

Timo Jalomäki

Paikalla tehtävien kipsilevyverhoiltujen  
nousuputkistojen toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Rakennustekniikka  
Insinöörityö  
15.11.2011

Tekijä(t) Otsikko	Timo Jalomäki Paikalla tehtävien kipsilevyverhoiltujen nousuputkistojen toteutus
Sivumäärä Aika	44 sivua + 2 liitettä 15.11.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	lehtori Juha Virtanen työpäällikkö Timo Markkula
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena tehdä selkokielineen ja helposti luettava raportti kipsilevyverhoiltujen nousuputkistojen toteutuksesta sekä luoda laatukortti työvaiheesta YIT Rakennus Oy:n käyttöön.</p> <p>Työssä haastateltiin rakennusmestari Jouko Yleniusta ja tutkittiin määräyksiä sekä ohjeita aihepiiristä. Kerrottiin putkinousuista yleisesti ja sivuttiin vaihtoehtona nousuputkielementtejä ja kylpyhuone-elementtejä lyhyesti. Tarkasteltiin työvaiheen etenemistä eri osaluottain sekä suunnitelmien toimivuutta. Kirjattiin noudatettavia asiakirjoja, keskeisiä työn ja materiaalien laatuvaatimuksia, laadunvalvontamenetelmiä ja ongelmia, jotka tiivistettiin laatukorttiin.</p> <p>Työn tuloksena on paikalla tehtävien nousuputkistojen keskeisimpiin osiin keskittyvä raportti työvaiheesta As Oy Espoon Viskaalin kokemuksiin perustuen. Lisäksi tehtiin työnjohdon työväliseen toimiva laatukortti työvaiheesta myös muiden työmaiden käyttöön.</p> <p>Päätelmänä voidaan todeta paikalla tehtyjen nousuputkistojen olevan toteuttamiskelpoinen työmenetelmä, jota voidaan käyttää haluttaessa vaihtoehtona totutuille nousuputkielementeille ja kylpyhuone-elementeille. Etenkin pohjaratkaisultaan kerroksittain muuttuvassa kohteessa vaihtoehto on vartenotettava. Insinöörityön käyttömahdollisuutena on edesauttaa työnjohtoa perehtymisessä työvaiheeseen ja siihen liittyviin erilaisten työvaiheiden vaatimuksiin sekä ongelmiin.</p>	
Avainsanat	nousuputkisto, elementti, kylpyhuone, laatukortti

Author(s) Title Number of Pages Date	Timo Jalomäki Realization of On-Site Plasterboard-Surfaced Standpipe system 44 pages + 2 appendices 15 November 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Juha Virtanen, Senior Lecturer Timo Markkula, Works Manager
<p>The goal of this graduate study was to make a plain language and reader-friendly report about the realization of plasterboard-surfaced standpipe system and to create a quality manual of the work stage for YIT Construction Ltd.</p> <p>Jouko Ylenius, Master Builder, was interviewed and regulations and instructions were analyzed on this topic. Standpipe systems in general, standpipe prefabricated units and bathroom prefabricated units as options were handled briefly. Progress of the work stage was studied in different sections as well as functionality of planning. Documents to be observed, key quality elements of work and material, quality control systems and problems were put on record, which was compiled into quality manual.</p> <p>As a result of this study, there is a report which concentrates on key issues of on-site built pipe system that is based on experiences of a housing corporation Espoon Viskaali. Quality manual of this stage was also made, which functions as a tool for foremen also in other building sites.</p> <p>In conclusion it can be said that an on-site built pipe system is a realizable working practice which can be used as an option for customary standpipe prefabricated units and for bathroom prefabricated units. Especially in objects where floor designs change from layer to layer, the option is worth considering. This study should help supervisors to familiarize with the work stage and with its different demands and problems.</p>	
Keywords	standpipe system, prefabricated unit, bathroom, quality manual

# Sisälllys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Nousuputkihormistot	2
2.1	Yleisesti	2
2.2	Paikalla tehdyt nousuputkihormistot	3
2.3	Nousuputkistoelementit	3
2.4	Kylpyhuone-elementit	7
3	Kohde	10
3.1	Rakennuttaja ja pääurakoitsija	10
3.2	Rakennuskohde	10
3.3	As Oy Espoon Viskaalin organisaatio	12
4	Suunnitelmat	13
4.1	Yleistä	13
4.2	Suunnittelun ohjaus	13
4.3	As Oy Espoon Viskaalin suunnitelmat	13
4.4	Äänieristys	16
4.5	Äänitekniset vaatimukset	16
4.6	Palotekniikka	16
4.6.1	Palokatkot	17
4.6.2	Palokatkotuotteet	18
5	Toteutus	20
5.1	Muotit	20
5.2	LVI-työt	21
5.2.1	Asennustyö	22
5.2.2	LVI-tuotteiden kiinnitys ja kannatus	22
5.2.3	Läpiviennit	23
5.2.4	Peittyvät työsuoritukset	23
5.3	Eristystyö	24
5.4	Valaminen	26

5.5	Hormien levytys	27
5.6	Tasoitus ja maalaus	28
6	Työnjohto, aikataulut ja valvonta	29
6.1	Työnjohto	29
6.2	Vaikutukset aikatauluun	29
6.3	Malliasennukset ja -katselmukset	31
6.4	Kokoukset ja katselmukset	32
6.5	Tarkastukset ja käyttöönotto	33
7	Laatukortti	34
7.1	Noudatettavat asiakirjat	34
7.2	Tärkeimmät laatuvaatimukset	34
7.2.1	Työ	34
7.2.2	Materiaalit	37
7.3	Laadun valvontamenetelmät	38
7.4	Potentiaalisten ongelmien analysointi	39
7.5	Laadun tarkastuskortti	39
8	Yhteenveto	40
9	Johtopäätökset	42
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. Potentiaalisten ongelmien analysointi	
	Liite 2. Laadun tarkastuskortti	

## **Lyhenteet**

YIT Yleinen Insinööritoimisto. Vain lyhenne on käytössä nykyisin.

ARK Kerrostalot Pääkaupunkiseutu. YIT Rakennus Oy:n yksikkö.

AR Asuinrakentaminen. YIT Rakennus Oy:n liiketoimintaryhmä.

## 1 Johdanto

Työ tehdään YIT Rakennus Oy:n Kerrostalot Pääkaupunkiseutu-yksikölle. Aiheena on paikalla tehtyjen kipsiverhoiltujen nousuputkihormistojen toteutus, joka oli As Oy Espoon Viskaalissa käytetty työmenetelmä. Tavoitteena on tehdä selkokielinen sekä helposti luettava raportti toteutuksen pääpiirteistä ja lisäksi luoda laatukortti työvaiheesta osana laadunvarmistusjärjestelmää. Laatukortteja käytetään työnjohdon työkaluina, joilla työvaiheita sisältöineen tarkastellaan ja voidaan valvoa etukäteen tehdyn lyhyen tiivistelmän kautta. Kaikista isoimmista kerrostalorakentamisen työvaiheista on vastavat laatukortit, jotka ovat työnjohdon saatavilla. Laatujärjestelmä on osa YIT Rakennus Oy:n toimintajärjestelmää, johon myös työmaiden toimihenkilöt pääsevät helposti käsiin YIT:n verkossa olevien tietokoneiden kautta.

Nousuputkistoilla on suuri vaikutus rakennuksen toimintaan. Ne sisältävät vesi- ja lämpöjohdot, viemärit, ilmastointikanavat sekä sähkö- ja tietoliikennekaapelit tai vain osan niistä. Toteutus voidaan tehdä tarpeesta riippuen eri tavoin: Paikalla tehden, kuten on toimittu etenkin pientalorakentamisessa sekä kerroksittain pohjaratkaisujen osalta muuttuvassa rakentamisessa. Valmiina hormielementteinä, jolloin valmiit putkistot liitetään toisiinsa kerrosten välillä. Kerrostalorakentamisen kehittymisen myötä kylpyhuone-elementtejä käyttäen, joissa putkinousutkin ovat jo käytännössä toisiinsa liittämistä vaille valmiina. [1.]

Eri putkinousuvaihtoehtoja tulee vertailla ja tutkia kohteen toteutuksen kannalta tarkoituksenmukaiseksi. On huomioitava valitun toteutustavan vaikutukset aikatauluihin, rakennusmateriaalien ominaisuudet, rakennustuotteiden saatavuus, kustannukset ja esimerkiksi suunnittelun vaatimukset. Jossain vaihtoehdossa esimerkiksi omalta työnjohdolta vaadittu panos voi olla suurempi kuin toisessa. Joissain ratkaisuissa suunnittelu sisältyy valmistuotteen hintaan ja toisessa suunnitelmien toteutus saattaa jäädä enemmän omille harteille. Kullakin kohteella on lisäksi omat ominaispiirteensä, jotka tulee ottaa huolellisesti huomioon.

Aihe valittiin, jotta voitaisiin totuttujen vaihtoehtojen lisäksi punnita myös tätä jo aiemminkin käytössä ollutta, mutta nykyisin kerrostalorakentamisessa käytöstä poistu-

nutta toteutustapaa tarkemmin. Vaihtoehdon tutkimisen lisäarvo on työn tilaajalle lähinnä työvaiheen laatukortissa, joka toimii myös työohjeena.

## 2 Nousuputkihormistot

### 2.1 Yleisesti

Nousuputkihormistoihin asennetaan ilmanvaihtokanavien, vesijohtojen ja viemäreiden lisäksi sähkö-, puhelin-, IT- ja automatiikkakaapelit. Yhteiset piirteet eri toteutusvaihtoehdoille ovat moninaiset. Putkien eristykset, etäisyydet, ääneneristys, palo-osastoinnit ynnä muut asettavat omat vaatimukset toteutukselle. Esimerkiksi ääniloukot on tehtävä toteutusmuodosta riippumatta kaikissa yli 2-kerroksisissa rakennuksissa. [2.]



Kuvio 1. Vasemmalla on ääniloukon paikka yläpuolelta katsottuna ja oikealla ääniloukkomuotti alhaalta katsottuna.

Hormeista pyritään tekemään mahdollisimman pystysuoria. Rakenteista pyritään tekemään tiiviitä ja kuiluihin suunnitellaan palo- ja ääneneristysvaatimukset täyttävät huolto- ja tarkastusluukut. Pintojen tulee täyttää mitta- ja asennustarkkuusluokat, laatuvaatimukset ja sisäilmaston vaatimukset. Käyttöiän ja käyttötalouden vaatimukset tulee myös huomioida. Liitosten muihin rakenteisiin tulee olla sellaiset, ettei esimerkiksi rakenteiden liikkeistä johtuvia vuotoja pääse syntymään. [2.]



## 2.2 Paikalla tehdyt nousuputkihormistot

Aiemmin ensimmäisenä vaihtoehtona nousuputkistohormistoille rakennusalan tuotannossa on pidetty paikalla tehtyä ja sen jälkeen ovat tulleet muut toteutusmuodot kuten esimerkiksi elementtiratkaisut [3]. Paikalla tehdyt putkihormit ovat suhteellisen helposti toteutettavissa olevia rakenteita. Kipsilevyillä verhoillut hormit tehdään yleensä kevyiden väliseinien yhteydessä ja valetaan esimerkiksi kaatolattiavalujen kanssa samaan aikaan. Vaihtoehtona etenkin kylpyhuoneissa voidaan käyttää myös kiviaineista materiaalia, kuten esimerkiksi noin 70 mm:n Kahi-ponttiharkkoja, joista muurataan putkien ympärille hormitila. Se on ääni- ja paloteknisesti hyvä ratkaisu. Huonona puolena on ulkomittojen kasvaminen. Levy rakenne on huonompi paloteknisesti kuin putkinousuelementit, mutta taas pintaominaisuuksiltaan parempi. [3.]

