



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Alexi Isoaho

Asuntosuunnittelun hormivaihtoehdot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

31.5.2021

Tekijä Otsikko	Aleksi Isoaho Asuntosuunnittelun hormivaihtoehdot
Sivumäärä Aika	90 sivua 31.5.2021
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI
Ohjaajat	talotekniikan toimialajohtaja Jan Tapper yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena ovat asuntosuunnittelun hormivaihtoehdot. Hormilla tarkoitetaan taloteknisten järjestelmien pystyreittiä rakennuksen rungon sisällä. Työn tarkoituksena on esitellä uudisrakentamisen eri hormivaihtoehdot ja niiden suunnittelua koskevia asioita. Nykyisin käytetään paljon valmiita hormielementtejä niiden vaatiman pienemmän tilantarpeen ja työmaan aikataulutusten kireyden takia.</p> <p>Työn lähdeaineistona käytettiin haastatteluja puhelimitse tai sähköpostilla, tuote-esittelyjä ja verkkodokumentteja. Omakohtainen toteutettujen kohteiden suunnittelukokemus mahdollisti melko kattavan esitystavan ja antoi varmuutta yksityiskohtiin. Lisäksi tuotevalmistajat tutustuivat raporttiin ja kommentoivat tuotteidensa osuuksia, mikä osaltaan tukee asiassällön paikkansa pitävyyttä.</p> <p>Työssä havaittiin, ettei kaikkia eri hormivaihtoehtojen suunnittelua koskevia asioita ole löydettävissä suoraan tiedonhaulla. Tarvittiin puhelin- ja sähköpostikeskusteluja suunnittelussa huomioitavien asioiden selvittämiseksi. Työssä selvitettiin asuntojen hormisuunnittelun kulku ja suunnitteluun vaikuttavat ympäristöministeriön asetukset. Työssä selvitettiin myös hormien ja LVI-tekniikan sijoitus sekä käytiin läpi hormien rakenteita ja ääni- ja palo-osastointia. Käytiin läpi myös yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa ja rakenteiden vaikutus hormien sijoitukseen.</p> <p>Opinnäytetyöstä on tarkoitus jatkossa jalostaa ohje Sitowise Oy:n kaikkien talotekniikkayksiköiden käyttöön, erityisesti on ajateltu uusien suunnittelijoiden työn helpottamista ja osaamisen lisäämistä. Työtä jo tällaisenaan voidaan hyödyntää erityisesti nuorien suunnittelijoiden tietouden parantamiseksi asuntosuunnittelun hormivaihtoehdoista.</p>	
Avainsanat	pystynousut, hormit, talotekniikkaelementit

Author Title Number of Pages Date	Aleksi Isoaho Ways to Design HVAC Risers (Flues) in New Apartment Buildings) 90 pages 31 May 2021
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Building Services Engineering
Instructors	Jan Tapper, Business Director, Mechanical and Electrical Engineering Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to present the different ways to design HVAC risers (flues) in new apartment buildings. The data collection methods used in the project were interviews, product presentations and documents. Furthermore, the product manufacturers commented the project report regarding their own products to ensure the accuracy of the information.</p> <p>During the project it was established that all the necessary information concerning the design of HVAC risers could not be found with a direct data search. Phone and email conversations were needed to find out the details of designing HVAC risers. The process of HVAC riser design and the decrees of the Ministry of the Environment were studied. The placement of HVAC risers and systems was explored. Additionally, the structure of the risers, and noise and fire compartmentation were studied. It was also important to consider the coordination with the electrical design and the effects of the building structures on HVAC riser placement.</p> <p>This final year project can be utilized in training of the new designers in providing knowledge about riser design options in building services engineering.</p>	
Keywords	HVAC Risers, Flues

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Asuntojen hormisuunnittelun kulku	4
3	Asuntojen hormisuunnitteluun vaikuttavat ympäristöministeriön asetukset	6
4	Betonirakenteiset hormielementit	9
4.1	Yleistä	9
4.2	Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso	12
4.3	Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus	12
4.4	Suunnittelussa huomioitavat asiat	14
4.5	Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa	24
4.6	Hyvät ja huonot puolet	25
5	Teräsrunkoiset hormielementit	28
5.1	Yleistä	28
5.2	Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso	45
5.3	Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus	45
5.4	Suunnittelussa huomioitavat asiat	48
5.5	Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa	50
5.6	Hyvät ja huonot puolet	50
6	Paikalla rakennettavat hormit	52
6.1	Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso	52
6.2	Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus	52
6.3	Suunnittelussa huomioitavat asiat	52
6.4	Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa	53
6.5	Hyvät ja huonot puolet	53
7	Tekniikkakuilut	54
7.1	Yleistä	54

