä rakennusta kohti, riippuen tietysti rakennuksen koosta ja hormien määrästä. Elpo-hormi voidaan sijoittaa väliseinän päähän, keskelle väliseinää tai seinän viereen. Suurin tilasäästö saavutetaan, kun Elpo-hormi sijoitetaan osaksi seinää. [Elpotek Oy, Elpo-hormi -esite.]

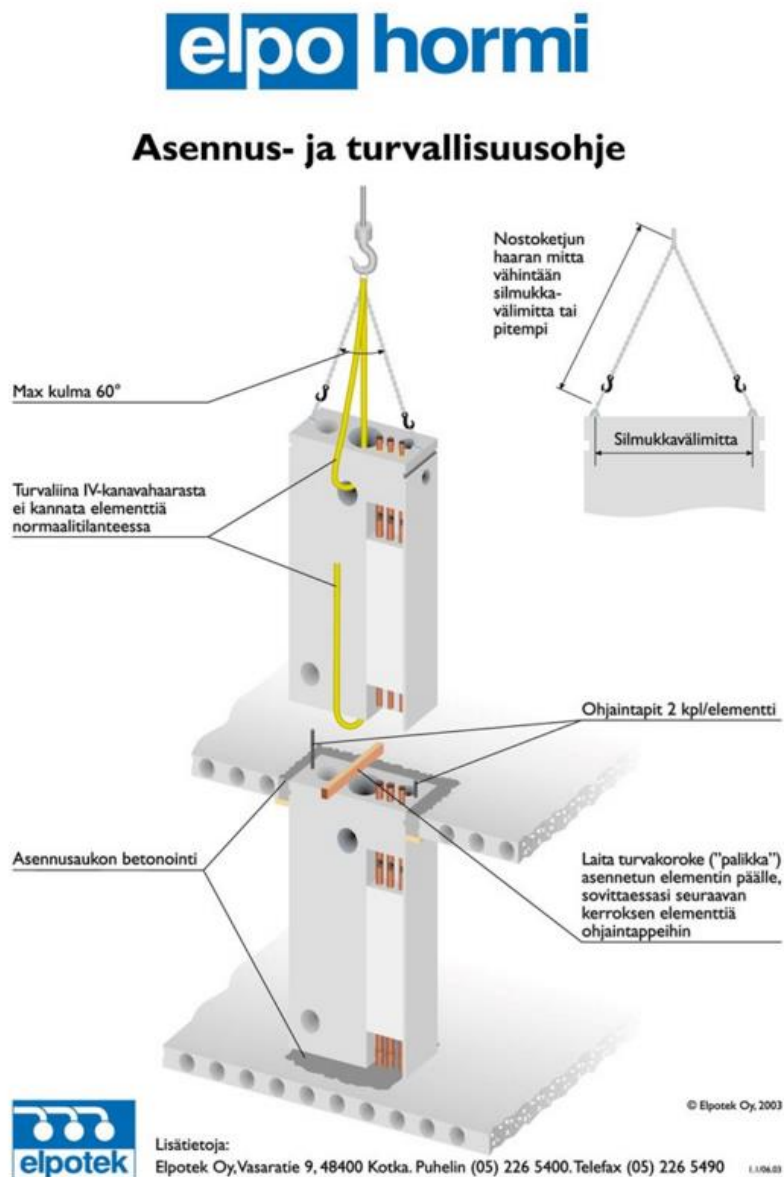
Elpot ovat työmaalle toimitettuna täysin valmiita elementtejä, eikä niitä tarvitse erikseen äänihaittojen vuoksi eristää. Ilmaääneneristysluvun ( $R'w$ ) dB arvot tulee olla asuntojen välillä vähintään 55 dB. Rakennuksen LVIS-laitteiden sallitut äänitasot asuinhuoneistossa ovat keskiäänitason ( $LA_{eq,T}$ ) kohdalla 28 dB ja maksimiäänitason ( $LA_{max}$ ) osalta 33 dB sekä keittiöissä ( $LA_{eq,T}$ ) enintään 33dB ja ( $LA_{max}$ ) enintään 38dB [Suomen Rakentamismääräyskokoelma C Eristykset, C1 (1998) Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa].

Elpo-hormien massa pinta-alayksikköä kohti on saatu riittävän suureksi, että rakennusmääräyskokoelman äänieristysvaatimukset täyttyvät. Elpo-hormien massat vaihtelevat 450 ja 690 kg/m<sup>2</sup> välillä. Huoneistoja erottavalla seinärakenteella, jonka paksuus on usein n. 180 mm ja massa n. 430 kg/m<sup>2</sup> saavutetaan rakennuksessa parhaimmillaan n. 57 dB ilmaääneneristysluku. Tarvittaessa Elpo-hormeihin voidaan lisätä erillisiä äänenvaimennusosia hormien ympärille, ellei äänivaatimukset täyty pelkästään betonikuoren tuomalla ääneneristävyydellä. [Tenkanen Tuomas, tutkintotyö.]

### 3.2 Asennus

Elpo-hormien asennuksessa on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota hormilinjaston lähtökoron saamiseksi oikeaksi, ettei hormien korko lähde karkaamaan ylöspäin mentäessä ja aiheuta ongelmia putkiliitosten ja viemärin kaatojen kanssa. Asennus suoritetaan käyttämällä apuna kahta ohjaintappia, joiden avulla Elpo-hormi saadaan tarkasti oikealle paikalleen ja putkiliitokset osumaan hyvin yhteen. Asennuksen aikana on tärkeää tarkkailla, että liitokset osuvat hyvin yhteen ja jälkeinpäin tarkastaa taskulampulla yläpuolelta, että liitosyhteet ovat paikallaan ja tiivisteet ovat kunnossa. Putki- ja IV-urakoitsija liittyvät

oleellisesti Elpoihin ja Elpojen asennukseen. Putkiurakoitsijan tehtävänä on tehdä hormien vesi- ja viemärilinjojen yhteen liittämisen kerrostasojen kohdalla. [Elpotek Oy. Elpo-hormin asennusohjeet.]



Kuva 8 Elpo-hormin asennusohje. Kuva: Elpotek Oy

Elpo-hormeja käytettäessä voidaan hormien liitoskohdan betonointi suorittaa holvivalun yhteydessä. Kololaattaa käytettäessä voidaan lattiavalu suorittaa samalla holvivalun yhteydessä, kun lattiakaivon korko ja paikka voidaan määrittää tarkasti ja viemäriiitokset

tehdä valmiiksi. Tekniikkalaattaa käytettäessä voidaan viemäriliitos myös tehdä laatan ja Elpo-hormin välille valmiiksi, jolloin holvivalun yhteydessä saadaan koko holvi kerralla valettua. Yhdellä valukerralla selviäminen on erityinen hyöty, jos lattiaita ja liitosvarauksia jouduttaisiin jättämään valamatta, pitäisi myöhemmin viritellä betonipumpun letkuja rakennukseen, mikä hankaloittaa ja hidastaa toimintaa. Aikaisella betonoinnilla saadaan rakenteet myös kuivumaan aikaisemmin, jolloin myös rakenteiden kosteuspitoisuus saadaan pinnoittamista varten tarpeeksi alhaiseksi aikaisemmin.

[Elpotek Oy, Elpo-hormi-esite ja asennusohje.]

### 3.3 Suunnittelu

Elpo-hormien suunnittelu projektissa vaatii monen tahon hyvää yhteistyötä. Suunnittelussa on mukana arkkitehti, LVI-suunnittelijat ja tietysti rakennusliike. Paras lopputulos suunnittelusta saadaan, kun Elpotekin suunnittelijoita otetaan suunnitteluun mukaan jo suunnittelun alkuvaiheessa. Arkkitehti ehdottaa paikat hormilinoille ja pyrkii sijoittamaan ne sellaisiin paikkoihin, että tilasäästö on mahdollisimman suuri ja hormilinjat ovat poissa sellaisista tiloista, missä asukkaat oleilevat. Arkkitehdin jälkeen LVI-suunnittelijat suunnittelevat hormoneihin omat putkensa ja lähettävät suunnitelmat takaisin arkkitehdille, joka tarkastaa suunnitelmat ja tekee mahdolliset muutokset. Tämän jälkeen arkkitehti- ja LVI-suunnitelmat lähetetään Elpotekille, missä hormilinoista tehdään lopulliset kuvat. Suunnitelmat ja kuvat tarkastetaan vielä kaikkien osapuolien tahoilta, jonka jälkeen valmistus voi alkaa. [Elpotek Oy, Elpo-hormi-esite.] [Tenkanen Tuomas, tutkintotyö s. 27-30.]