Hinta- ja saatavuuskysymykset ratkaisevat käytön. Hyvänä puolena on elementtien hintojen noustua korkeaksi tai saatavuuden vaikeuduttua kertynyt tieto-taito myös vaihtoehtoisesta työtavasta. As Oy Espoon Viskaalissa käytetty vaihtoehto on kilpailukykyinen YIT Rakennus Oy:n kustannusseurannan mukaan. Tästä ei olla kuitenkaan valmiita antamaan yksityiskohtaisia laskelmia. [3.]

## 2.3 Nousuputkistoelementit

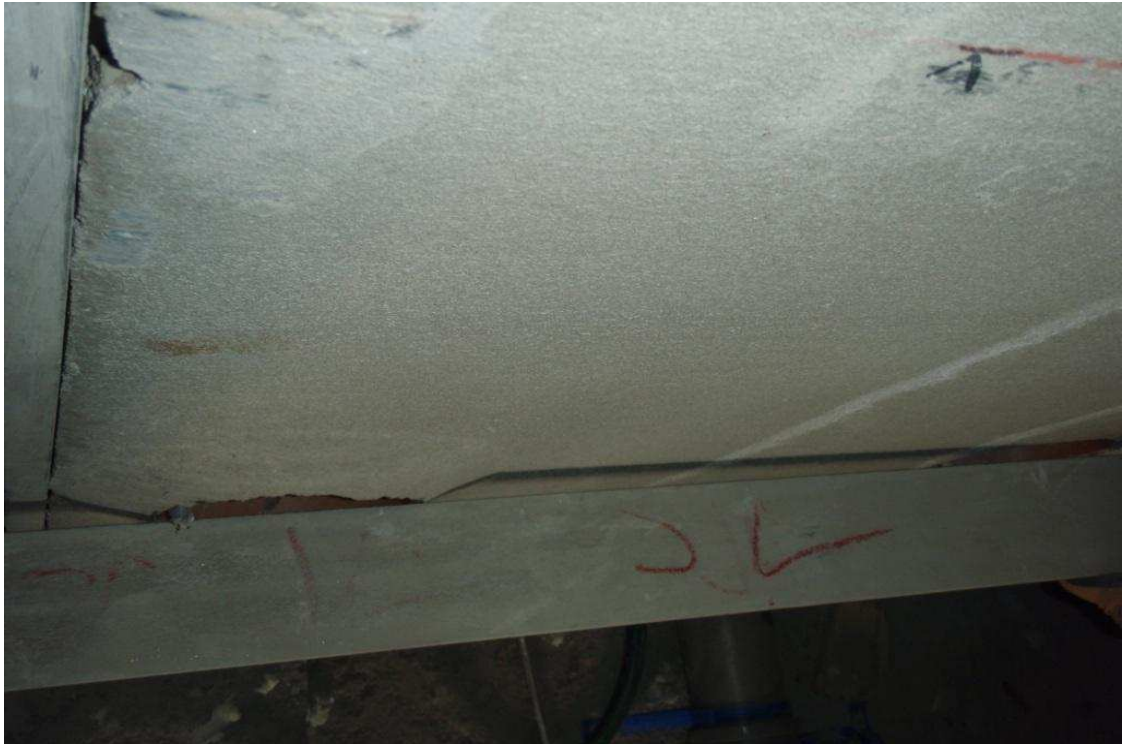
Nousuputkistoelementit suunnitellaan läheisessä yhteistyössä LVIS-suunnittelijoiden, rakennuttajien ja rakentajien kanssa alusta alkaen. Hyvä suunnitteluyhteistyö kantaa hedelmää aina huoneistojen käyttäjille asti. LVI-suunnittelija, sähkösuunnittelija, rakennesuunnittelija tai arkkitehti toimittaa suunnitelmansa nousuputkistoelementin suunnittelijalle, joka lisää oman ehdotuksensa luonnoksiin. Tämän jälkeen tuotesuunnittelu aloitetaan. Valmis ja hyväksytty suunnitelma on hormien tuotannolle työohje, joka toimitetaan myös tilaajalle tarkastettavaksi. [4.]

Nousuputkistoelementtien massiivisuus tuo mukanaan hyvät ääni- ja paloeristysominaisuudet. Umpibetoni on hyvä ratkaisu tältä osin. Levytystä ei hormielementeissä ole kuin pienellä osalla. [3.]



Kuvio 2. Elpo-hormin pieni levytettävä osuus, johon tulee myös vuodonilmaisimet.

Perusidea on koota nousuhormin putkisto yhteen elementtiin ja asentaa koko betonirunkoon tuleva putkisto kerroksittain kerralla paikoilleen. Putkihormielementit nostetaan rungon mukana ja liitosvalujen myötä hormin pitäisi olla pääpiirteittäin tasoitus- ja maalaustöitä vaille valmis. Valmishormielementeissä ei tarvita juurikaan runkovaiheen jälkeistä massanpumppausta. Lämpöreivät jäävät kuitenkin näinkin toteutetulla työmaalla jälkivaluksi.



Kuvio 3. Putkinousuhormin vaakasuuntainen virhe As Oy Helsingin Desirossa.

Korjaustyöt ovat nousuputkistoelementteihin liittyvä välitön ja väistämätön toimenpide. Esimerkiksi valmistustoleranssit sallivat ulkokuorelta merkittäviä mittatarkkuusheittoja, jotka eivät ole kelvollisia esimerkiksi kylpyhuonelaatoituspohjille. Myös asennustyön epätarkkuudet tai suunnitelmista poikkeava työ aiheuttavat korjauksia. Jos hormit olisivat pintalaadultaan parempia, ne olisivat huomattavasti parempi vaihtoehto kylpyhuoneissa kuin nykyisin. Käytännössä vähintään yksi sivu on laadullisesti heikkolaatuinen. Usein myös muissa pinnoissa on korjaamista vaativia virheitä. Paikkaaminen ja oikominen ovat näistä yleisimpiä ylimääräisiä työvaiheita. Varsinkin ulkokulmien vinous on ongelma, muuten virhe näkyy kaikissa kulmissa. [3.]



Kuvio 4. Pystysuuntainen virhe samassa elementissä

## 2.4 Kylpyhuone-elementit

Elementit voivat sisältää koko kylpyhuoneeseen tulevan talotekniikan, pinnat ja kalusteet. Esimerkiksi laatoitus ja sauna voivat olla valmiiksi asennettuina elementissä. Märkätilojen varustetaso on kohde- tai asuntokohtainen.



Kuvio 5. Kylpyhuone-elementti. [5.]

Elementeissä pohjalaatta on yleensä betonia asianmukaisin vesikallistuksin ja lattiapinnoittein varustettuna. Seinien ja kattojen toteutustapaan on olemassa erilaisia vaihtoehtoja valmistajakohtaisesti. On olemassa rungotaan täysin betonirakenteisia tilaelementtejä ja lisäksi tilaelementtejä, joissa seinät ja katto on toteutettu kevytrakenteisena. Niissä märkätilojen seinät ja katto on valmistettu esimerkiksi kuumasinkitystä, muovipinnoitetusta teräslevystä, joka on jäykkyyden aikaansaamiseksi taivutettu kasetiksi. Nämä kasetit toisiinsa liitettynä muodostavat tiiviin seinäpinnan ja samalla rakenteen rungon. Pinnoite on valmis sellaisenaan tai se päällystetään kulloistenkin vaatimusten mukaan, esim. keraamisin laatoin tai löylyhuoneeksi. Lämpö-, vesi-, viemäri-, ilmastointi- ja sähköputkistot on asennettu tehtaalla ennalta suunniteltuihin paikkoihin. [5.]

Kylpyhuoneiden elementtisuunnittelun tekee valmistajan suunnittelija. Rakennesuunnittelijan tulee toimittaa seuraavat lähtötiedot kylpyhuoneiden elementtisuunnittelua varten: tasopiirustukset mitoitettuna sisältäen kuormitukset, rakenneleikkaukset, rakennedetailit märkätilojen osalta sekä reikäpiirustukset. [5.]

Kylpyhuone-elementin rakennusaikaiseen suojaukseen pitää kiinnittää huomiota. Runkovaiheessa sisään tuleva vesi saattaa aiheuttaa kosteusongelmia, jos elementti on etenkin ylhäältä päin vedelle alttiina. Veden päästessä elementtiin sitä on vaikea kuivattaa enää pois, vaan eteen tulee isommat korjaustoimenpiteet. [6.]





Kuvio 6. Elementti runkovaiheen arkipäiväisissä olosuhteissa As Oy Vantaan Aisakellossa.

### 3 Kohde

#### 3.1 Rakennuttaja ja pääurakoitsija

Toteutuksen teki YIT Rakennus Oy:n Kerrostalot Pääkaupunkiseutu-yksikkö ARK, joka on keskittynyt lähinnä omaperusteiseen asuntotuotantoon eli gryndaukseen. Perustajurakoinnissa urakoitsija hankkii tontin, perustaa yhtiön, suunnittelee rakennettavan kohteen ja toteuttaa sen valmiiksi asti osakeyhtiön osakkaiden käyttöön vastaten myös myynnistä. Yksikkö toimii Helsingissä, Espoossa ja Vantaalla sekä ympäristökunnissa.

#### 3.2 Rakennuskohde



Kuvio 7. Arkkitehdin luonnos As Oy Espoon Viskaalista.



ARK kuuluu Asuntorakentamisen AR liiketoimintaryhmään, joka on osa YIT:n Suomen rakentamispalveluita. ARK muodostuu eri prosesseista, joita ovat maanhallinta, tuotanto, rakennuttaminen, laskenta, hankinta sekä vuosikorjaukset. Hankkeita on käynnissä nyt noin 25 kpl. Tuotanto keskittyy lähinnä aluerakentamiseen, mutta muutamia yksittäiskohteita on myös rakenteilla. Tuotantomalli perustuu paljon omaan työvoimaan ja omiin työryhmiin sekä pitkäaikaisiin kumppaneihin esimerkiksi suunnittelussa ja urakoinnissa. Markkinaosuus on suurin pääkaupunkiseudun kerrostalorakentamisesta eli noin kolmasosa kokonaistuotannosta. [7.]

Rakennuskohde oli gryndikohde ja perustettu asunto-osakeyhtiö As Oy Espoon Viskaali. Se on YIT:n neljäkerroksinen pulpettikattoinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Espoon Tuomarilassa ja valmistui marraskuussa 2009. Tontin pinta-ala on 4653 m<sup>2</sup>. Rakennuksen kokonaisala 3148 brm<sup>2</sup> sekä huoneistoala 2390,8 asm<sup>2</sup>. Huoneistoja on 35 kpl, joiden keskipinta-ala on 55,1 m<sup>2</sup>. [8.]

Rakennuksen suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta. Runko koostuu kantavista teräsbetonielementeistä, betonipilareista ja kantavien seinien varaan asennettavista esijännitetyistä ontelolaatoista, joiden käyttöikä on 100 vuotta. Kohteen ulkoseinät ovat eristepattavia elementtejä sekä luhtikäytävien kohdilla sandwich-elementtejä. Asuntojen väliseinäpaksuudet ovat 180 mm, porrashuoneen 200 mm ja ei kantavat muut seinät 100 mm. [8.]

## 3.3 As Oy Espoon Viskaalin organisaatio

Taulukko 1. Organisaatiotaulukko.