7.2	Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso	58
7.3	Tekniikkakuilun ja LVI-tekniikan sijoitus	61
7.4	Suunnittelussa huomioitavat asiat	61
7.5	Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa	63
7.6	Hyvät ja huonot puolet	63
8	Kylpyhuone-elementteihin integroidut hormit	63
8.1	Yleistä	63
8.2	Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso	65
8.3	Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus	65
8.4	Suunnittelussa huomioitavat asiat	68
8.5	Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa	72
8.6	Hyvät ja huonot puolet	72
9	Rakenteiden vaikutus hormien sijoitteluun	73
10	Tilantarve- ja kustannusnäkökohtia	84
11	Yhteenveto	86
	Lähteet	88

Lyhenteet ja käsitteet

IV	Ilmanvaihto
KPH	Kylpyhuone
KV	Kylmä käyttövesi
LIV	Lämpöjohdot ilmanvaihdon lämmitystä varten
LJ tai L	Lämpöjohto
LV	Lämmin käyttövesi
LVISA	Lämpö, vesi, sähkö ja automaatio
LVK	Lämpimän käyttöveden kierto
PRH	Porrashuone
V	Viemäri
hormi	Taloteknisten järjestelmien pystyreitti rakennuksen rungon sisällä
jäteilma	Ulospuhallusilma
pystynousu	Taloteknisen järjestelmän pystyreitti rakennuksen rungon sisällä
suojaetäisyys	Betonisen hormielementin betonipaksuudet taloteknisten asennuksien etäisyydet toisistaan ja etäisyydet hormin ulkopintaan