## 4 Vertailu ja kustannukset

### 4.1 Tekniikkaseinä vs Elpo-hormi

<u>Tekniikkaseinä</u>	<u>Elpo-hormi</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Voidaan tehdä kantavaksi rakenteeksi</li> <li>+ Lisää myytäviä asuineliöitä. Kaikki hormit samassa linjassa integroituna seinän sisälle.</li> <li>+ Vähemmän asennettavia elementtejä. Hormit ovat osana seinää</li> <li>- Tuote on todella tuore markkinoilla ja asennus on hidasta. Asennuksesta haetaan vielä kokemuksia ja oppeja.</li> <li>+ Tuotesuunnittelu sisältyy toimitukseen</li> <li>- Kustannuksiltaan kalliimpi</li> <li>• Varastointi työmaalla elementtifakeissa. Vie enemmän tilaa elementtifakeista, kuin pelkkä väliseinä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ei voida tehdä kantavana</li> <li>- Erillinen hormielementti, joka voidaan sijoittaa osaksi väliseinää, mutta vie enemmän tilaa.</li> <li>- Hormit ja väliseinät ovat erikseen asennettavia elementtejä.</li> <li>+ Tuote on ollut pitkään markkinoilla ja asennuksesta on saatu nopeaa ja sujuvaa.</li> <li>+ Kustannuksiltaan edullisempi</li> <li>• Varastointi työmaalla puiden päällä lappeellaan maassa. Voi olla ongelma pienellä tontilla.</li> </ul>

## 4.2 Kustannukset

Kustannusvertailun tekemistä Elpo-hormitoteutuksen ja tekniikkaseinätoteutuksen välillä hankaloittaa se, että Parma ei anna tekniikkaseinälle euroa/m<sup>2</sup> hintaa. Elpo-hormeilla on tietty euroa/kpl hinta ja väliseinille on annettu euroa/m<sup>2</sup> hinta, mikä mahdollistaa suhteellisen tarkan kustannusarvion laskemisen kohteelle. Pelkän suorien kustannusten vertailun perusteella ei voida kuitenkaan tehdä lopullisia johtopäätöksiä siitä, kumpi toteutustapa on edullisempi. Suorien kustannusten lisäksi pitää miettiä, miten arvottaa suunnittelupalvelun ja mitä välillisiä kustannuksia toteutustapa tuo mukanaan. Lopullisten kustannusten muodostuminen on monen tekijän summa.

### 4.2.1 Kustannusvertailu

Kustannusvertailun tekemiseen tekniikkaseinätoteutuksen ja Elpo-hormitoteutuksen välillä on käytetty hypoteettisia euromääriä, jotka eivät ole mitenkään verrattavissa tuotteiden oikeisiin hintoihin. Hypoteettisia euromääriä on kuitenkin käytetty niin, että toteutusten välisten loppusummien suhde säilyy oikeiden hintojen kaltaisena.

As Oy Vantaan Kivitaskussa Parma oli laskenut A-portaaseen 540 m<sup>2</sup> (52 kpl) tavallista väliseinää ja 179 m<sup>2</sup> (24 kpl) tekniikkaseinää. Näiden yhteishinta suunnitteluineen oli 869 euroa. Tähän lisättynä elementtiasennusta 76 kpl kertaa 1 euroa/kpl saatiin loppusummaksi 945 euroa.

Jos arvioidaan, että Elpo-hormi-kohteena laskettaessa tekniikkaseinämäärästä puolet olisi tavallista väliseinää ja toinen puoli Elpoa saataisiin  $(540 + (0,5 \times 179)) \text{ m}^2 \times 1 \text{ euroa/m}^2 = 629,5 \text{ euroa}$ . Tähän Elpo-hormit päälle  $24 \text{ kpl} \times 1 \text{ euroa/kpl} = 24 \text{ euroa}$ . Asennettavia elementtejä olisi (seinät 52 kpl + 24 kpl)  $76 \text{ kpl} \times 1 \text{ euroa/kpl} = 76 \text{ euroa}$ . Lisäksi Elpo-hormien asennus  $24 \text{ kpl} \times 0,8 \text{ euroa/kpl} = 19,2 \text{ euroa}$ . Loppusummaksi saataisiin 748,7 euroa.

[Hämäläinen, YIT Rakennus Oy. Sähköpostiviestit.]

Vertailu näyttää isoa n. 21% eroa Elpo-hormiratkaisun hyväksi. Vertailun voi kuitenkin laskea varmasti monella eri tavalla, eikä suorat kustannukset tuo esille koko totuutta näiden kahden toteutustavan välillä.

Yksi myyntiargumentti Parmalla tekniikkaseinän puolesta on tilasäästö ja lisäys myytäviin asuinliöhön verrattaessa Elpo-hormiin. Lisäys myytäviin asuinliöhön on tietysti suora kustannussäästö tekniikkaseinän hyväksi, joten se on syytä ottaa huomioon kustannusarviota tehdessä.

**Taulukko 1 Pinta-alavertailu**

Asunto		m2	KRS				
<b>A-talo (Tekn.seinillä)</b>				<b>A-talo (Elpo-hormeilla)</b>			
A1	2h+kt	53,5	1	A1	2h+kt	53,5	1
A2	2h+kt	53,5	1	A2	2h+kt	53,5	1
A3	2h+kt	53,5	1	A3	2h+kt	53,5	1
A4	liike/asuint	94,5	1	A4	liike/asuint	94,5	1
A5	liike/asuint	50,0	1	A5	liike/asuint	50,0	1
A6	3h+kt	64,5	1	A6	3h+kt	64,5	1
A7	3h+kt	64,5	1	A7	3h+kt	64,5	1
A8	2h+kt	53,5	2	A8	2h+kt	53,5	2
A9	2h+kt	53,5	2	A9	2h+kt	53,5	2
A10	2h+kt	53,5	2	A10	2h+kt	53,5	2
A11	3h+kt	70,5	2	A11	3h+kt	70,5	2
A12	2h+kt	50,5	2	A12	2h+kt	50,5	2
A13	2h+kt	43,5	2	A13	2h+kt	43,0	2
A14	2h+kt	43,5	2	A14	2h+kt	43,0	2
A15	2h+kt	43,5	2	A15	2h+kt	43,0	2
A16	2h+kt	53,5	3	A16	2h+kt	53,5	3
A17	2h+kt	53,5	3	A17	2h+kt	53,5	3
A18	2h+kt	53,5	3	A18	2h+kt	53,5	3
A19	3h+kt	70,5	3	A19	3h+kt	70,5	3
A20	2h+kt	50,5	3	A20	2h+kt	50,5	3
A21	2h+kt	43,5	3	A21	2h+kt	43,0	3
A22	2h+kt	43,5	3	A22	2h+kt	43,0	3
A23	2h+kt	43,5	3	A23	2h+kt	43,0	3
<b>A-talo yht.</b>		<b>1258,0</b>		<b>(A-talo yht.</b>		<b>1255,0</b>	

Taulukossa 1 on esitetty arkkitehdin tekemä pinta-alavertailu As Oy Vantaan Kivitaskun A-talon toteutuksesta tekniikkaseinillä ja Elpo-hormeilla. Vertailun perusteella tekniikkaseinillä saataisiin  $1258 \text{ m}^2 - 1255 \text{ m}^2 = 3 \text{ m}^2$  enemmän myytäviä asuinliöitä. Hinta-vaikutus tietenkin korostuu kalliilla alueella. Esim. jos keskihinta on  $6\,500 \text{ €/m}^2$ , on tuo hyöty jo  $19\,500 \text{ €}$ . Vantaan Kivistön alueella ei neliöhinta kuitenkaan näin kova ole ja Kivitasku myytiin sijoittajalle, mikä laskee hintahyötyä asuinliöistä vielä lisää. Lopputuloksena asuinliöistä saatu hintahyöty jäi hyvin pieneksi. Kivitasku ei ollut kuitenkaan optimikohde tekniikkaseinälle saavutettavien  $\text{m}^2$ -säästöjen osalta, koska noin puolet seinistä oli Kivitaskussa molemmiin puolin kantavia.