<b><i>Suunnittelun ohjaus</i></b>	<b><i>Heikki Haverila</i></b>
<b><i>Työpäällikkö</i></b>	<b><i>Arto Souranmaa</i></b>
<b><i>Vastaava mestari</i></b>	<b><i>Markku Hacklin</i></b>
<b><i>Työmaainsinööri</i></b>	<b><i>Markku Kairi</i></b>
<b><i>Rakennuttaja-asiamies</i></b>	<b><i>Maritta Korpela</i></b>
<b><i>Hankinta</i></b>	<b><i>Juha Riihimäki</i></b>
<b><i>Laskenta</i></b>	<b><i>Seppo Hämäläinen</i></b>
<b><i>Vastuumyyjä</i></b>	<b><i>Harri Isoviita</i></b>

## 4 Suunnitelmat

### 4.1 Yleistä

Nousuputkihormistojen toteutustavasta riippumatta etenkin LVI-suunnittelu vaatii erityistä panostusta. Se ei voi olla ylimalkaista ja suhteessa muuhun suunnitteluun ristiriitaista. Työn toteutusta varten laaditaan erillinen LVI-työselostus, josta ilmenee urakkarajat ja kunkin osapuolen vastuut.

Suunnitelmissa tulee esittää hormin koko, tarvikkeet kuten puhdistusluukut, liitokset ympäröiviin rakennusosiin sekä sisä- ja ulkopuolen käsittelytavat. Tarvittaessa esitetään yhdys- ja liitoshormit sekä LVIS-asennukset. [9.]

Tulevat korjaukset tulisi huomioida jo suunnittelussa. Esimerkiksi 1960- ja 1970-lukujen elementtitalojen tultua putkiremontti-ikään on tilojen ahtaus ollut usein keskeinen ongelma ja uudet putkilinjat eivät mahdu välttämättä vanhoille paikoilleen.

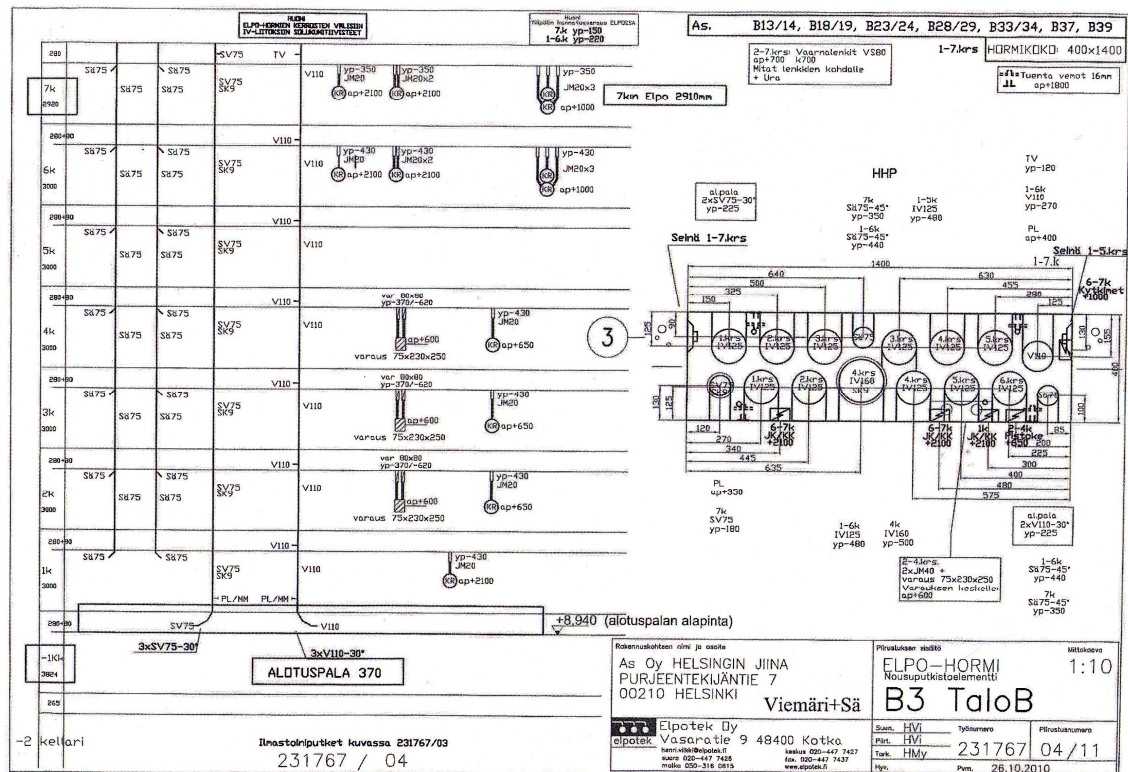
### 4.2 Suunnittelun ohjaus

Voimassa olevien yleisten määräysten lisäksi noudatettiin YIT:n omia voimassaolevia ohjeita suunnittelun ohjauksesta [8]. Tulisi kantaa erityinen huoli siitä, ettei ohjaus jää vain vaadittujen kokousten ja vaatimusten määrän kirjanpidoksi vaan asioita on todella käytävä läpi. On pidettävä riittävästi asianomaisille suunnittelijoille yhteisiä suunnittelu-palavereita, jotta mahdollisilta turhilta päällekkäisyyksiltä ja ristiriidoilta välttyttäisiin. Suunnittelussa tulee kiinnittää enemmän huomiota asennustyön onnistumisen riittävän tilan kautta. Liian usein haetaan vain lisää neliöitä.

### 4.3 As Oy Espoon Viskaalin suunnitelmat

Kohteessa putki- ja ilmastointiurakoihin kuuluivat myös suunnitelmien teot. Alhaalta ylöspäin mennessä tullut yksi ilmastointipoistoputki mukaan per kerros. Vaakavedot tuotiin alakatoissa. Putkihorminousut ja sitä kautta myös suunnitelmat olivat erittäin haastavia. Nousut ovat tiukkoja ja ne olisivat hyvällä suunnittelulla ratkaistavissa. Pa-

perilla viivoja vetäessä suunnitelma saattaa näyttää hyvältä, vaikka työskentelyvaraa saatetaan tarvita huomattavasti enemmän.

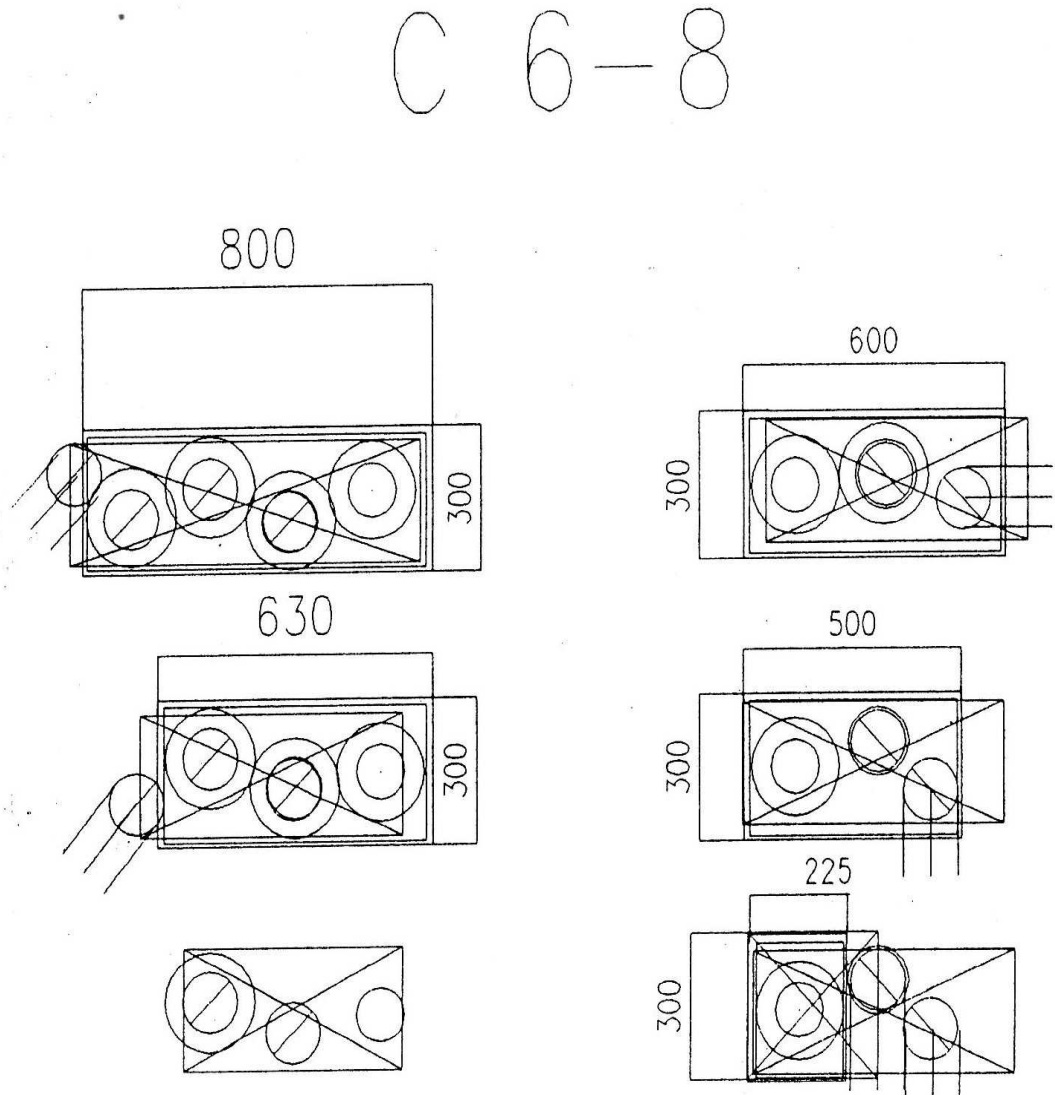


Kuvio 8. Elpo-hormikuva As Oy Helsingin Jiinasta.

As Oy Espoon Viskaalissa kaikki asunnot olivat erilaisia ja hankaluutena toiston puute, jopa päällekkäiset asunnot erilaisia. Kyseessä on kolmikerroksinen talo, joista osa asunnoista kaksitasoasuntoja. Haasteita toivat ääni- ja paloteknisesti toimivat ratkaisut, tilan käyttö sekä asennuksiin liittyvät ongelmat. Palotekniset osastoinnit ja äänitekniisten ominaisuuksien tiukentuminen vaativat etenkin suunnittelulta paljon. Nykyiset määräykset edellyttävät paljon talotekniikalta, johon myös nousuputkistot oleellisesti liittyvät.

Aiemmin on epäonnistuttu ilman selkeitä kuvia. Suunnittelun kustannukset eivät voi eivätkä saa olla ongelma, koska hormisuunnittelun hinta maksetaan myös valmishormielementeissä ja tilaelementtikylpyhuoneissa valmiiseen tuotteeseen sisältyen. Suunnittelijat ovat ylikuormitettuja ja eivätkä viitsisi valmistuskuvia tehdä, mutta ne on vaadittava ja ovat välttämättömät tuotannon kannalta. Toisaalta niiden kustannukset on oltava valmis myös maksamaan.

Hormien paikallistaminen oli hankalaa. Valmistuskuvissa olisi pitänyt merkitä selkeämmin, mikä hormi vastaa mitäkin asennuslinjaa. Kuvat ovat enemmänkin olleet suunnittelijan oman muistin tueksi ja siinä mielessä huonot, että tekijälle ei synny heti käsitys, mikä hormi on menossa minnekin. [1.]



Kuvio 9. Nousuputkihormistojen toteutus kuvat As Oy Espoon Viskaalissa.