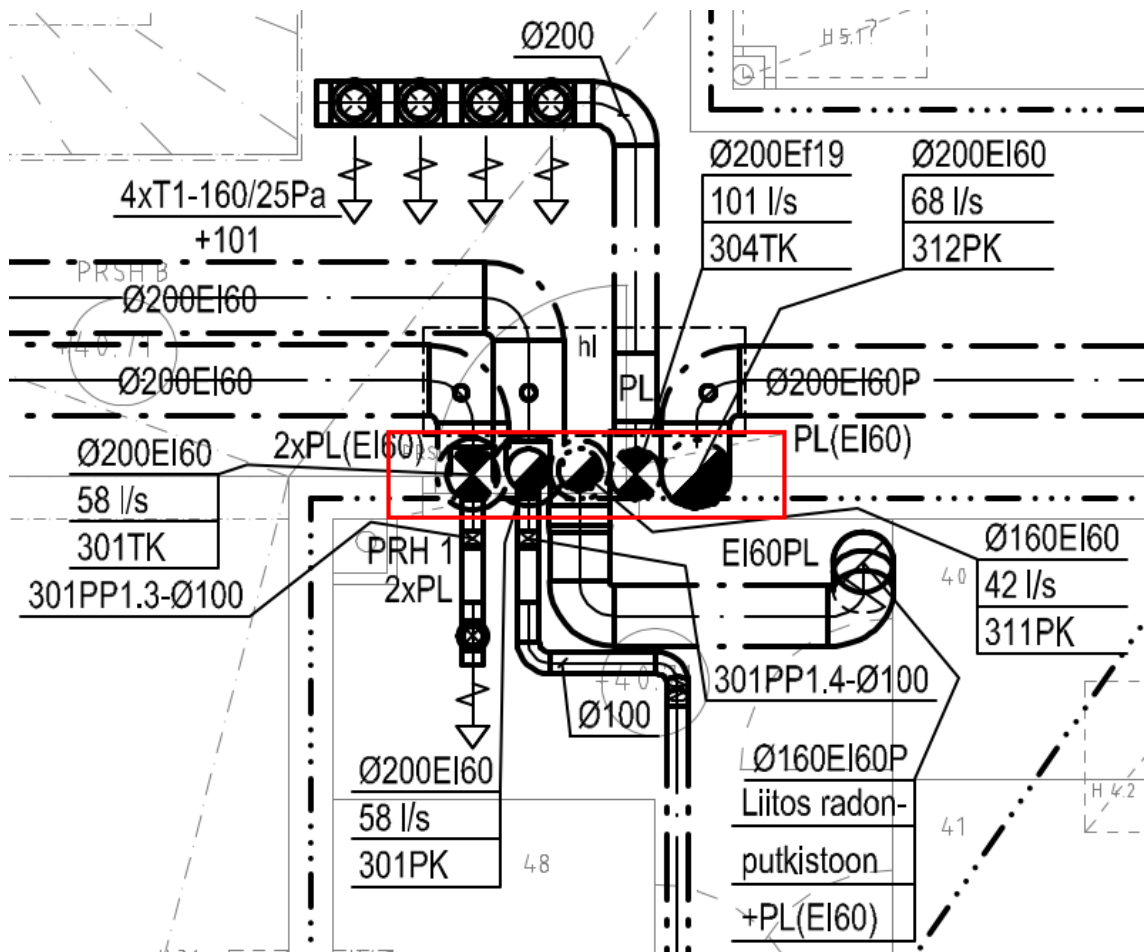
vaarnalenkit

Teräksiset vaijerilenkit, joilla esim. betonirakenteinen hormielementti kiinnitetään osaksi kantavaa betoniseinää. Kiinnityksessä hormissa ja seinässä olevat lenkit yhdistetään pystyteräksellä toisiinsa ennen valua.

1 Johdanto

Hormien mitoituksesta ei ole riittävästi materiaalia saatavana. Kaikki tiedot esimerkiksi betonirakenteisten hormien suojaetäisyyksistä tarvitsee selvittää hormivalmistajalta kysymällä. LVI-tekniikan pystyreititykseen käytetään yleisimmin betonirakenteisia hormielementtejä ja KPH-elementtiin integroituja hormoneja. Yksittäisinä hormoneina käytetään paikallisesti paikalla rakennettavia. Uponor Suomi Oy:n Riser Port -hormielementtejä on alettu käyttämään vasta 2015 niiden tultua markkinoille.

Hormisuunnittelun lähtökohtana on sijoittaa hormit ylimmästä kerroksesta alimpaan ilman sivuttaissiirtoja. Kylpyhuonetta ja keittiötä palvelevat hormit on parasta sijoittaa näihin tiloihin tai ainakin lähelle niitä. Alimpien kerrosten yleisten tilojen hormit on myös syytä sijoittaa mielellään lähtemään ylös läheltä palvelemaansa tilaa. Näin vältetään talotekniikan risteilyt käytävillä. Risteilyllä tarkoitetaan esimerkiksi kohtaa suunnitelmassa, jossa toinen ilmanvaihtokanava joutuu kulkemaan toisen ali. Jos kaikki tai suuri osa yleisiä tiloja palvelevasta talotekniikasta on sijoitettava samaan hormiin, on kiinnitettävä erityisesti huomiota hormin sisälle tulevan tekniikan järjestykseen. Näin vältetään pahimmat risteilyt hormiin talotekniikkaa kuljetettaessa esimerkiksi matalissa käytävätiloissa. Kuvassa 1 on ote ilmastointisuunnitelmasta, jossa on esitetty punaisella raamalla hormin alapää, josta kanavat on suunniteltu lähtemään ilman risteilyjä.



Kuva 1. Ilmavaihtokanavien ulostulo hormin päästä ilman risteilyjä käytävillä.

Kuvasta nähdään, että ilmanvaihtokanavien järjestys on suunniteltu siten, etteivät kanaavat joudu kulkemaan toistensa alitse porraskäytävässä eikä irtaimistovarastossa. Kun ilmanvaihtokanavat suunnitellaan ilman risteilyjä, saadaan lämpö-, jäähdytys- ja vesijohdot kulkemaan myös mahdollisimman ylhäällä joka paikassa.