Suorien kustannusten lisäksi toteutusmenetelmät tuovat mukanaan välillisiä kustannuksia, mitä ei usein pystytä tarkasti ennalta määrittämään. Tekniikkaseinän kanssa Kivitas-kussa lisäkustannuksia muodosti mm. tekniikkaseinän ja laatan viemäriverausten valut. Varauksia ei voitu valaa holvivalun yhteydessä umpeen asennuksen mahdollistamisen vuoksi. Varauksien valuja varten jouduttiin tuomaan betonia paikanpäälle kottikärryillä ja tilaamaan erikseen betonia pumppuautolla. Tekniikkaseinän varaukset jouduttiin valamaan juotosvaluna ja näiden valumuottien tekemiseenkin kului paljon aikaa. Elementti-asennusryhmällä tuli asennuksen yhteydessä myös ylimääräisiä työtunteja LVI-osien sovitteiden ja liitosten tekemisen kanssa. Urakkatyöskentelyssä kaikki edellä mainittu ylimääräinen laskutettaisiin urakan ulkopuolisina lisätyötunteina.



## 5 Tutkimusmenetelmät

Tekniikkaseinä on todella uusi tuote markkinoilla ja siitä on julkaistuna todella vähän painettua materiaalia, mikä toi omat vaikeutensa tämän insinööriyön toteuttamiselle. Käytävissä on käytännössä vain Parma Oy:n verkkosivuillaan julkaisema tekniikkatuotteet-esite. Tämän vuoksi insinööriyön aineisto on kerätty pääosin haastattelututkimusta tekemällä ja esimerkkikohteita tutkimalla. Tutkimusaineiston ollessa hyvin rajallinen, ei tutkimuksen sisältöä ja tuloksia voida pitää yleispätevänä kaikkien tekniikkaseinäkohteiden osalta.

Esimerkkikohteesta kerätty tieto perustuu pitkälti keskusteluihin työmaahenkilökunnan kanssa sekä osaksi työmaan tekniikkaseinään liittyvien suunnitelmien tutkimiseen. Esimerkkikohteessa on tehty myös havainnointia tekniikkaseinien asennustilanteesta ja tekniikkaseinään liittyvistä töistä.

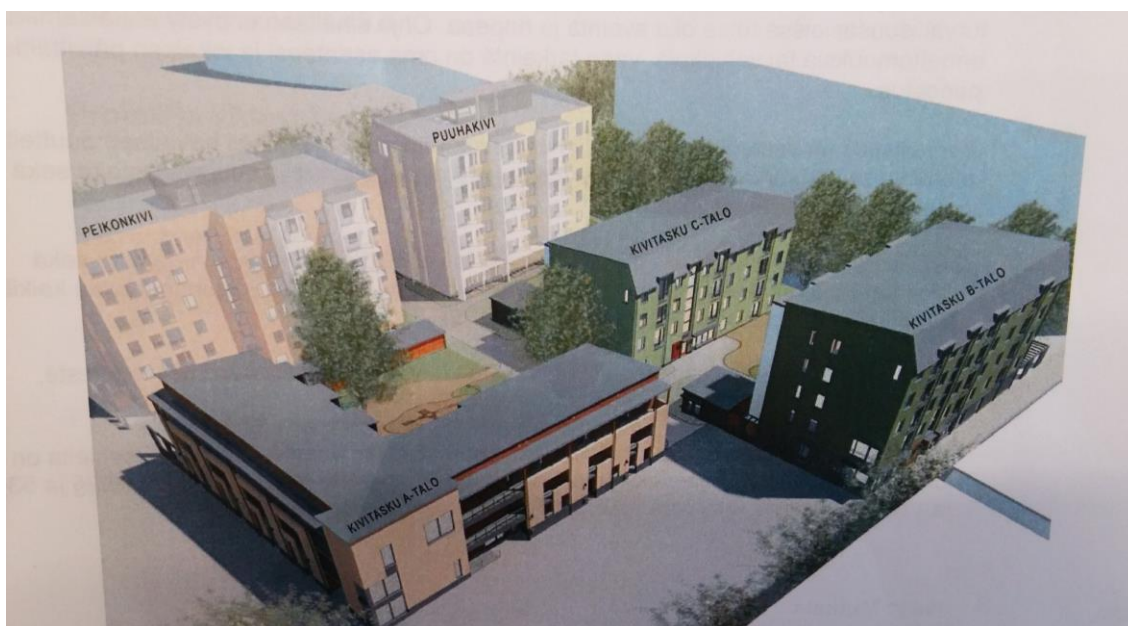
Haastattelututkimus on tehty teemahaastattelumenetelmää soveltamalla. Haastatellut henkilöt ovat esimerkkikohteessa tekniikkaseinän parissa ja sen ympärillä työskennelleitä henkilöitä sekä Parman tekniikkaseinän kehityksessä ja suunnittelussa mukana olleita asiantuntijoita.

Teemahaastattelu ei ole valmiiden ennalta tarkasti mietittyjen yksityiskohtaisten kysymysten johdattama haastattelu vaan enemmänkin keskustelumainen tilanne, jota johdattelee tietyt ennalta suunnitellut teemat, jotka ovat kaikille haastateltaville samankaltaiset ja joiden välillä voidaan liikkua joustavasti. Teemahaastattelu ei ole avoin haastattelu, mutta on kuitenkin lähempänä strukturoimatonta, kuin strukturoitua haastattelua. [Hirsjärvi & Hurme. 2000. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, s.47-48.]

## 6 Pilottikohde

### 6.1 Kohteen esittely

As Oy Vantaan Kivitasku sijaitsee Vantaan Kivistössä. Kohteeseen rakennetaan kolme betonielementtirakenteista kerrostaloa. 4- ja 5-kerroksiset pistetalot ja 3-kerroksinen luh-titalo, yhteensä 80 asuntoa. Kohteen rakentaminen aloitettiin helmikuussa 2015 ja kohde tullaan luovuttamaan kesäkuussa 2016. Kohde aloitettiin gryndituotantona, mutta myytiin sijoittajalle myöhemmin. Kuvassa 7 on mallinnettu havainnekuva kohteesta.



Kuva 9 Havainnekuva kohteesta. Kuva: YIT Rakennus Oy

### 6.2 Laatasto- ja hormirakenteet

Kohteen kerrostalojen rungot tehtiin betonielementtirakenteisina. C - ja B-taloissa, 4- ja 5-kerroksisissa pistetaloissa käytettiin laattarakenteena Parman tekniikkalaattaa T27 ja ontelolaattaa P27R. Pystyhormirakenteena näissä taloissa käytettiin Elpotekin Elpo-hormeja. A-talossa, 3-kerroksisessa luhitalossa käytettiin myös Parman tekniikkalaattaa ja ontelolaattaa laattarakenteena, mutta pystyhormirakenteena käytettiin Parman suunnittelemaa tekniikkaseinää. A-talossa pystynousut IV- ja viemärikanavien osalta toteutettiin tekniikkaseinillä ja vesinousut kevytrakenteisina. Sähkönousut kulkevat ryhmäkeskusten

kohdilla. Noin puolet A-talon tekniikkaseinistä toteutettiin molemmiin puoliin kantavina seininä.

### 6.3 Kokemukset tekniikkaseinästä

Tekniikkaseinä on kyseisessä kohteessa ensimmäistä kertaa käytössä YIT:llä, eikä kennelläkään ollut minkäänlaista aiempaa kokemusta tekniikkaseinästä. Parmallekin Kivitasku oli vasta toinen tekniikkaseinäkohde. Tekniikkaseinän odotettiin olevan todella vaikeasti paikalleen asennettava uusi tuote, mutta kaikki tekniikkaseinät saatiin kuitenkin asennettua paikoilleen ilman suuria ongelmia. Elpo-hormien asennukseen verrattuna tekniikkaseinien asentaminen vei kuitenkin huomattavasti enemmän aikaa. Alussa enemmän, mutta nopeutui loppua kohden hieman, kun työtapoja onnistuttiin kehittämään.