#### 4.4 Äänieristys

Ääneneristystarvikkeiden vaaditut ominaisuudet osoitetaan ympäristöministeriön tyyppihyväksynnällä tai sen hyväksymän testauslaitoksen tutkimusselosteella. Äänieristykseen vaatimukset koskevat myös LVI-suunnittelijoita ja rakennusselostuksessa näin on myös erikseen mainittu. [2.] [8.] Eristeiden paksuudet ja käytetyn materiaalin vaatimukset on huomioitava hormikuvissa. Viemäreissä käytettiin raskasta villaa. Erikseen osoitetut LVI-kanavat ja -johdot koteloidaan LVI-suunnitelman mukaisesti. Yksittäinen viemärinousu, kuten myös paikalla tehdyt putkinousut, koteloidaan levyrakenteisella kotelolla. LVI-piirustuksessa on esitettävä viemäreiden alapäissä tehtävät äänen- vaimennusvalut ja huomioitava asuntojen väliset palokatkot. [8.]

Rakennusselostuksen ääneneristysvaatimus oli maksimissaan 60 dB, joka toteutettiin 50 mm:n mineraalivillalla ja kaksinkertaisella 13 mm:n kipsilevyillä. Tiiveys on olennainen tekijä äänieristävyyden kannalta. [8.]

#### 4.5 Äänitekniset vaatimukset

LVI-tuotteet ja -asennukset eivät saa heikentää rakenteiden ääneneristävyyttä alle rakenteen ääneneristysvaatimustason. Tärinäeristimin varustettuihin LVI-tuotteisiin kytkettävien putkien ja kanavien liitostavan on oltava joustava kuten myös niihin kytkettävien kaapelien. Laitteiden ja rakennusrungon välillä ei saa olla mitään suoraa tai jäykän välittävän rakenteen kautta tapahtuvaa kosketusta. LVI-tuotteiden aiheuttama vaatimukset ylittävä äänitaso vaimennetaan äänenvaimentimin ja ääneneristyksin. Kantaviin rakennusosiin ei saa tehdä tai jättää aukkoja tai syvennyksiä, joita ei ole merkitty reikäpiirustuksiin, kuin rakennesuunnittelijan suostumuksella. [8.]

#### 4.6 Palotekniikka

Rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet ovat rakentamismääräyskokoelman E-sarjassa, paloturvallisuutta koskevia soveltamisohjeita Ympäristöoppaassa 39 ja lisäksi noudatetaan paikallisen rakennusvalvonnan sekä aluepelastuslaitoksen ohjeita. Pelastuslait ja -asetukset asettavat myös omat vaatimuksensa. Rakennuksen paloluokka määräytyy koon ja henkilömäärän mukaan ja sen perusteella määritetään turvallisuustasoon liittyviä määräyksiä. Palo-osastointi on rakennuksen jakamista

osiin, jossa pyritään estämään palon ja savun leviäminen, turvaamaan poistuminen palon sattuessa, helpottamaan sammutus- ja pelastustoimintaa sekä rajaamaan vahinkoja. [10.]

Eri kerrokset, kellarikerrokset ja ullakko muodostavat yleensä erilliset palo-osastot. Palo-osaston kokoa rajoitetaan, jotta osastossa syttyvä palo ei aiheuta kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja. Käyttötavaltaan tai palokuormaltaan oleellisesti toisistaan poikkeavat tilat muodostetaan omiksi palo-osastoiksi. Näistä ei asuntorakentamisessa sallita yleensä poikkeuksia [10.]

Suomessa on käytössä EU-maiden yhteinen palo-osastointien luokittelujärjestelmä, jossa ulkopuolelta tulleita tai vanhoja tuotteita viranomaisten ei ole pakko hyväksyä [10].

Osastointiluokkien tunnuksia ovat:

E = Tiiviys (savu ja tuli)

I = Eristävyys (estää lämpösäteilyä)

W = Rajoitettu lämpösäteilyn läpäisy (harvoin käytössä)

M = Iskunkestävyys palotilanteessa, palomuuriseinissä

Vanhat merkinnät A = palamaton tai B = palava

Näihin liittyy aina myös palonkesto aika 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240 minuuttia [10].

Porrashuoneissa olevat tekniset asennukset on toteutettava niin, että palavasta materiaalista tehdyt asennukset on osastoitava erilleen. Näitä ovat esimerkiksi muoviviemärit, sähkö-, atk- ja telekaapelit sekä palavalla materiaalilla eristetyt tai pinnoitetut kanavat. Osastointiluokka on EI30. [10.]

#### 4.6.1 Palokatkot

Palokatkojen toteutuksessa on huomioitava erityisesti läpiviennit, joka liittyy olennaisesti putkihormeihin. Perusvaatimuksena on seinältä vaaditun palonkeston toteuttaminen. Rakennusosan osastoitavuus ei saa oleellisesti heikentyä. Läpivienti on aina tiivis-

tettava ja tiivistyksen on vastattava sekä sovelluttava ympäröivään rakennukseen. [10.]

Tietämys osastoinnin toiminnasta ja vaatimuksista on vaihtelevaa. Palo-osastointirajat ja luokkavaatimukset on esitetty yleensä pääpiirustuksissa. Läpivientien toteutus tulisi suunnitella ennalta, koska se on jälkikäteen tehtynä yleensä ongelmallista. Palokatko-suunnitelma tehdään pohjapiirrokseen. Tuotteita on eri tilanteisiin ja huoltokirjaan tulee ohjeita asiaan liittyen. Palokatkot myös merkitään paikalla. [10.]

#### 4.6.2 Palokatkotuotteet

Palokatkotuotteista yleisimmät ovat kipsipohjaiset massat. Niillä voidaan pienentää aukkoja ja niihin on helppo lisätä läpivientejä jälkikäteen. Sementtipohjaisilla massoilla saavutetaan myös kosteuskestävyyttä. Akryylipohjaisilla tuotteilla tehdään putkiläpivientejä sekä saumoja. Ne ovat maalattavissa ja niillä on hyvät ääneneristys sekä vedenpitävyysominaisuudet. [10.]

Elastisia massoja käytetään saumoihin ja metalliputkiin ja niiden liikevara on enintään 25 %. Laajenevia tuotteita käytetään sähkö- sekä muoviputkiin. Ne laajenevat jopa seitsemänkertaisiksi ja toimivat myös jälkipaikkauksissa. Palokatko-vahtoja käytetään aukkoihin ja saumauksiin. Niitä on nopea ja helppo työstää, mutta niiden soveltuvuus on selvitettävä ennen käyttöä. [10.]

Paisuvat nauhat sopivat elementtisaumauksen pohjiksi sekä muoviputkille. Jälkiasennettavissa olevia mansetteja käytetään muoviputkien suojaukseen. Pinnoitteet, jotka sisältävät palonsuojamaalin, täyteaineen ja kovan villan, soveltuvat kevyille väliseinille. [10.]

Modulaariset katkot ovat valmiita asennuskappaleita. Putki- ja kaapeliläpivienteihin sopivat esivalmistetut läpivientiosat, joiden asennus on helppoa ja nopeaa. Palokatko-tiilet ja -tulpat soveltuvat myös tilapäisiin suojauksiin. Valmisosina saa läpivientivarauksia. Erilaisia villaeristeitä käytetään myös yleisesti. [10.]

Vuoden 2011 alusta tuotteilla on oltava ETA-hyväksyntä. Vanhat tyyppihyväksynät päättyvät kaikilla tuotteilla vuoden 2011 aikana. Palokatkojen tekijällä on oltava tuote-



kohtainen pätevyys ETA-hyväksynnöissä. Tuotteen valmistajan tulee antaa koulutus asentajalle. Tuotteiden tuntemus, käyttötaito sekä tieto soveltuvuudesta on oltava. Palo-osastointi on rakenne, jonka valvontaan vaaditaan sekä rakennesuunnittelijaa, että työmaajohtoa. [10.]

Palokatkotuotteilla käytetään myös hyväksyttämismenettelyä. Jos tuotteella ei ole ETA-hyväksyntää, hyväksyntä vaatimuksen mukaiseen käyttöön tapahtuu paikallisen rakennusviranomaisen toimesta. Eri kunnissa on menettelytapajeroja. Käytetään VTT:n lausuntoa, asiantuntijalausuntoja, pelastuslaitoksen lausuntoa tai rakennusvalvonta hyväksyy tuotteen omalla arviollaan. Lisäksi vaaditaan tyyppihyväksyntä tai polttokokeessa osoitettu kelpoisuus ja soveltuvuus tarkoitukseen. [10.]

Tuotteen kelpoisuuden hyväksyttäminen kuuluu tuotteen toimittajalle tai urakoitsijalle erikseen tai yhdessä. Hyväksyttäminen tulee tehdä ennen työn suorittamista. Pääkaupunkiseudulla rakennusvalvontaviranomaiset ovat edellyttäneet VTT:n kohdekohtaisen tarkastuskäynnin. Asia on viranomaispuolella vielä epäselvä ja siirtymäaika lienee vuosi 2011. [10.]

As Oy Espoon Viskaalissa holvit ovat suhteellisen paksuja, joten ne toimivat myös mainioina palokatkoina. Kerrostaloissa mitta tulee usein ontelolaatan paksuudesta 370 mm. [1.] Rakennusselostuksessa käytettiin kipsikoteloinnin paloluokkavaatimusta EI30, joka toteutettiin kaksinkertaisella GN 13 mm:n kipsilevyillä tai vaihtoehtoisesti GF 15 mm palonsuojakipsilevyillä. [8.]