Lämpö-, jäähdytys- ja vesijohdot sekä ilmanvaihtokanavat suunnitellaan Sitowise Oy:n asuntosuunnittelukohteissa yleensä samankokoisiksi hormoneissa ylhäältä alas asti. Näin vältetään hormien sekaantumismahdollisuudet työmaalla, kun ei ole väliä, mikä hormi tulee minkäkin päälle. Tässä on tosin huomioitava myös hormoneista lähtevien lämpö- ja vesijohtojen haarakoot sekä hormoneihin mahdollisesti upotettavat sähköputkitukset. Osaksi porrashuoneen seinää sijoitettavat hormit ovat yleensä rakennuttajan toive, koska ne eivät vie myytäviä asuinneliöitä. Betonirakenteisissa hormoneissa ei tarvita erillisiä putki- tai kanavakannakointeja, paitsi lämpö-, jäähdytys- ja vesijohdoille. Putket on

asennettu tehtaalla kouruun kannakointeiseen ja eristeiseen. Rudus Oy:n Elpo-hormeissa välipohjaan tuleva putkiosuus on betonoitu. Paikalla rakennettavissa, peltirunkoisissa ja KPH-elementeissä kannakoinnit tarvitaan kaikelle tekniikalle. Peltirunkoisissa hormoneissa ja KPH-elementeissä on putket ja kanavat kannakoitu valmiiksi tehtaalla.

Rakennuksen sisällä kulkevien sadevesiviemäreiden materiaalin ja liitostavan valinnassa on huomioitava putkistoon padotustilanteessa kohdistuva paine. Korkeissa rakennuksissa sadevesiviemärimateriaalina käytetään paineenkestävää PEH-putkea hitsaus- tai kuristuspannaliitoksin. Liitokset vaativat enemmän tilaa kuin perinteinen muoviviemäri muhviliitos betonirakenteisessa hormielementissä ja liitoksen tekemistä varten kolon hormin alapäähän. Liitostavan vaatima tila hormissa on varmistettava hormielementin valmistajalta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ruostumatonta teräsputkea hitsausliitoksin. Elpo-hormeihin tehdään tehtaalla varaukset ruostumattomien teräsputkien työmaa-asennusta varten. Ruostumattomat teräsputket eivät sisälly hormin toimitukseen.

Käyttämällä huoneistokohtaisia ilmanvaihtokoneita ja ulospuhallusta ulkoseinästä voidaan vähentää pystyhormeja ja saada enemmän myytäviä asuinneliöitä. Talotekniikka infon Sisäilmasto ja ilmanvaihto-oppaan mukaan ilman seinäulospuhallus on mahdollista. (1) Tosin arkkitehtisuunnittelun kannalta hankaluuksia aiheuttaa ulospuhalluksen kolmen metrin etäisyysvaatimus toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista, parvekkeista ja avattavista ikkunoista ja viereisistä seinistä. (1) On olemassa myös laitteita, joihin on yhdistetty ulkoilmanotto ja ulospuhallus. Tällaisia laitteita valmistavat esim. Climecon Oy, ETS NORD ja Vallox Oy. (2; 3; 4) Seinäulospuhallusta käytetään varsinkin tornitaloissa.

Useimmiten LVI-suunnittelija ei saa itse valita käytettävää hormityyppiä. Valinnan tekee usein rakennuttaja. On kuitenkin hyvä tietää eri vaihtoehtoista, joita voi ehdottaa rakennuttajalle.

Tämän opinnäytetyön aiheena ovat asuntosuunnittelun hormivaihtoehdot. Hormilla tarkoitetaan taloteknisten järjestelmien pystyreittiä rakennuksen rungon sisällä. Työn tarkoituksena on esitellä uudisrakentamisen eri hormivaihtoehdot ja niiden suunnittelua koskevia asioita. Nykyisin käytetään paljon valmiita hormielementtejä niiden vaatiman pienemmän tilantarpeen ja työmaan aikataulutusten kireyden takia.

Tutkimus perustuu omakohtaiseen asennus-, suunnittelukokemukseen, kirjallisuustutkimukseen ja haastatteluihin.

Tässä työssä keskitytään uudisrakennusten hormisuunnitteluun. Lehto Group Oy:n KPH-elementtiä ei käsitellä tässä työssä, koska sitä ei käytetä yleensä muissa kuin Lehto Group Oy:n omissa rakennuskohteissa.