Tekniikkaseinän asennuksessa viemäriiliitosten tekeminen ja paikoilleen saaminen kahden tekniikkaseinän ja tekniikkalaatan välillä koettiin hankalimmaksi ja ylivoimaisesti eniten aikaa vieväksi työvaiheeksi. Putkiasennusten urakkarajat ovat selvät, mutta vaikeasti toteutettavat tekniikkaseinän kohdalla. LVI-urakoitsijan putkimies tekee putkiliitokset alemman tekniikkaseinän ja tekniikkalaatan välille valmiiksi seuraavaa tekniikkaseinän paikalleen asennusta ennen. Putkiliitosten saaminen täysin oikeaan asemaan osoittautui kuitenkin ongelmalliseksi. Tekniikkaseinän asennuksessa ongelmien ilmetessä putkien liitosten kanssa joutuivat elementtimiehet tekemään ylimääräistä putkityötä, että seinä saatiin paikoilleen. Viemäriputkien varausten koettiin tekniikkaseinissä olevan myös liian pienet. Aikuisen miehen kädet mahtuvat varauskoloon, mutta tuolloin koloon ei pysty kuitenkaan näkemään ja tekeminen on täysin tuntoaistin varassa. Ilmanvaihtoputkien liitokset tuntuivat toimivan hyvin ja niihin oltiin tyytyväisiä.

Viemäriiliitosten mittatarkkuusongelmien vuoksi tekniikkaseiniä käytettäessä ei voida vala teknikkalaattojen viemäriasennusten varauskoloja umpeen holvivalun yhteydessä, että viemäreitä pystytään asemoimaan ja tekniikkaseinä saataisiin asennettua paikoilleen. Tämän vuoksi tekniikkaseiniä käytettäessä tuli Kivitaskussa holvivalun lisäksi 2 ekstra valukertaa, mikä toi lisää työtä.

[Sanden, YIT Rakennus Oy. Keskustelut työmaalla.]

Paperilla tekniikkaseinä vaikuttaa hyvältä ja lupaavalta tuotteelta, mutta sen asennusjärjestävyydessä on vielä paljon parannettavaa. Kehitettävää on varsinkin putkiliitoksissa. Putkiliitokset tulisi saada kehitettyä niin tarkaksi, että vaakavaraukset voitaisiin valaa umpeen holvivalun yhteydessä ja seuraava tekniikkaseinä yksinkertaisesti nostaa paikoilleen ilman suurta sovittelua putkien kanssa.

Asennuksen hitaus koettiin suurimmaksi ongelmaksi tekniikkaseinän kanssa. Uuden tuotteen kohdalla asennus vie tietenkin aluksi hieman enemmän aikaa, mutta mitä useampia toistoja asennuksen kanssa tehdään, sitä paremmin asennus alkaa sujua. Kivitaskussa työtapoja onnistuttiin kehittämään asennuksen edetessä ja nopeuttamaan asennusta. Matalan kerrosluvun (3) vuoksi asennuksesta saadut kokemukset jäivät kuitenkin suhteellisen vähäisiksi, eikä asennuksen kanssa päästy ns. kunnolla vauhtiin.

## 7 Haastattelut

Haastatteluihin valittiin YIT:ltä ARK yksikön henkilökuntaa, jotka ovat olleet mukana pilottikohteessa tekniikkaseinien suunnittelu- tai asennusprosessissa. Lisäksi Parmalta on haastateltu tuotepäällikkö Krister Harjua, joka on ollut tekniikkaseinän kehitysryhmässä yhtenä vetäjänä, sekä Markku Räisästä, joka on vetänyt tekniikkaseinän suunnittelutyötä. Parman asiantuntijoiden lausuntoihin on haastatteluosion lisäksi viitattu aiemmin tässä insinöörityössä.

### 7.1 Teemahaastattelun kysymyksiä

Teemahaastatteluissa rakennettiin keskustelua mm. seuraavien kysymysten kautta.

- Kokemukset tekniikkaseinästä
- Tekniikkaseinän hyvät ja huonot puolet
- Vertailu Elpo-hormiin
- Yleisimmät ongelmat asennuksessa
- Kehitysideat
- Tulevaisuus
- Oma näkemys tuotteesta.

### 7.2 Haastattelu: YIT, Projektipäällikkö Maiju Vallittu

Ennen Kivitaskun työmaata silloinen Kivitaskun työpäällikkö oli rakentanut useita kohteita tekniikkalaattaa käyttäen ja Parma oli kaupannut tekniikkaseinää laatan lisäksi jo useaan otteeseen. Tekniikkalaatan käytöstä oli saatu hyviä kokemuksia ja Kivitaskussa A-talo oli sopivan pieni, joten siihen uskalsi ottaa tekniikkaseinän testaukseen. Vallittu on myös vahvasti uusien asioiden testaamisen kannalla, jotta asioita saataisiin kehittämään. Vallittu puolsi tekniikkaseinän testaamista ja se myös päätettiin ottaa testaukseen.

Tuote oli kaikille uusi, eivätkä YIT:n suunnittelijat tunteneet tuotetta ollenkaan. Parma hoitikin suunnittelun tekniikkaseinän osalta pilottikohteeseen. Parma esitteli tuotetta ja suunnittelun puolesta pidettiin muutamia suunnittelukokouksia, missä päätettiin mm. tekniikkaseinissä kulkeva tekniikka. Suunnittelijoilta ei kuitenkaan saatu palautetta siitä, mil-

lainen tuote tekniikkaseinä on verrattuna Elpo-hormiin. Vallitun mielestä suunnittelun näkökulmasta ei ole väliä käytetäänkö hormirakenteena Elpoa vai tekniikkaseinää, kumpikaan tuote ei osoita erityisiä hyviä tai huonoja puolia toiseen verrattuna.

Tekniikkaseinän valintaan ei oikeastaan vaikuttanut merkittävästi mikään seinän erityinen hyvä ominaisuus, vaan suurimmaksi osaksi tekniikkaseinää haluttiin testata uusien toimintatapojen ja tuotteiden kartoittamisen vuoksi. Parma oli kaupannut tuotetta sillä, että myytäviä neliöitä saadaan lisää, minkä kautta tulee myös säästö. Arkkitehdiltä pyydetiin vertailu myytävistä neliöistä tekniikkaseinää ja Elpo-hormia käyttäen. Vertailun tuloksena saatiin tekniikkaseinää käyttämällä vähän myytäviä neliöitä lisää, mutta määrä oli kuitenkin niin mitätön, että tuotetta ei sen vuoksi Vallitun mielestä välttämättä kannata valita kohteeseen.

Vallitun mielestä tekniikkaseinä ei sovellu hyvin kaikista edullisimpaan tuotantoon korkean hintansa puolesta, mutta ei myöskään kovin hyvin kalliimpaan tuotantoon, koska sellaisissa kohteissa tarjotaan asiakkaille paljon muutostöitä. Kohtuuhintaisessa perustuotannossakin käytetään usein kylpyhuone-elementtejä, mikä sotii tekniikkaseinän käytön kanssa. Tekniikkaseinän testauksen puolesta Vallittu harmittelee, että Kivitasku myytiin sijoittajalle. Nyt ei pystytä testaamaan samalla kerralla, kuinka tekniikkaseinä olisi joutanut muutostöiden kanssa. Vallitun mielestä olisi ehkä hyvä testata tekniikkaseinää vielä toisessa hankkeessa gryndituotannossa, että saataisiin kokemuksia myös muutostöiden tekemisestä tekniikkaseinän kanssa.