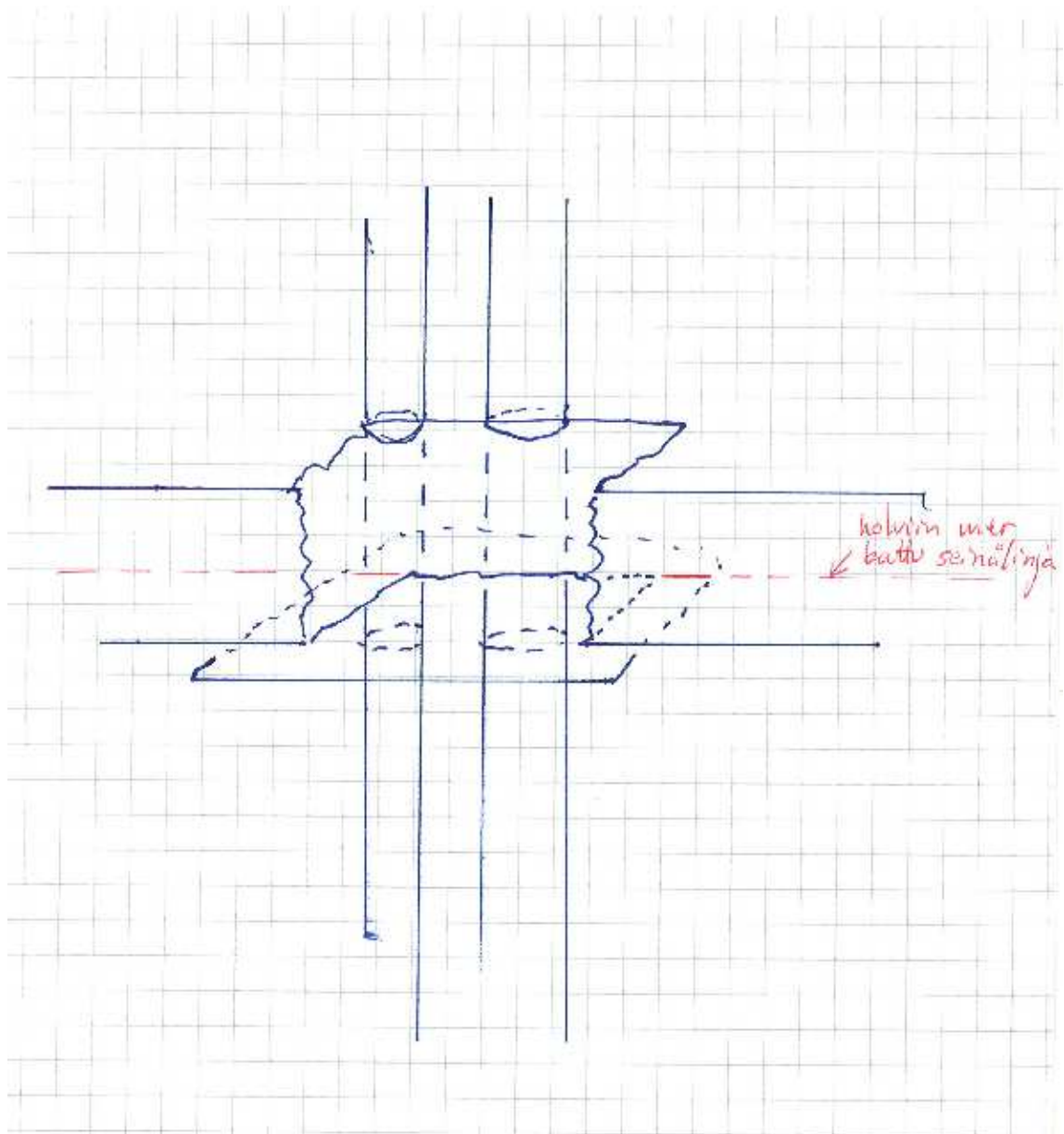
## 5 Toteutus

### 5.1 Muotit

Työryhmä: 1 RAM

Hormien sijainti perustuu seiniin, ulkoseinäelementteihin tai kantaviin seiniin, mutta etenkin kevyisiin väliseiniin. Tästä syystä ne on merkittävä holviin. Kirvesmies tekee putkinousujen varausreikien valumuotit piirrettyjen hormikuvien mukaan. Sapluunat toimivat muottina holvireikien valulle ja kohdistavat putket oikeisiin paikkoihin. Itse sapluuna on isompi kuin reikä. Ne asennetaan holvin alapintaan ja mitoitusyössä käytetään apuna ristikkolaseria. Putkille porataan sopivan kokoiset reiät. Sapluunat tuetaan tarvittaessa myös kiripuilla. Välikannakkeet sahataan valmiiksi poikki, mikä helpottaa purkamista. Vanerit ovat valun myötä kastuessaan hankalia ja sitkeitä purettavia, eikä orgaanista ainetta voi jättää homehtumaan rakenteisiin. Jotkin valmistajat myyvät ja markkinoivat valmiiksi tehtyjä peltisapluunoita. Niiden jäädessä kaikilta osiltaan piiloon esimerkiksi alakattorakenteiden taakse, ne voidaan jättää valun jälkeen paikalleen.

As Oy Espoon Viskaalissa käytettiin yhtä varta vasten muottitöihin palkattua kirvesmiestä. Ulkoa ostamalla voidaan säästää omia resursseja, mikä on paikallaan esimerkiksi korkeasuhdanteen aikana, jolloin työvoimaa on muutenkin hankala saada. Toisaalta esimerkiksi omien miesten työllistämisen kannalta, työn teettäminen omilla miehillä on joskus paikallaan. [1.]



Kuvio 10. As Oy Espoon Viskaalin työnjohtajan näkemys sapluunan sijoituksesta.

## 5.2 LVI-työt

LVI-urakoitsijoiden pitää varata työlle tarvittavat resurssit. Paikalla tehtävien hormien putkinousujen asentaminen on hyvin nopea työvaihe. Sen sijaan lämpöjohdot ovat tahdistava tekijä putkiurakassa, joka hitsauksineen ottaa aikaa. Paikalla tehtävien kylpyhuoneiden kololaattoihin tehtävät vaaka-asennukset ovat myös iso työvaihe, johon on varattava myös aikaa ja resursseja. Viemäriputkien asentaminen kerrosten väliin on nopeaa työtä, jota ei tarvitse aikatauluja laatiessa niinkään huomioida. [1.]

Urakoitsijat sujuttavat reikiin omat putket, jotka kannakoidaan seiniin kiinni. Jos hormi on keskellä holvia, käytetään väliaikaista kannatinkiskoa, joka poistetaan valun jälkeen. Ilmastointiputket asennetaan yleensä 3000 mm:n paloina, jotka liitetään omin liitoskappalein. Viemäriputkissa käytetään muhveja liitoksissa. Putkista muodostuu niin jäykkä tanko, että enempää sapluunoita ei tarvita. [1.]

### 5.2.1 Asennustyö

Ennen asennustyön aloittamista asennustilojen riittävyys ja valmius kyseisten LVI-tuotteiden asentamiseen tarkistetaan. Asennustyö tehdään LVI-tuotteen valmistajan, työt vastaanottavan osapuolen, nimetyn laitoksen tai hyväksytyt tarkastuselimen määräyksiä ja ohjeita noudattaen. Työtehtävissä noudatetaan kunkin työosan ja tietyn asennustyön edellyttämiä luvanvaraisuus-, turvallisuus- ja laadunvarmistusvaatimuksia. Nimetyllä työnjohdolla tulee olla rakennusvalvontaviranomaisen edellyttämä hankkeen vaativuusluokitusta vastaava kelpoisuus. Työnjohdon on osaltaan huolehdittava työmaan tarkastusasiakirjan päivittämisestä. Toteutuksessa käytetään kunkin työosan vaativuuden edellyttämiä ammattitaitoisia asentajia. Tarvittaessa tekijöiden vaatimuksia vastaava ammattitaito osoitetaan todistuksin, joiden perusteella työluopa voidaan antaa. [11.]

### 5.2.2 LVI-tuotteiden kiinnitys ja kannatus

Tartunnat ja kiinnitystarvikkeet eivät saa heikentää sen kiinnitysalustana toimivan rakennusosan laatua tai aiheuttaa sille vaurioita. Valuun asennettavien tartuntojen ja kiinnikkeiden koon, lujuuden, lukumäärän ja muiden ominaisuuksien on oltava sellaisia, että ne kestävät LVI-tuotteista niihin kohdistuvat rasitukset.

Kannakkeet kiinnitetään alustan rakenteisiin, kannakkeille varattuihin tartuntoihin tai kiinnikkeisiin siten, että kiinnitys on riittävä, kun otetaan huomioon alustan laatu, kannatettava tuote, rakenteelliset palonkestovaatimukset ja alustaan käytön aikana kohdistuvat tavanomaiset rasitukset. Kiviaineisiin pintoihin käyttäen kiila-ankkureita ja kiinnitystulppia tai muuta kuormituksen ja palokuorman kestävää kiinnitystapaa. Kannakkeet eivät saa vahingoittaa kiinnitysalustaa tai kiinnitettävää tuotetta.

Kannakkeiden paikat määritellään mittaamalla ja kiinnitetään niille tarkoitettuihin kohtiin tavallisimmin tasavälein. Materiaalin, määrän ja suojauksen on oltava sellaiset, etteivät asennukset, käytönaikaiset tavanomaiset rasitukset tai palotilanne vioita niitä. [11.]

### 5.2.3 Läpiviennit

Läpiviennin rakenteen ja tiivistyksen on oltava sellainen, että läpivienti täyttää läpäistävälle tai lävistävälle rakennus- tai laiteosille asennetut palo-, ääni-, tiiviys-, kosteus- yms. vaatimukset. Märkätiloissa vältetään vesieristeiden läpivientejä. Seinien ja välipohjien läpimenokohdissa eivät kanavat ja putket, kalustekohtaisia viemäreitä lukuun ottamatta, saa olla kiinteässä yhteydessä rakenteisiin. Eristys viedään, elleivät palo- tai äänitekniset seikat muuta edellytä, yleensä ehjänä lävistettävän rakennus- ja laiteosan läpi. [11.]

### 5.2.4 Peittyvät työsuoritukset

Toteuttaja tarkastuttaa hormeissa ja rakenteissa yms. olevat peittyvät työsuoritukset ennen suoritusten peittämistä. LVI-valvojalle ilmoitetaan ajankohta, jolloin käytettävien materiaalien laatu ja asennustyön oikea suoritustapa voidaan todeta. Tiiviys ja painekokeet tehdään ennen kyseisen asennuksen paikalla eristämistä ja peittämistä. Tarkastuksen yhteydessä todennetaan, että peittyvät viemärit ja kanavat ovat myöhemmin sisäpuolelta tarkastettavissa ja puhdistettavissa asennettujen puhdistusluukkujen tai vastaavien kautta. Osaan tarkastuksista osallistuu myös rakennusvalvontaviranomainen tai muu osapuoli, jonka hyväksyntää asennustyö edellyttää.

Putket eivät saa olla rakenteiden läpivientikohdissa kiinni rakenteessa. Kaikki venttiilit ja laitteet, esimerkiksi ilmanpoistimet, on asennettava siten, että ne on mahdollista huoltaa. Putkiurakoitsija määrittää rakenteisiin tehtävät tarkastusluukkujen sijainnin ja koon. Työmaalla niitä ei merkitä suunnitelmiin. Putkien hyväksytyt liitostavat ja käyttöalueet löytyvät kirjasta Talotekniikka, RYL 2002, taulukko G2-T3. Putket sijoitetaan siten, että ne pystytään helposti tarkastamaan, huoltamaan ja uusimaan.

Viemäriin asennetaan määräysten mukaisiin paikkoihin puhdistusyhteet. Valurautaviemärit liitetään toisiinsa pantaliitoksia. Viemärit varustetaan suojatulpalla välittömästi jokaisen työvaiheen jälkeen. Lisäksi viemärit tuetaan niin, että tuenta ja kannake yhdessä estävät viemäriin sivuttaisiikkeitä. Kun viemäri lävistää paloalueen rajan, on asennuksessa huomioitava paloeristys. Rakenteiden läpivientikohdissa käytetään siirtymää sallivaa läpivientikappaletta. [11.]

### 5.3 Eristystyö

Taulukko 2. Erilaisia eristeitä. [11.]

Lyhenne	Eriste, määrite
Aa	Päällystämätön mineraalivillakouru
Ac	Alumiinipaperilla päällystetty mineraalivillakouru (tehdasvalmisteinen)
Ea	Umpisoluisesta solumuovista valmistettu kouru tai levy
Ba	Alumiinipaperilla päällystetty lamellimatto
Bb	Verkkomatto
Db	Paloeristelevy
K	Höyrysulku
6	PVC-muovilevy (syttymisherkkyyssluokka 1, palonleviämislukka I)
10	Kuumasinkitty teräslevy

Kaikki LVI-laitteet, -putket ja -kanavat eristetään LVI-työselityksen mukaisesti. LVI-piirustuksissa on lisäksi esitetty erikseen eristettäviä laitteita, putkia ja kanavia, jotka kuuluvat eristysurakkaan. Eristysurakoitsijan on sovittava putki- ja ilmanvaihtourakoitsijan kanssa eristystyön aikataulu ja eristeiden sekä eristystyön vaatima tilavaraus.

Eristetyn putken lävistäessä rakenteen viedään eriste katkaisematta rakenteen läpi. Jos seinien jälkipaikkaus tehdään ennen varsinaista putkieristystyötä, on lävistyskohdat eristettävä erikseen ennakkoon. Kun putken eristeelle on määrätty höyrytiiveys, on eriste suojattava vastaavasti. Putken kulkiessa osastoivan seinän tai välipohjan läpi, on palava eriste korvattava lävistyksen kohdalla palamattomalla eristeellä.

IV-koneen ja ääniloukun välinen kanava äänieristetään. Palo- ja lämpöeristykseen on yhdessä täytettävä paloeristykseen mukainen eristepaksuus, jossa eristeiden yhteenlaskettu paksuus on vähintään 100 millimetriä. Jos kanavalle ei ole määrätty paloeristettä, se lämpöeristetään siten, että eristeen paksuus on myös vähintään 100 millimetriä. Paloeristetyn kanavan lävistäessä seinärakenne, eriste katkaistaan seinän kohdalla. Kanavan ja seinärakenteen sauma tiivistetään paloluokitettulla kitillä.

LVI-urakoitsijat huolehtivat omien rakennusjätteidensä toimittamisesta ja lajittelusta pääurakoitsijan toimittamiin keräyspisteisiin. Mikäli pääurakoitsija joutuu siivoamaan urakoitsijoiden laiminlyötyä jätteiden toimittamisen keräysastioihin, on pääurakoitsijalla oikeus veloittaa aiheutuneet siivouskustannukset ao. urakoitsijalta. [11.]

## 5.4 Valaminen



Kuvio 11. As Oy Espoon Aurinkopurjeen ontelolaattojen kylpyhuonevaraus. Aco-seinät eivät ole vielä paikallaan.

Valaminen ajoitettiin samanaikaisesti paikalla tehtävien kylpyhuoneiden kaatolattioiden yhteyteen. Valuryhmä koostuu 3-5 miehestä, joista 1-2 miestä hoitaa hormireikien valamisen. Tilattiin betonipumppu, jolla massa siirrettiin valettavaan kerrokseen. Koska hormit sijaitsevat myös eri paikoissa kuin kylpyhuoneet, nousuputkihormireikien umpeen valaminen tehtiin ämpärivaluna, tarvittaessa vaakasiirroissa kottikärryjä apuna käyttäen. Massa oli tarpeeksi notkeaa, joten valutärytintä ei käytetty, vaan betonia survottiin muottiin tarvittaessa sopivan kokoisen riman avulla. Putket ovat tarpeeksi etäällä toisistaan eristevaran takia, joten valaminen oli suhteellisen helppoa. Jos hormireikävalut tehdään erillisenä valuna, siihen voidaan varautua nostamalla suursäkit kuten esimerkiksi S-30 betonimassaa valmiiksi holville. [1.]





Kuvio 12. As Oy Espoon Aurinkopurjeen valettu kylpyhuonevaraus seinineen.

## 5.5 Hormien levytys

Levytyksessä noudatetaan SisäRYL 2000, osa F 52 ohjeistusta, YIT kylpyhuonesuunnitteluohjetta sekä YIT ARK suunnitteluohjeita. Käytetään YIT:n rakennetyyppejä ja toteutetaan levytys kevyiden väliseinien tekotapoja myötäillen. Asuntojen kevyet väliseinät kuivissa tiloissa ovat teräsrankaisia levyseinä. Kosteiden tilojen seinät tehdään teräs- tai puurankaisina levyseininä. Osastoivissa seinissä kaikki läpiviennit tulee tiivistää ja yläpäät tulee saumata tyyppihyväksytyllä palomassalla tai tiivistää palovillalla ja peittää molemmin puolin. [8.]

Teräsrankana As Oy Espoon Viskaalissa käytettiin tyyppiä R 66 k 600 jaolla, laatoitettavilla ja kalustettavilla seinillä k 400 jaolla. Sähkönousujen kohdalla sähkösuunnittelija määrittä rankojen paksuudet. Rangat oli helppo sovittaa ahtaisiinkin paikkoihin. Hormit levytettiin tuplakipsilevyin. Kipsilevytyyppinä on GN 13 ohennetuin saumoin ja lasikuitu- tai paperinauhavahvisteilla. Kosteiden tilojen levytyksissä käytettiin EK-kipsilevyä tai märkätilakipsilevyä, jotka vesieristettiin. Liittyminen lattian läpivienteihin tehtiin YIT:n tyyppien ja rakennesuunnittelijan sovituspöytäkirjan mukaisesti. Liittymät muihin rakenteisiin tiivistettiin elastisella akryylikitillä. Muut laatoitettavat pinnat tasoitettiin ja ne käsiteltiin kosteussululla. [8.]

Hormien levytys tapahtuu käytännössä kipsiväliseinien tuplauksen jälkeen. Se onnistuu harvoin samassa kierrossa väliseinien kanssa, koska putkinousujen eristystyö vie oman aikansa ja tapahtuu hieman perässä. Ideaalitulanteessa hormit voivat olla valmiita levytettäväksi samaan aikaan, jos LVI-urakoitsijoiden ohjaus onnistuu ja aikatauluissa pysytään. Ei tule suurta haittaa, vaikka tehdään erillinen hormien kotelointikierros. Väliseinämiehiä on usein useampia ja tähän työhön voidaan irrottaa myös oma tekijä. Viskaalissa levytykset teki sama väliseinämies ja levytyksistä osa jäi jälkikierrokseen. [3.]

## 5.6 Tasoitus ja maalaus

Pintakäsittelyn alustaksi tulevien tasoitteiden on oltava hyväksi tunnettua laatua ja niiden soveltuvuus erilaisiin liima- ja maaliaineisiin on selvitettävä tasoitteen valmistajan kanssa ennen työhön ryhtymistä. Tasoitteet käsitellään tarkemmin rakennusselostuksessa ja lisäksi maalaus- ja tasoitetyö erillisen maalaustyöselostuksen mukaan. [8.]

Paikkausten ja oikaisujen jälkeen ylitasoitus tehdään pohjatasoitteella, osittain tasoitus pohja- tai pintatasoitteelle ja ylitasoitus pintatasoitteella vähihiontoineen. Tasoitettulla pinnalla ei saa näkyä kuplia, lastan jälkiä tms. epätasaisuuksia. Alustan käsiteltävät pinnat ovat uudisrakentamiselle tyypillisiä raakapintoja, jotka pääurakoitsija kunnostaa rakenteellisesti ja joille maalausurakoitsija suorittaa tarvittavat hionta-, tasoite-, puhdistus- ja pohjatyöt ottaen huomioon suoritettavat esikäsittelyt. [8.]

## 6 Työnjohto, aikataulut ja valvonta

### 6.1 Työnjohto

Työmailla päivittäinen työnjohto jää usein pääurakoitsijan harteille. Sähkö-, putki- ja IV-urakoitsijoiden työnjohtajat ovat normaalilla kerrostalotyömaalla lähinnä satunnaisesti. Tämä tulisi huomioida myös sopimuksissa ja niiden valvonnassa. Pääurakoitsijoiden pitäisi uskaltaa aiempaa enemmän reklamoida ja laskuttaa aliurakoitsijoita ylimääräisestä työstä. Monissa tapauksissa saatetaan joutua myös vaikeuksiin, koska sähkö- ja LVI-alan ammattitaitoista työnjohtoa ei ole tarvittaessa paikalla. Vielä hankalampaa on saada koko työvaiheessa tarvittava työnjohto samanaikaisesti paikalle. He joutuvat hoitamaan useita työmaita ja lisäksi tekemään konttorityönsä.

Tänä päivänä useimmilla aliurakoitsijoilla on omien jälkien siivousvelvollisuus, jonka valvontaan tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huolta. Urakkatyötä tekevältä asentajalta unohtuu helposti tämä velvoite ja pääurakoitsijan tuntitöissä olevilta siivoajilta saattaa kulua huomattavasti aikaa toisten jälkiä siistiessä. Muissa Pohjoismaissa tämä asia on paremmin hoidettu muun muassa sanktioin, eikä meilläkään asiaa tulisi pelätä ottaa esille. Tapa vaikuttaa esimerkiksi työtapaturmiin huomattavasti. Työturvallisuuslaiminlyönteihin puuttuminen jää myös liian usein työmaan oman työnjohdon velvollisuudeksi.

### 6.2 Vaikutukset aikatauluun

Toteutuksen vaikutukset työmaan yleis- ja sisävalmistusaikatauluun eivät olleet merkittäviä. Resurssina tarvittiin yhtä kokopäivätoimista kirvesmiestä, joka hoiti muottityöt. Valamiset tehtiin kaatovalujen yhteydessä ja niiden mukana selvittiin muutaman rakennusmiehen työpanoksella valupäivinä. Hormien levytyksen teki väliseinämies, joka käytti tarvittaessa toisen kierroksen hormien tekoon. Varapaikkatyönä hormien seinien levytys on usein paikallaan varsinaisen päätyön eli sisäseinien levytyksen tekomahtolisuuksien mennessä tukkoon syystä tai toisesta. [1.]





#### 6.4 Kokoukset ja katselmukset

Työvaihetta seurattiin työmaakokouksissa sekä rakennusvalvontaviraston aloitus- ja seurantakokouksissa.

Rakentamisaikana ja sitä ennen järjestetään seuraavia yhteisiä toimituksia

- urakkaneuvottelu
- työmaakokous nro 1
- tarvittava määrä normaaleja työmaakokouksia
- erilaisia katselmuksia kuten suunnitelma- ja reklamaatiokatselmus.

Muita palavereita

- aikataulupalaverit
- urakoitsijapalaverit
- rakennusvalvonnan seuranta.

Työmaakokouksen tarkoituksena on luoda kontakti osapuolten kesken. Todetaan työmaan tuotannon tila ja tutkitaan onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi tarvittavia vaihtoehtoisia toimintatapoja, ratkaisuja ja menetelmiä. Ratkaistaan työnaikaiset ongelmat sekä esiin tulleet erimielisyydet.

Työmaakokouksia pidetään rakennuttajan ja pääurakoitsijan kesken tai pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan kesken (ns. urakoitsijapalaveri). Työmaakokouksesta pidetään pöytäkirjaa, johon tehdyt huomautukset vastaavat reklamaatiota. Tässä oleellista ovat selkeys ja täsmällisyys. [12.]

## 6.5 Tarkastukset ja käyttöönotto

Vastaanottotarkastuksia ja käyttöönotto toimenpiteitä tehdään jatkuvasti rakennustyön edistyessä. Kaikki asennustapa-, malliasennus- ja laitetarkastukset ovat osa vastaanottotarkastus kokonaisuutta. Rakennusaikana suoritetuista tarkastuksista laaditaan erilliset muistiot tai ne merkitään erilliseen valvontakirjaan tai -kansioon.

- Lämmitysverkoston huuhtelu ja painekoe
- Vesijohtoverkoston (KV/LV) huuhtelu ja painekoe
- Ilmanvaihtokanavien tiiviyskokeet
- Ilmanvaihtokanavien puhtaus
- Ilmamäärien mittaaminen.

## 7 Laatukortti

### 7.1 Noudatettavat asiakirjat

BY 45 / BLY7 Betonilattiat 2002

BY 50 Betoninormit 2004

RunkoRYL 2000 23.46 Betonilattiat

RakMK B4 (2005) Betonirakenteet, ohjeet

RT 31-10633 Kartonkipintaiset kipsilevyt, Rakennuslevyt

RT 82-10452 Seinien liittymät

RT 82-10825 Väliseinärakenteita

Sisä Ryl 2000, luku 54 Väliseinätyö

Maalaus Ryl 2001

### 7.2 Tärkeimmät laatuvaatimukset

#### 7.2.1 Työ

##### *Muottityöt*

- Hormien sijainnit on oltava merkittyinä valmiiksi holviin.
- Valumuotit tehdään piirrettyjen hormikuvien mukaan.
- Sapluunat muottina holvireikien valulle ja kohdistavat putket oikeisiin paikkoihin. Putkille porataan sopivan kokoiset reiät.
- Mitoitustyössä käytetään apuna ristikkolaseria.
- Sapluunat tuetaan tarvittaessa myös kiripuilla.
- Välikannakkeet sahataan valmiiksi poikki, joka helpottaa purkamista.