Valmisosaelementeistä rakentaminen on Vallitun mielestä hyvä asia, mutta tekniikkaseinän käytön kanssa tulevaisuus YIT:llä on vielä hämärän peitossa. Suunnittelunäkökulmasta tekniikkaseinä vaikuttaa ihan hyvältä tuotteelta, mutta sitä ei tulla laittamaan suunnitelmiin, jos työmaat ovat sen käyttöä vastaan. Vallittu toivoo kuitenkin, että tuotetta kehitetään ja sille saadaan kilpailua, jotta tuotteen hinta saadaan myös pidettyä kurissa.

### 7.3 Haastattelu: YIT, Runkotyönjohtaja Tom Sanden

Sandenin kokemukset tekniikkaseinästä ovat näin asennuksen jälkeen positiivisella puolella, vaikka asennusvaiheessa olikin hieman ongelmia, eikä kaikki kokemukset sieltä ole positiivisia. Suurimmilta peloilta kuitenkin Sandenin mukaan vältyttiin ja seinät saatiin

asennettua hyvin paikoilleen. Yksinkertaiseksi Sanden ei kuitenkaan seinän asentamista kuvaile, vaan myöntää, että seinän paikalleen saamisessa oli paljon tekemistä.

Asennuksessa yleisin ongelma oli viemäriputkien liitoksen tekeminen. Liitoskappaleita puuttui aluksi jonkin verran Parman toimitusongelmien vuoksi ja liitosten tekemisessä oli välillä epäselvyyttä, kuka liittää mitäkin ja missä vaiheessa. Samaa viemäriiliitosta tekniikkaseinän- ja laatan välillä oli parhaimmillaan tekemässä LVI-urakoitsija, Parman asentaja ja elementtiporukka. Viemäriiliitoksille tehty varauskolokin oli vähän turhan pieni. Ilmanvaihtoputkien kartioliitos toimi tekniikkaseinässä Sandenin mukaan hyvin ja ohjaintapitkin olivat pääosin hyvät. Tekniikkaseinän kohtaa holvissa ei myöskään saatu kokonaan valettua holvivalun yhteydessä, koska putkiliitoksia varten jouduttiin jättämään varaukset auki, minkä vuoksi tuli toinen valukerta ja vielä kolmas valukerta, että saatiin seinien alapäässä olevat viemäriputkien käsikolot umpeen, kertoo Sanden. Käsikolot jouduttiin tekemään painevaluna, mikä oli valujen puolesta työläin vaihe, koska valumuottien tekemiseen meni oma aikansa.

Elpo-hormiin verrattuna tekniikkaseinä on Sandenin mielestä hieman epämääräinen tuote, koska se on ikään kuin seinä, jonka päässä on Elpo. Jos tekniikkaseinällä saadaan selvää tilasäästöä aikaiseksi, on se selvä etu Elpoon verrattuna. Sanden kuitenkin epäilee, että tilasäästöä ei juurikaan tekniikkaseinällä saavuteta. Muita etuja Sanden ei tekniikkaseinän käytössä näe. Tekniikkaseinän asentamisessa jää yksi nosto pois, mutta Elpo-hormin paikalleen nosto on nopea ja se aika mitä siinä säästetään ja enemmänkin menee tekniikkaseinän paikalleen saamiseksi. Lisäksi tekniikkaseinä vie elementtifakkeista enemmän tilaa, mikä voi olla ongelma, jos elementtifakkeja ei ole useampaa käytettävissä. Valuja tulee tekniikkaseinässä kolme, kun Elpo-hormi saadaan valettua kerralla holvivalun yhteydessä. Tekniikkaseinän käyttömahdollisuudet ovat Elpo-hormiin verrattuna myös hyvin rajalliset, koska tekniikkaseinä vaatii aina tekniikkalaatan mukaan.

Tulevaisuutta ajatellen tekniikkaseinä voisi olla ihan hyvä tuote tekniikkalaatan lisänä, mutta viemäriiliitosten tarkkuus pitää saada paremmaksi, ettei asennuksessa siihen pala ylimääräistä aikaa. Asennuksen kannalta kohde onnistui Sandenin mukaan ihan hyvin, eikä suurempia aikatauluongelmia tullut, kun aikataulussa oli otettu riskivaroja tekniikkaseinän asennuksen kohdalla. Sandenille jäi tekniikkaseinän asennuksesta neutraali fiilis. Tekniikkaseinä ei ollut mikään erinomainen tuote asennuksen kannalta, mutta ei myöskään täysi katastrofi.

#### 7.4 Haastattelu: YIT, Elementtiasennusryhmän nokkamies Mikko Myllynen

Myllysen kokemukset tekniikkaseinästä kallistuvat hieman negatiiviselle puolelle. Tekniikkaseinän tulisi Myllysen näkemyksen mukaan helpottaa ja nopeuttaa työmaalla työskentelyä, mutta Kivitaskussa kävi kuitenkin toisin päin. Asentajalta vaaditaan tekniikkaseinän kanssa asennuksen lisäksi paljon ylimääräistä aikaa vievää työtä, mm. putkiosien sovittelua. Myllysen mukaan tekniikkaseinästä puhuttaessa pitäisi seinän sisältää kaiken tekniikan, eikä vain ilmanvaihto- ja viemäriinjoja, kuten Kivitaskussa. Patterilinjat ja kuparilinjat jouduttiin tekemään seinän viereen ja sen vuoksi jouduttiin tekemään tilaa vieviä melkein tyhjiä kotelaita, mikä vei jälleen enemmän aikaa työmaalla.

Elpoon verrattuna Myllynen ei näe tekniikkaseinän käytössä hyötyä ainakaan työmaalle, ennemminkin haittaa. Tekniikkaseinän asentaminen on Myllysen mukaan paljon hitaampaa Elpoon verrattuna. Lisäksi varastoinnin kannalta tekniikkaseinä vie paljon tilaa elementtifaakeista, kun taas Elpo-hormit voidaan varastoida puiden päälle maahan makamaan. Jotta tekniikkaseinä voisi kilpailla kunnolla Elpo-hormin kanssa, tulisi kytkentöjen mittatarkkuus viemäreiden ja ilmastoinnin osalta tekniikkaseinässä saada samalle tasolle Elpo-hormin kanssa. Elpo-hormi voidaan valaa yhdellä valukerralla holvivalun yhteydessä kiinni, kun taas tekniikkaseinässä kytkentöjen ollessa hieman epätarkkoja joudutaan tekemään kolme eri valukertaa, holvivalu, kytkentävalu ja juotosvalu. Kuvassa 10 on tekniikkaseinän asennustilanne. Holvivalussa on jouduttu jättämään tekniikkalaatan viemäriveraukset auki, että tekniikkaseinän viemäriiliitosta tehdessä voidaan putkia siirrellä ja asetella, jos seinän liitos ei meinaa osua kohdalleen. Varaukset täytyy valaa myöhemmin. Lisäksi tekniikkaseinän viemäriveraukselle joudutaan rakentamaan muotti ja valamaan se juotosvaluna.





**Kuva 10 Tekniikkaseinän asennustilanne. Kuva: Tom Sanden**

Asennuksessa yleisin ongelma oli Myllysen mukaan viemäriliitosten ja kytkentöjen tekeminen. Kytkentöjen osalta jouduttiin tekemään liikaa osien sovittelemista. Yleisesti asennuksen hitaus ja hidastavien tekijöiden suuri määrä olivat Myllysen mukaan ongelma. Parman lausunnon mukaan viemäriliitosten kohdalla riittää, kun putki on liitosmuhvin sisällä 30 mm tiivisteeseen yli, kun taas YIT:n ohjeen mukaan tulisi putki saada liitosmuhvissa pohjaan saakka n. 60 mm yli tiivisteeseen, kertoo Myllynen. Tekniikkaseinän viemäriliitoksessa on paljon liitoskohtia, eikä liitoksen tarvitse välttämättä paljoa heilahtaa, että liitos jostain kohtaa alkaa vuotaa, mikä on Myllysen mukaan riski. Asentajan täytyy tässä olla tarkkana ja merkata kaikki liitoskohdat tarkasti tussilla ja varmistaa, että liitokset saadaan tarpeeksi tiiviiksi. Kuvassa 11 on esitetty tekniikkaseinän viemäriputkien liitosta. Kuvassa tekniikkaseinä on asennettuna korkolappujen päälle, mutta viemäriputkien välille jää selvä rako, joka jää liitosmuhvin sisälle.



**Kuva 11 Pystyviemäriiliitos. Kuva: Tom Sanden**

Uusien tuotteiden kokeilu on työmaalla aina hieman hankalaa, kertoo Myllynen. Elementtiasentajat tekevät töitä urakalla, mutta tällaisen uuden tuotteen asentamisesta, mistä kukaan ei juuri tiedä mitään on vaikea tehdä urakkasopimustakaan. Ongelmista huolimatta kaikki seinät saatiin kuitenkin hyvin asennettua, eikä viemärikuvauksissakaan näkynyt ongelmia. Selviä kehityksen kohteita tulevaisuudessa on Myllysen mukaan liitosten mittatarkkuuden saaminen täsmälliseksi. Tällä hetkellä tekniikkaseinä ei Myllysen mukaan pysty kilpailemaan Elpo-hormin kanssa, mutta tulevaisuudessa kehityksen mennessä eteenpäin voidaan asiaa miettiä uudestaan.

#### 7.5 Haastattelu: Parma Oy, Tuotepäällikkö Krister Harju

Tekniikkaseinä on pitkän kehityksen ja suunnittelun tuotos. Tuote on suunniteltu täysin tekniikkalaatan kaveriksi luomaan koko talotekniikan sisältävän tekniikkaelementtikokonaisuuden. Harjun mukaan ei kuitenkaan ole mitään estettä tekniikkaseinän käyttämiselle esimerkiksi paikallavaluholvin kanssa. Ilman tekniikkalaattaa seinän tuoma lisäarvo tilaajalle jää kuitenkin paljon pienemmäksi, eikä tekniikkaseinää olekaan ainakaan vielä myyty ilman tekniikkalaattaa.

Tekniikkaseinän kanssa kokonaisuuden onnistumisen kannalta kaikki pohjautuu suunnitteluun, kertoo Harju. Tekniikkaseinää käytettäessä Parmalle kuuluu tekniikkaseinien

suunnittelu ja holvin elementoinnin suunnittelu tekniikkalaatan kanssa, tilaaja tuottaa taloteknisen suunnittelun. Hyvin läpiviety projekti Parman tekniikkatuotteilla, tekniikkaseinällä ja tekniikkalaatalla vaatii tilaajalta paneutumista tuotteisiin yhtenä isona taloteknisenä komponenttina jo suunnittelun alkuvaiheessa. Suunnittelu vaatii hyvää kommunikointia Parman, tilaajan ja LVI-suunnittelijoiden sekä arkkitehdin kanssa hyvän lopputuloksen varmistamiseksi. Suunnittelun saaminen etupainotteiseksi olisi tekniikkatuotteiden suunnittelun kannalta iso plussa. Suunnitelmien ollessa kunnossa ja oikea-aikaisesti Parmalla, saadaan tuote oikea-aikaisesti työmaalle, ellei tuotannossa ole ongelmia, kertoo Harju.

Tekniikkaseinän asennuksessa tulee seinän korkomaailma ottaa tarkasti huomioon. Varsinkin lähtökoron saaminen oikeaksi linjan ensimmäisellä seinällä on tärkeää. Pahimmillaan virheellinen lähtö voi aiheuttaa ristiriitoja risteävien seinien kanssa. Tekniikkaseinän vaakasauma tulee olla 30 mm ja seinän ja laatan kytkentäero 10 mm. Asennus tapahtuu ohjaintappien ohjaamana, joissa on pieni pelivara seinän liikkumiselle. Lopullisen aseman seinälle määrää IV- ja viemärikanavat. Pystykallistumaa seinän kanssa voi hieman elättää, mutta sivuttaissiirtymä on mahdoton. Toleranssi tässä on 0, kertoo Harju. Tekniikkaseinän asennuksen kanssa on hyvä suunnitella myös asentamisen vaiheet, etenkin valurytmi valmiiksi, ettei seinän asentamisessa kulu ylimääräistä aikaa. Holvivalun yhteydessä ei voida valaa viemäriverauksia umpeen, että tekniikkaseinä saadaan sovittua ongelmitta paikoilleen.

Elpo-hormiin verrattuna tekniikkaseinä on Harjun mukaan erinomainen tuote. Elpo-hormia ei saada kantavaksi, kun tekniikkaseinä voidaan tehdä yhdeltä puolelta tai molemmilta puolilta kantavaksi. Tekniikkaseinän käyttö tuo lisää myytäviä neliöitä ja tehokkuutta tuotantoon ja sen kautta rahallista hyötyä.

Tekniikkalaatan kanssa on tehty jo kymmeniä kohteita ja asennus on vakiintunutta. Sen kanssa tiedetään kokemusten kautta, miten asennus tulee hoitaa ja mitä asennuksessa tulee välttää. Tekniikkaseinän kanssa kokemuksia vielä kerätään ja harjoitellaan, että asennus saadaan sujuvaksi ja vakiintuneeksi, kertoo Harju. Kivitasku toi Parmalle hyvää kokemusta tekniikkaseinien kanssa. Parmalle oli hyvä, että Kivitaskussa oli paneuduttu ja panostettu tekniikkaseinän asennukseen ja asentamassa oli ammattitaitoinen suomenkielinen elementtiasennusryhmä. Parman näkökulmasta Kivitasku meni hyvin ja suunnitelmien mukaisesti ilman suurempia ongelmia, kertoo Harju.

Tekniikkaseinän tulevaisuus näyttää Harjun mukaan varsin hyvältä. Kysyntää on paljon ja Parma pyrkii nostamaan tuotannon kapasiteettia, että suureen kysyntään pystytään vastaamaan. Nykyinen tekniikkaseinä on vakiokorkeudeltaan 2970 mm, mutta Parma pyrkii saamaan tekniikkaseinästä myös 3970 mm korkean version, että tekniikkaseinän kanssa voidaan toimia laajemmalla alueella.

## 7.6 Haastattelu: Parma Oy, Suunnittelupäällikkö Markku Räisänen

Suunnittelun näkökulmasta tekniikkaseinän käyttö selkeyttää rakennuksen runkoa. Tekniikkaseinässä tekniikka on aidosti kantavan tai ei-kantavan seinän sisällä. Tällä on ajettu takaa sitä, että tekniikkaseinä on työmaalle asennusystävällisempi. Asennettavia kappaleita tulee vähemmän ja kantavuutensa ansiosta ei tarvitse tehdä erillisiä laataston kannatuksia. lopputulema on rakenteellisesti selkeämpi, kertoo Räisänen.

Suunnittelun hallinta tekniikkatuotteiden osalta kuuluu Parmalle. Mitä aikaisemmassa vaiheessa Parma pääsee mukaan suunnitteluun, sitä paremmin saadaan tekniikkatuotteiden suunnittelu toteutettua kohteessa ja tuotteista saadaan suurin hyöty irti kaikille osapuolille. Kohteen valmiit suunnitelmat tulisi olla Parmalla viimeistään 12 viikkoa ennen tuotteiden toimitusta työmaalle, mutta tekniikkatuotteiden suunnittelun kannalta olisi edullista, jos suunnittelua saataisiin aikaistettua, kertoo Räisänen. Monessa tapauksessa Parman mielestä on ollut ongelmana se, että varsinkin LVI-suunnittelu lähtee liian myöhään liikkeelle.

Tekniikkaseinät ja seinien sisältö suunnitellaan kohdekohtaisesti aina niin, miten kohteelle on edullisinta. Tekniikkaseinät yritetään aina saada suunniteltua ei-kantavana, jolloin tilasäästö saadaan mahdollisimman hyväksi. Jos tekniikkaseinät saadaan suunniteltua ei-kantavana ja tekniikkaosan lisäksi saadaan jatkettua normaalia väliseinää niin, että työmaalle asennettavien kappaleiden määrää saadaan pienennettyä, on tekniikkaseinä lyömätön tuote. Kukaan ei häviä tällaisessa tilanteessa, kertoo Räisänen.