### *LVI-työt*

- Ennen asennustyön aloittamista asennustilojen riittävyys ja valmius asentamiseen tarkistetaan.
- Toteutuksessa käytetään kunkin työosan vaativuuden edellyttämiä ammattitaitoisia asentajia.
- Asennustyö tehdään määräyksiä ja ohjeita noudattaen.
- Urakoitsijat sujuttavat omat putket reikiin, jotka kannakoidaan seiniin. Jos hormi on keskellä holvia, käytetään väliaikaista kannatinkiskoa.
- Putket eivät saa olla rakenteiden läpivientikohdissa kiinni rakenteessa.
- Putket sijoitetaan siten, että ne pystytään helposti tarkastamaan, huoltamaan ja uusimaan.
- Kannakkeet kiinnitetään alustan rakenteisiin, kannakkeille varattuihin tartuntoihin tai kiinnikkeisiin siten, että kiinnitys on riittävä.
- Märkätiloissa vältetään vesieristeiden läpivientejä. Seinien ja välipohjien läpimenokohdissa eivät kanavat ja putket, kalustekohtaisia viemäreitä lukuun ottamatta, saa olla kiinteässä yhteydessä rakenteisiin.
- Viemäriin asennetaan määräysten mukaisesti paikoihin puhdistusyhteet. Valurautaviemärit liitetään toisiinsa pantaliitoksin.
- Viemärit varustetaan suojatulpalla välittömästi jokaisen työvaiheen jälkeen. Viemärit tuetaan niin, että tuenta ja kannake yhdessä estävät viemäriin sivuttaisliikkeet.
- Kun viemäri lävistää paloalueen rajan, on asennuksessa huomioitava paloeristys.
- Rakenteiden läpivientikohdissa käytetään siirtymää sallivaa läpivientikappaletta.
- Eristys viedään, elleivät palo- tai äänitekniset seikat muuta edellytä, yleensä ehjänä lävistettävän rakennus- ja laiteosan läpi.
- Nimetyllä työnjohdolla tulee olla rakennusvalvontaviranomaisen edellyttämä hankkeen vaativuusluokitusta vastaava kelpoisuus.
- Toteuttaja tarkastuttaa hormeissa ja rakenteissa yms. olevat peittyvät työsuoritukset ennen suoritusten peittämistä.
- Kaikki LVI-laitteet, -putket ja -kanavat eristetään LVI-työselityksen mukaisesti.
- Eristysurakoitsijan on sovittava putki- ja ilmanvaihtourakoitsijan kanssa eristystyön aikataulu ja eristeiden sekä eristystyön vaatima tilavaraus.

- Kun putken eristeelle on määrätty höyrytiiveys, on eriste suojattava vastaavasti.
- Putken kulkiessa osastoivan seinän tai välipohjan läpi, on palava eriste korvattava lävistyksen kohdalla palamattomalla eristeellä.
- Palo- ja lämpöeristyksen on yhdessä täytettävä paloeristyksen mukainen eristepaksuus.
- Paloeristetyn kanavan lävistäessä seinärakenne, eriste katkaistaan seinän kohdalla.
- Kanavan ja seinärakenteen sauma tiivistetään paloluokitetulla kitillä.
- IV-koneen ja ääniloukun välinen kanava äänieristetään.
- LVI-urakoitsijat huolehtivat omien rakennusjätteidensä toimittamisesta ja lajittelusta pääurakoitsijan toimittamiin keräyspisteisiin.

#### *Betonointi*

- Varmistetaan suunnitelmienmukaisuus.
- Varmistetaan, että kaikki LVIS-asennukset ovat paikoillaan ja tarkastetut.
- Täyttötyössä on varottava vahingoittamasta täytön alle jääviä putkistoja ym. rakenteita.

#### *Putkinousuhormien levytys*

- Selvitetään alusrakenteiden johto- ja putkirakenteiden sijainnit.
- Suunnitellaan levyjako ja seinärakenteeseen tulevien asennusten kiinnitystuennat.
- Varmistetaan putkinousuhormin rungon tiivis liittyminen rajoittaviin rakenteisiin esimerkiksi mineraalivillan avulla.
- Varmistetaan, että pystymetallirakojen läpät ovat auki.
- Asennuskiskot kiinnitetään seiniin, kattoon ja lattiaan 6 mm:n kiinnitysniiteillä 400 mm:n välein.
- Kiskoja alle asennetaan solukuminauha ääntä eristämään.
- Mikäli yläpuolinen rakenne voi taipua, tehdään väliseinän yläreuna teleskooppirakenteena.
- Levyt nostetaan kiinni kattoon, alakaton yläpuolisia seinän osia ei saa jättää auki, vaan levyyn tehdään reiät kanaville ja johdoille.
- Levy ja betonirakenteiden väliset saumat saumataan palomassalla. Levyjen reunoille on jätettävä 5 mm:n vara elastista saumausta varten.

- Kiinnitysranat  $kk \leq 600$  ja laatoitettavat seinät  $kk \leq 400$ .
- Rankoja jatkettaessa, ne on limitettävä vähintään 600 mm.
- Ruuvien keskinäinen etäisyys rivissä reunalla  $\leq 200$  mm ja keskellä  $\leq 300$  mm.
- Kaksinkertaisessa levytyksessä levyjen saumoja ei saa sijoittaa kohdakkain.
- Levyjen leikatut saumat tulee viistää.
- Varmistetaan, että kaikki asennustuet, sähköasiat, putkitukset ym. ovat paikallaan.
- Ruuvien kannat siloitetaan lukuun ottamatta laatoitettavia hormeja.

#### *Tasointu- ja maalaustyöt*

- Tasointeet käsitellään tarkemmin rakennusselostuksessa ja lisäksi maalaus- ja tasointeö erillisen maalaustyöselostuksen mukaan.
- Paikkausten ja oikaisujen jälkeen ylitasoitus tehdään pohjatasointeella, osittain tasointu pohja- tai pintatasointeelle ja ylitasoitus pintatasointeella välhiontoineen.
- Tasointetulla pinnalla ei saa näkyä kuplia, lastan jälkiä tms. epätasaisuuksia. Maalausurakoitsija suorittaa tarvittavat hionta-, tasointe, puhdistus- ja pohjatyöt ottaen huomioon suoritettut esikäsitteilyt.

## 7.2.2 Materiaalit

#### *Muotit*

- Vanereita ei voi jättää homehtumaan rakenteisiin.
- Tarvittaessa peltisapluunat voidaan jättää valun jälkeen paikalleen.

#### *LVI-materiaalit*

- Tartunnat ja kiinnitystarvikkeet eivät saa heikentää sen kiinnitysalustana toimivan rakennusosan laatua tai aiheuttaa sille vaurioita.
- Valuun asennettavien tartuntojen ja kiinnikkeiden koon, lujuuden, lukumäärän ja muiden ominaisuuksien on oltava sellaisia, että ne kestävät LVI-tuotteista niihin kohdistuvat rasitukset.

- Materiaalin, määrän ja suojauksen on oltava sellaiset, etteivät asennukset, käytönaikaiset tavanomaiset rasitukset tai palotilanne vioita niitä.
- Läpiviennin rakenteen ja tiivistyksen on oltava sellainen, että läpivienti täyttää läpäistävälle tai lävistävälle rakennus- tai laiteosille asennetut palo-, ääni-, tiiviys-, kosteus- yms. vaatimukset.

#### *Betonointimateriaalit*

- Käytettävä betonilaatu valitaan rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan.
- Betonilaadun tulee mahdollistaa riittävä kuivuminen kuivumiseen varatussa ajassa.

#### *Levytysmateriaalit*

- Kipsilevyjen paksuuden on oltava suunnitelmien mukainen.
- Levytykset, joissa levyjen väliset saumat siloitetaan, tehdään reunaohennetuista levyistä.
- Runko on kuumasinkittyä peltirankaa.
- Ek-levylle vastakierrekipsilevyruuvi.
- Palokatkot ja äänieristykset määrittää LVI-suunnittelija.
- Eristysmateriaali suunnitelmien mukainen, valintaan vaikuttavat oleellisesti ääneneristysvaikutukset.

#### *Tasoitus- ja maalausmateriaalit*

- Pintakäsittelyn alustaksi tulevien tasoitteiden on oltava hyväksi tunnettua laatua ja niiden soveltuvuus erilaisiin liima- ja maaliaineisiin on selvitettävä tasoitteen valmistajan kanssa ennen työhön ryhtymistä.

### 7.3 Laadun valvontamenetelmät

- Varmistetaan alustassa kulkevien johto- ja putkirakenteiden sijainnit.
- Varmistetaan, että peittyvät (LVIS-asennukset) rakenteet ovat valmiit.
- Varmistetaan, että täyttömateriaali ja eristeet täyttävät niille asetetut vaatimukset.
- Perustiedot betonilaadun ominaisuuksista ja valintaan vaikuttavat tekijät.

- Valmiin työn tulee täyttää sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset pinnan laadun, rakenteen lujuuden ja mittatarkkuuden osalta.
- Hormin pystysuoruus mitataan useasta kohdasta hormissa.
- Käyryys mitataan sekä vaaka- että pystysuunnassa.
- Valmiiden levytettyjen pintojen tulee olla ehjiä, puhtaita ja asiakirjojen mukaisia.
- Tarvittaessa hormin suojaus.
- Työkohde tulee siivota ennen seuraavaa työvaihetta.
- Tehdään suunnitelmien mukaiset ääneneristyskokeet.

#### 7.4 Potentiaalisten ongelmien analysointi

Liitteessä 1 (2)

#### 7.5 Laadun tarkastuskortti

Liitteessä 2 (2)

## 8 Yhteenveto

Työssä tarkasteltiin paikalla tehtävien kipsiverhoiltujen nousuputkistojen toteutusta työvaiheittain ja raportoitiin As Oy Espoon Viskaalissa tehdystä työn toteutusmuodosta. Paikalla tehtyihin hormoneihin kuuluu muottityöt, betonointi, LVI-työt, eristys, levytystyöt sekä tasoitus- ja maalaustyöt. Näistä töiden eri vaiheista koottiin työmaille tärkeimpiin kohtiin keskittyvä raportti ja laatukortti, joka toimii työohjeena työnjohdolle ja on osa YIT Rakennus Oy:n käyttämää laatujärjestelmää. Tarkoituksena oli tehdä lyhyt nimenomaan varsinaista rakennustyötä koskeva tiivistelmä aiheesta. LVI-työt kuuluvat oman työnjohtonsa ja valvonnan alle, mutta joitain ohjeita ja määräyksiä käsiteltiin myös laatukorttiosuudessa. Työmaiden ongelmana on ollut päivittäisen LVI-työnjohdon kaatuminen työmaiden rakennusmestareiden ja muun työnjohdon syliin. Tämä johtuu lähinnä siitä, että kiinteistötekniikan omat työnjohtajat joutuvat hoitamaan samanaikaisesti useita työmailta sekä konttorityöt omalta osaltaan. Kuitenkin LVI-työt ovat erityisammattitaitoa vaativia töitä, joihin ei tavallisella rakennuspuolen työnjohdolla ole riittävä koulutusta, eikä pätevyyttä.

Työtappaa verrattiin nousuputkistoelementteihin sekä kylpyhuone-elementteihin ja kerrottiin lyhyesti näiden omista ominaispiirteistä. Elementtinousuputkistot ovat kerrostalotyömaille pääasiassa oleva toteutusmuoto, joiden massiivisuuteen perustuvat ääni- ja palotekniset ominaisuudet ovat vertaansa vailla. Ongelmia on ollut lähinnä pintojen laadun kanssa, jolloin työmaille joudutaan käyttämään betonipintojen etuoikaisuun ylimääräistä aikaa ja sen myötä rahaa. Etenkin kosteiden tilojen laatoitusten osalta ongelma on korjattava viimeistään työmaille, koska virheet korostuvat näkyvästi lattia-laatoituksissa. Myös suunnittelussa on ilmennyt jonkinasteisia ongelmia esimerkiksi aloituselementtien suhteen. Kilpailu valmiselementtien kanssa on ollut suhteellisen olematonta, sillä toimittajia on vähän. Tämä pitää hinnat korkeana. Kylpyhuoneelementit valmiine putkistoineen ovat myös yleistyneet. Sen lisäksi, että työmaille tehtävät kylpyhuone- ja saunatyöt jäävät käytännössä miltei kokonaan pois, LVI-työt helpottuvat huomattavasti. Valmiselementeissä on ollut joitain kosteusongelmia lähinnä rakennusaikaisen suojauksen puutteellisuuden takia. Elementit ovat tiiviitä ja kun kosteus kerran pääsee rakenteisiin, sitä on vaikea kuivattaa pois ilman vaurioita.