Parma tekee jokaisen kohteen kohdalla perehdytyksen tekniikkaseinästä tuotteena ja tekniikkaseinän asennuksesta. Perehdytyksessä on mukana elementtiasentajat ja LVI-asentajat. Tekniikkaseinän asennuksessa linjan ensimmäisen tekniikkaseinän sijainnin saaminen runkoon nähden täsmälleen oikein on tärkeintä asennuksessa, sillä se määrää

ylempien seinien sijainnin. Nurkat pitää saada kohdilleen ja lähtökorko oikeaksi, niin asennus onnistuu. Pientä pelivaraa asennuksessa on, kertoo Räisänen.

Merkittävin ero Elpo-hormiin verrattuna Räisäsen mukaan on, että tekniikkaseinä on aidosti seinän osa. Tekniikkaseinä voidaan tehdä kantavana ja se pystyy jatkumaan seinän osana. Tekniikkaseinässä kaikki hormit ovat samassa linjassa seinän sisällä. Tekniikkaseinää käyttämällä huoneistoihin ei tule ylimääräisiä tilaa vieviä hormoneja ja myytäviä asuineliöitä saadaan lisää.

Tulevaisuus tekniikkaseinällä näyttää Räisäsen mukaan hyvältä. Tilauskanta on suuri ja tällä hetkellä Parma ei pysty vastaamaan suureen tilausmäärään. Tulevaisuudessa Parma pyrkii nostamaan tuotantokapasiteettiaan.

## 8 Pohdinta ja johtopäätökset

Tekniikkaseinää mietittäessä kohteen pystyhormirakenteeksi voidaan puhua Parman tekniikkatuotepaketista. Tekniikkaseinä on suunniteltu tekniikkalaatan kanssa toimivaksi koko rakennuksen talotekniikan sisältäväksi kokonaisuudeksi. Rakenteellisesti tekniikkaseinää voitaisiin käyttää yksinäänkin, mutta käytännössä tekniikkalaatta tulee aina tekniikkaseinän mukana.

Tekniikkaseinän käytöllä on selviä etuja ja paperilla tekniikkaseinä vaikuttaakin erittäin hyvältä tuotteelta. Tekniikkaseinän rakenteelliset ominaisuudet kantavana rakenteena selkeyttävät rakennuksen rungon suunnittelua ja toteutusta. Rakenteellisten ominaisuuksien lisäksi tekniikkaseinällä saavutetaan pientä tilasäästöä Elpo-hormiin verrattuna ja saadaan myytäviä asuineliöitä lisää. Tekniikkaseinää käyttämällä säästetään myös työmaalla asennettavien kappaleiden määrässä. Käytännössä työmaalla tulee yksi väliseinän asennus vähemmän yhtä tekniikkaseinää kohden Elpo-hormin käyttöön verrattuna.

Tekniikkaseinän käytöllä on kuitenkin myös selkeitä heikkouksia Elpo-hormitoteutukseen verrattuna varsinkin työmaalla tapahtuvassa toiminnassa. Tekniikkaseinän monista hyvistä puolista huolimatta ei näin yhden kohteen läpiviennin jälkeen voida tekniikkaseinää kuvailla erityisesti Elpo-hormia parempana vaihtoehtona uudisrakennuksen hormirakenteena.

Tekniikkaseinän tarkoituksena on nopeuttaa ja helpottaa työmaatoimintoja, mutta Kivitaskun kokemusten perusteella asennus on osittain hankalaa ja vie paljon aikaa verrattuna Elpo-hormin ja väliseinän asennukseen. Suurin ongelma asennuksessa on seinän asettuminen paikoilleen viemäriiliitosten suhteen. Pieni virhe viemäriiliitosten asemassa riittää estämään tekniikkaseinän sujuvan paikalleen asentumisen ja korjaustoimenpiteet vievät aina paljon aikaa. Aikaa vievän asennuksen lisäksi kustannukset tekniikkaseinällä ovat Elpo-hormitoteutusta kalliimmat. Tekniikkaseinä tuo kustannussäästöjä tilasäästön kautta, mutta tilasäästö on kuitenkin hyvin pientä ja lopulliset kustannukset vaikuttavat silti Elpo-hormitoteutusta suosivimmilta.

Jotta tekniikkaseinä pystyisi paremmin kilpailemaan Elpo-hormitoteutuksen kanssa tulee tekniikkaseinän asennus saada yhtä sujuvaksi, kuin Elpo-hormilla. Viemäriiliitosten mitattarkkuus pitäisi saada niin tarkaksi, että viemärien vaakavaraukset voidaan holvivalun yhteydessä valaa umpeen ja tekniikkaseinä yksinkertaisesti nostaa paikoilleen, kuten

Parman kotisivuilta löytyvässä tekniikkatuotteiden havainnollistavassa videossakin asennus esitetään. Asennuksen ongelmien korjaamisen lisäksi tulisi tekniikkaseinän kustannuksia saada kilpailukykyisemmäksi Elpo-hormitoteutuksen kanssa.

Tekniikkaseinän valmistuksessa piilee mielestäni iso kustannussäästö verrattuna Elpo-hormin ja väliseinän valmistukseen. Tekniikkaseinä valmistetaan yhdellä muotilla, yhtä työryhmää käyttäen, kun taas Elpo-hormi ja väliseinä joudutaan valmistamaan kahdella eri muotilla ja kahdella työryhmällä. Karkeasti katsoen tarvittava muottikalusto puolittuu ja tarvittava työryhmä puolittuu, mikä on varmasti suuri kustannussäästö elementtitehtäille. Tämä kustannussäästö pitäisi saada näkymään myös tuotteen hinnassa.

Uuden tuotteen kanssa asennus on ymmärrettävästikin alussa aina hieman hitaampaa verrattain tuotteeseen, jota on asennettu jo useita vuosia. Yksi syy Kivitaskun kokemuksiin tekniikkaseinän asennuksen hitaudesta on varmasti pilottikohteen matala kerros-luku. Asennuksen kanssa ei päästy tekemään useita toistoja, eikä asennuksen kanssa sen vuoksi ehditty myöskään harjaantua kunnolla. Korkeammassa rakennuksessa asennus alkaa varmasti sujumaan paremmin useampien toistojen kautta.

Nykyinen tekniikkaseinä on vielä todella uusi tuote markkinoilla ja osa tekniikkaseinän kanssa kuluva ajasta työmaatoiminnoissa voidaan laittaa harjoittelun ja kokemusten keräämisen piikkiin. Uskon, että tulevaisuudessa, kun tekniikkaseinän käytöstä on saatu riittävästi kokemuksia ja ongelmille on keksitty ratkaisuja, tulee tekniikkaseinän asennus nopeutumaan. Tekniikkaseinä tulee varmasti helpottamaan työmaatoimintoja ja olemaan kova kilpailija Elpo-hormitoteutukselle, mahdollisesti korvaamaan täysin Elpo-hormien käyttöä tekniikkalaattakohteissa.



## 9 Yhteenveto

Opinnäytetyön lähtökohtana oli tutkia tekniikkaseinää betonielementtirakenteisen uudisrakennuksen hormirakenteena ja kerätä kokemuksia tekniikkaseinän käytöstä pilottikohteen perusteella. Tekniikkaseinää oli tarkoitus myös vertailla YIT:llä paljon käytössä olevaan Elpo-hormiin. Opinnäytetyön lopputuloksena tehtiin tekniikkaseinä tuotekortti suunnittelunohjausta ja tuotannonohjausta varten. Tuotekortti on esitettyä tämän opinnäytetyön liitteenä liitteessä 1.

Tekniikkaseinästä vähäisen julkaistun tiedon vuoksi yhtenä ja tärkeimpänä tutkimusmenetelmänä tekniikkaseinän tutkimiselle toimi asiantuntijahaastattelut. Haastattelujen lisäksi tutkittiin pilottikohdetta ja pilottikohteessa tehtäviä työmaatoimintoja tekniikkaseinän osalta.