Rakennuttajasta, pääurakoitsijasta sekä kohteesta kerrottiin lyhyesti. Sivuttiin gryndausta, joka on ARK:n eli Kerrostalot Pääkaupunkiseutu-yksikön kohteissa käytetyin to-

teutusmuoto. Esiteltiin As Oy Espoon Viskaali muutaman perustiedon kautta. Käytiin työmaalla käytettävissä olleet lyhyet suunnitelmat läpi ja sivuttiin YIT:n suunnittelun ohjausta. Suunnitelmat olivat normaalisti käytettäviin Elpo-suunnitelmiin verrattuna varsin puutteelliset ja huomattavan vähän tietoa sisältävät. Suunnittelun ohjaukseen kaivataan työmailla myös jämäkämpää otetta. Aikataulullisesti työvaihe ei ole tahdistava vaan sujuu esimerkiksi väliseinäsennuksen sekä kylpyhuonelattiavalujen yhteydessä luontevasti. Muotit tehdään kirvesmiehen työpanoksella, levytys väliseinätöiden varapaikkatyönä tai tarvittaessa omana kierroksenaan yhdellä timpurilla sekä tarvittavat pienet betonoinnit esimerkiksi kylpyhuoneiden lattiavalujen yhteydessä, kun välipohjina ovat ontelolaatat.

Valvonnan työkaluina toimivat malliasennukset, erilaiset kokoukset ja katselmukset, joilla seurataan etenkin LVI-töiden asiaan kuuluvaa ja määräystenmukaista etenemistä. Ne kirjataan ylös ja toimivat osana YIT:n toimintajärjestelmää sekä viranomaisvalvontaa.

Kokonaisuutena työvaihe koostuu vanhoista tutuista erillisistä työvaiheista, jotka koottiin yhdeksi kokonaisuudeksi ja joiden valvontaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Työvaiheet on syytä käydä huolellisesti läpi, koska kyseessä on koko rakennuksen toiminnan kannalta merkittävä asia. Tämän takia myös suunnitelmien on oltava hyvät ja niihin on panostettava. Nyt As Oy Espoon Viskaali vietiin läpi lähinnä työmaan työnjohdon pitkän kokemuksen avulla, vaikka suunnitelmat olivat puutteelliset.

## 9 Johtopäätökset

Kerrostalorakentamisessa totuttu nousuputkistoelementti ei ole välttämättä ainoa ja aina paras ratkaisu toteutuksen kannalta. On hyvä tutkia myös muita toteutusvaihtoehtoja. Vaihtoehtojen tarkoituksenmukaisuutta on syytä tarkastella useasta näkökulmasta. Pitää ottaa huomioon esimerkiksi, että käytetäänkö paikalla valettuja välipohjia vai ontelolaattoja. Onko kohteessa paljon talotekniikkaa ja tuleeko paljon vaakavetoja alakatoissa. Syitä voi olla myös muita kuin poikkeuksellisista rakenteista johtuvat vaatimukset. Kerrosten pohjaratkaisujen erilaisuus kerroksittain voi olla yksi syy käyttää paikalla tehtyä toteutusta.

Elementtitehtaiden kilpailu saattaa olla olematonta, jolloin hintojen sanelupolitiikan hillitsemiseksi voidaan päätyä myös toisenlaiseen ratkaisuun kuin totutusti. Nykyään on kuitenkin enemmän kilpailijoita valmishormeissa ja kylpyhuone-elementeissä kuin vielä muutama vuosi sitten. Noususuhdanteen aikaan myös valmiselementtien saatavuusongelmat voivat vaikuttaa toteutusmuodon valintaan. [1.]

Kosteiden tilojen osalla voi olla syytä tarkastella lähemmin vaikkapa Aco-seinien käyttöä hormoneissa. Ne on helppo asentaa ja valaakin tarvittaessa. As Oy Espoon Aurinkopurjeessa näin on toimittu, kun ensimmäisen kerroksen Elpo-elementti oli mahdoton asennettava. Materiaali ei ole niin altis kosteusvaurioille kuin kipsilevyt. Monet tahot suosittelivatkin kiviseinien käyttöä kosteissa tiloissa.

Kustannusten seuraaminen vaatii työvaiheen kustannusten tarkempaa litterointia. Rahankäyttöä tulisi seurata jokaisen työvaiheeseen liittyvän työn osalta, jos mielitään saada kustannustehokkuudesta kattavampi kuva ja vertailla kokonaisuutta muihin vaihtoehtoihin. Niin sanotuista kaatolitteroista olisi päästävä työmailla eroon ja laskennan olisi reagoitava nopeammin jokaisen työmaan ominaispiirteisiin. Aluekohteissa on reagoinnissa paljon parantamisen varaa, jos neljännessä kerrostalossa lasketaan vielä samalla tavalla työvaiheen kustannukset kuin kolmessa ensimmäisessä pieleen mennessä.

Paikalla tehty vaihtoehto ei ole millään tavoin uusi menetelmä, vaan pikemminkin kerrostalorakentamisessa käytöstä poistunut. Paikalla tehtävien putkinousujen toteutus ei ole ylitsepääsemättömän vaikeaa ja onhan niin tehty jo vuosikymmeniä ennen ele-



menttiteollisuuden kehittymistä. Vaikka nousuputkistoelementit ovat jo arkipäivää, paikalla rakentaminen on kuitenkin työmenetelmä, joka on helposti toteutettava, työllistävä ja kustannuksiltaan kilpailukykyinen. Kaiken kaikkiaan se on lähemmän tarkastelun arvoinen vaihtoehto myös isoille rakennusliikkeille.

## Lähteet

- [1] Ylenius, Jouko. 2010. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Espoo. Haastattelu, osa 1. 18.8.2010.
- [2] RT. 1998. SisäRyl 2000, Rakennustieto Oy. 1998.
- [3] Ylenius, Jouko. 2010. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Espoo. Haastattelu, osa 2. 18.8.2010.
- [4] Toimitusehdot. 2010. Elpotek Oy. Sopimusliite. 2010.
- [5] Elementtisuunnittelu.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/kylpyhuoneelementit>. Luettu 13.4.2011.
- [6] Piha, Risto. 2011. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Espoo. Keskustelu. 21.4.2011.
- [7] Pohjola, Ossi. 2011. Laatupäällikkö, YIT Rakennus Oy, Helsinki. Sähköposti. 8.9.2011.
- [8] Rouhiainen, Petri. 2008. Rakennusselostus As Oy Espoon Viskaali, YIT Rakennus Oy. 30.10.2008.
- [9] Ratu 1192-S, RakMK C-3
- [10] Hämäläinen, Samii. 2011. Palotekniikka asuntorakentamisessa, Paloässät. Espoo. Esitelmämoniste. Paloässät.27.4.2011.
- [11] LVI-suunnittelu J.Huhtala Ky. LVI-työselostus As Oy Espoon Viskaali, YIT Rakennus Oy. 10.4.2008.
- [12] Mattila, Paavo. 20.9.2011. YSE 1998 – aliurakan johtaminen. Esitelmämoniste. Talonrakennusteollisuus ry. 2011.

## Potentiaalisten ongelmien analysointi

Ongelma	Seuraus	Ratkaisu
Hormien paikallistaminen holveissa	Hormit väärässä paikassa	Hormien paikkojen merkitseminen ennakkoon
Hormin ahtaus ja putkien sijoitus	Asennus vaikeutuu ja putket ovat väärissä paikoissa	Suunnittelijoilta riittävän tilavat hormit ja sopivan kokoiset reiät sapluunaan.  Tarkistetaan sapluunoiden kiinnitys ennen valua ja tuetaan tarvittaessa kiripuilla.
Putkitusten toteutuksen virheet	Toteutus ei ole toimiva	Käytettävä LVI-työnjohtoa ja huolehdittava tarpeellisista tarkastuksista. Pätevät asentajat.
Muottien ja sapluunoiden purkaminen	Valuun jää homehtuvaa materiaalia	Sahataan kannakkeet valmiiksi lähes poikki tai käytetään peltisapluunoita
Betonin saatavuus	Betonityöryhmä odottaa, työmaa seisoo, aikataulu viivästyy	Sovitaan betonikuljetusten aikataulusta, määrästä ja betonilaadusta vähintään viikko ennen toimitusta.  Varmistukset edellisenä päivänä ja valun aikana.
Betonin tiivistäminen jää vajavaiseksi	Valuun jää rotankoiloja	Noudatetaan tiivistyksestä annettuja ohjeita
Betonin jäätyminen	Lujuudenkehitys pysähtyy	Suojataan valu talviaikana ja / tai käytetään lämmittämiä
Riittävien kuivumisolosuhteiden luominen epäonnistuu	Rakenteiden kuivuminen ei ole hallittua, kuivumisajat ylittyvät	Suojataan kaikki holvilla ja julkisivuissa olevat reiät joko väliaikaisin tai lopullisin rakentein heti, kun se on mahdollista  Rakenteiden kuivuminen alkaa kun aukot on peitetty, vesikatto on valmis ja lämmitysjärjestelmät toimivat (mieluiten lopullinen)

Äänien kuuluminen hormirakenteen läpi. Palon kestävyysvaatimukset ei toteudu.	Hormien levytys purettava ja tehtävä tiiviiksi	Kiskojen alle solukuminauha. Tiivistys elastisella saumausaineella, tarvittaessa palomassalla. Levyjen reunoille 5 mm:n saumausvara. Kaksinkertaisessa levytyksessä saumat eri kohtiin. Suunnitelmien mukaiset eristykset.
Epävakaa levytys	Levytys joustaa ja pinnat halkeilevat	Kiinnitysruangat 400 mm:n jaolla. Ruuvien etäisyys 200 mm. Kiskojen kiinnitys 6 mm:n niiteillä 400 mm:n jaolla.
Maalatut pinnat epätasaiset	Tehdään uudelleen pintakäsittely	Kiinnitysruuvien kannat siloitettava. Levysaumojen nauhoitus. Nurkka- vahvikkeet. Tasoitus ja maalaus pohja- ja pintakerroksin.

**Laadun tarkastuskortti**

Päivämäärä:

Työkohte:

Tarkastukset ja valvonta	Mittaukset: Ok/Väärin	Korjattavaa	Kuittaus
<b>Työtä edeltävät</b>			
Suunnitelma-asiakirjat			
Varmistetaan johto- ja putkirakenteiden sijainnit.			
Ennen betonointia varmistetaan peittyvien rakenteiden valmius			
Varmistetaan täyttömateriaalin ja eristeiden vaatimukset ja valintaan vaikuttavat tekijät			
<b>Työn aikana</b>			
LVI-töiden valmius ja suunnitelmienmukaisuuden tarkistus			
Betonityösuunnitelma			
Betonointi-, tiivistys- ja hiertokalusto			
Muottien purku			
Levytystyö. Hormien pystysuoruus			
Ääneristys ja palon kestävyys			
<b>Työn jälkeen</b>			
Pintojen eheys, puhtaus			
Työkohteen siivous			
Suojaus			

Kuittaukset:

\_\_\_\_\_  
Työnjohtaja\_\_\_\_\_  
Työntekijä