Haastatteluista kerätyn tiedon perusteella ja pilottikohdetta tutkimalla voidaan todeta, että tekniikkaseinä on tekniikkalaattakohteissa potentiaalinen haastaja Elpo-hormille tulevaisuudessa. Nykyisellä tekniikkaseinällä työmaatoiminnoista kerätään vielä kokemuksia ja seinän asennus on huomattavasti hitaampaa verrattuna Elpo-hormiin. Vaikka pilottikohteessa ei pystyttykään nopeuttamaan ja helpottamaan työmaatoimintoja tekniikkaseinän tarkoituksenmukaisella tavalla, tuo tekniikkaseinän käyttö muita etuja verrattuna Elpo-hormiin. Tekniikkaseinä voi mm. säästää tilaa ja tuoda lisää myytäviä asuineliöitä rakennukseen ja tekniikkaseinä voidaan toteuttaa kantavana rakenteena.

Tekniikkaseinän käyttöä ja kehitystä tulee olemaan mielenkiintoista seurata tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa tuotetta tutkittaessa tulisi erityisesti kiinnittää huomiota tuotteen asennusprosessin kehittymiseen sekä hinnan määräytymiseen ja kehittymiseen.



## Lähteet

Parma Oy. Tekniikkalaatan suunnitteluohje 1.1.2012. Viitattu 28.2.2016  
[http://www.parma.fi/images/files/publications/PARMA\\_ol\\_suunnohje\\_optimized.pdf](http://www.parma.fi/images/files/publications/PARMA_ol_suunnohje_optimized.pdf)

Parma Oy. Tekniikkatuotteet esite. Viitattu 28.2.2016 [http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMA\\_tekniikkatuotteet\\_esite\\_A4\\_web.pdf](http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMA_tekniikkatuotteet_esite_A4_web.pdf)

Elpotek Oy. Elpo-hormi esite. Viitattu 3.3.2016 <http://www.rudus.fi/hinnasto-ja-esitteet/esitteet/elpo-hormi-esittely-fin-rus-eng-swe>

Elpotek Oy. Elpo-hormin asennusohjeet. Viitattu 3.3. 2016 <http://www.rudus.fi/ohjeet/elpo-hormi-asennusohjeet>

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena. 2000. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Tenkanen, Tuomas. 2005. Elpo-hormien käyttö asuinrakennuksessa, tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C Eristykset, C1 (1998) Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C Eristykset, C2 (1998) Kosteus, määräykset ja ohjeet. <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>

Suomen Rakentamismääräyskokoelma E, Rakenteellinen paloturvallisuus, E1 (2002) Rakennusten paloturvallisuus. <http://www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>

Lassi Hämäläinen YIT Rakennus Oy, sähköpostiviestit.

Juha Rämö Parma Oy, Sähköpostiviestit.

Tom Sanden YIT Rakennus Oy, keskustelut työmaalla

Haastattelut

**Haastattelut**

Vallittu, Maiju. Projektipäällikkö YIT Rakennus Oy. 23.2.2016.

Sanden, Tom. Työnjohtaja YIT Rakennus Oy. 23.2.2016.

Myllynen, Mikko. Elementtiasennusryhmän nokkamies YIT Rakennus Oy. 23.2.2016

Harju, Krister. Tuotepäällikkö Parma Oy. 24.2.2016

Räisänen, Markku. Suunnittelupäällikkö Parma Oy. 24.3.2016



## Tuotekortti: Tekniikkaseinä

Tekniikkaseinä on Parma Oy:n kehittämä rakennuksen pystyhormit sisältävä väliseinäelementti. Tekniikkaseinä on kehitetty tekniikkalaatan kaveriksi, yhdessä tuotteet muodostavat koko talotekniikan sisältävän tekniikkapaketin. Tekniikkaseinä voidaan tehdä kantavana rakenteena ja näin selkeyttää rakennuksen rungon suunnittelua ja toteutusta.

Suunnittelu tekniikkaseinän osalta kuuluu Parma Oy:lle. Suunnitteluvaiheessa YIT:n on tilaajana otettava tekniikkaseinä- ja laatta huomioon taloteknisenä kokonaisuutena ja huolehdittava kohteen suunnitelmien lähettämisestä Parmalle viimeistään 12vk ennen tuotantoa.

Työmaalla tekniikkaseinä asennetaan osaksi väliseinälinjaa. Tekniikkaseinä suunnitellaan ja asennetaan aina tekniikkalaattaan liitettäväksi kylpyhuoneen kohdalle.

Hormilinjaston ensimmäisen tekniikkaseinän asennus on kriittisin vaihe tuotannossa. Ensimmäisen tekniikkaseinän sijainti rakennuksen runkoon nähden määrää seuraavien seinien paikan. Korkomaailma on asennuksessa erityisen tärkeä. Vaakasauma 30mm, tekniikkaseinän- ja laatan kytkentäero 10mm.

Tekniikkaseinän asennus on tärkeää suunnitella ennalta. Varsinkin oikean valurytmin löytäminen on tärkeää tuotannon nopeuttamisen kannalta.



### Ominaisuuudet

Korkeus: 2970mm on suositeltu peruskorkeus  
 Paksuus: max 440mm  
 Viemärit: V110  
 Ilmanvaihto: 100mm, 120mm, 160mm, 200mm.  
 Voidaan toteuttaa kantavana rakenteena.  
 Koko määräytyy rakennuksen ilmanvaihtotarpeen mukaan.

- + Sisältää tekniikkaseinän suunnittelun
- + Vähemmän asennettavia elementtejä
- + Voidaan toteuttaa kantavana rakenteena
- + Tilasäästö vrt. Elpo-hormi
- + Ei erillisiä hormoneja huonetiloihin

- Hinta
- Hankala viemäriiliitos hidastaa asennusta

**Tekniikkaseinien elementtisuunnittelun lähtötiedot:**

Kaikista suunnitelmista (ei LVI) yksi taitettu paperisarja ilman seläkkeitä, maksajana rakennusliike.  
Dwg-tiedostot piirustuksista luettelon mukaan (tai pdf).

Teemme suunnittelun mallintamalla Tekla Structures ohjelmistolla sekä käyttäen AcadLT2014 ohjelmistoa.

**ARKKITEHTI:**

- 1:50 mitoitettut pohjat (myös dwg-tiedostona)
- 1:50, 1:100 yleisleikkaukset (myös dwg-tiedostona)
- Porraspiirustukset (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Keittiökalustekaaviot (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Kylpyhuonekaaviot (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Ovikaaviot (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Muut suunnitteluun vaikuttavat tekijät, kuten kynnyksidetallit yms. (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Julkisivut (myös dwg-tiedostona)
- Ikkunakaaviot ja -detallit
- Kohteen ifc-malli, mikäli suunnittelu on tehty mallintamalla
- Mukaan aina myös viimeisin piirustusluettelo

**RAKENNE:**

- Tasopiirustukset (myös dwg-tiedostona)
- Reikäpiirustukset ja/tai reikämalli (myös dwg-tiedostona)
- Rakenne- ja elementtiliitosdetallit (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Rakennetyypit (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Elementtirakenteiden työselitys (myös pdf-tiedostona)
- Muut seinäelementtien suunnitteluun vaikuttavat asiakirjat (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Laskentasarjan mallielementtipiirustukset (myös dwg/pdf-tiedostona)
- Kohteen ifc-malli, mikäli suunnittelu on tehty mallintamalla
- Mukaan aina myös viimeisin piirustusluettelo

**SÄHKÖ:**

- Ryhmityspiirustukset (myös dwg-tiedostona)
- Johtokaaviot (myös pdf-tiedostona)
- Sähkötyöselitys (myös pdf-tiedostona)
- Mukaan aina myös viimeisin piirustusluettelo

**LVI:**

- Kaikki LVI-suunnitelmat ifc- ja/tai dwg/pdf-muodossa sisältäen:
  - Ilmakanavien lähtökorot tekniikkaseinistä
  - Puhdistus-/tarkastusluukkujen korkoasemat tekniikkaseinissä
  - Viemäri liittymien korkoasema tekniikkaseinissä jos liittymä muualla kuin laatastossa
- Kohteen ifc-malli, mikäli suunnittelu on tehty mallintamalla
- Mukaan aina myös viimeisin piirustusluettelo

**URAKOITSIJA:**

- Hissitoimittajan suunnitelmat
- Porrastoimittajan suunnitelmat
- Työmaan nostokalusto
- Työmaan putoamissuojaussuunnitelma
- Runkoaikataulu