2 Asuntojen hormisuunnittelun kulku

Projektipäällikkö aloittaa hormisuunnittelun yleensä lähtötietojen hankinnalla. Hormisuunnittelua varten tarvitaan arkkitehdin pohjapiirustukset, joissa on tilojen käyttötarkoitukset esitettyinä. Hormien sijoittelua varten tarvitaan myös rakennesuunnitelmat ontelolaattojen suuntien tarkastusta varten tai ainakin tieto ontelolaattojen suunnista. Suunniteltavien LVI-järjestelmien on myös oltava tiedossa ennen hormisuunnittelun aloitusta. Tilaajalta on myös tiedusteltava, mitä hormityyppejä halutaan käytettävän. Jos tilaajalla ei ole tietoa eri hormityypeistä, voi projektipäällikkö ehdottaa hormityyppejä. Hormit kannattaa sijoittaa lähelle talotekniikkansa palvelemaa tilaa ja ääniteknisesti toisarvoisempiin tiloihin, kuten kylpyhuoneeseen tai keittiöön. Porrashuoneiden hormoneihin on yleensä varattu kaksi sähkönousua, joita voidaan käyttää työmaasähköjä varten tai IV-konehuoneen sähköistykseen. Myös muut tarvittavat sähkövaraukset, jotka hormoneihin on tarkoitus sovittaa, on syytä selvittää heti alkuvaiheessa sähkösuunnittelijan kanssa.

Varsinainen hormisuunnittelu kannattaa aloittaa ilmavirtalaskelmista ja tarvittavien ilmanvaihtokanavien kokojen määrittämisestä. Helpoiten hormoneista voivat unohtua esimerkiksi autohalliin sijoitettavien öljynerottimien ja pumppaamoiden tuuletusviemärit, jotka usein reititetään vieressä olevan kerrostalon katolle porrashuoneen hormin kautta. Sisäpuoliset sadevesiviemärit ja alapohjan tuuletuskanavat unohtuvat myös helposti hormisuunnittelussa. Hormisuunnittelulla tässä tarkoitetaan projektipäällikön tai LVI-suunnittelijan tekemiä hormitilavarauksia ja alustavia hormisuunnitelmia. Taulukossa 1 on esitetty hormisuunnittelun vaiheet.

Taulukko 1. Asuntojen hormisuunnittelun vaiheet

	LÄHTÖTIEDOT	HORMIEN MITOITUS JA SUUNNITTELU
TEHTÄVÄN SISÄLTÖ	Projektipäällikkö hankkii tarvittavat lähtötiedot	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmavirtalaskelmat • Hormien mitoitus • Hormien sijoitus • Paloturvallisuus
TARVITTAVAT LÄHTÖTIEDOT	<ul style="list-style-type: none"> • Arkkitehtipohjat • Rakennesuunnitelmat • Rakennetyypit • Suunniteltavat LVI-järjestelmät • Hormien mahdolliset sähkönousut • Käytettävä hormityyppi 	<ul style="list-style-type: none"> • Suunniteltavat LVI-järjestelmät • Ontelolaattojen suunnat • Rakennuksen sisäpuolinen vai ulkopuolinen sadevedenpoisto • Maanvarainen alapohja vai ryömintätila • Mahdolliset öljyn- tai rasvanerottimien tuuletusviemärit • Mahdolliset sähkönousut
TYÖKALUT	Lähtötiedot tallennetaan projektikansioon	<ul style="list-style-type: none"> • Hormien kanavakoot- mitoitustaulukko • Hormivarausten mallipiirustukset tai kopiointi aiemmista suunnitelmista • Hormivaraukset kommentoitavaksi tilaajalle, arkkitehdille, rakennesuunnittelijalle ja sähkösuunnittelijalle. • Mahdolliset tarkennukset ja siirrot saatujen kommenttien mukaan.
LOPPUTUOTE	Lähtötiedot hormivarauksille	<ul style="list-style-type: none"> • Valmiit hormivaraukset tilaajalle, arkkitehdille rakennesuunnittelijalle ja sähkösuunnittelijalle.

Tilavarauksia tehtäessä hormoneista lähtevien kanavien reititys on syytä merkata pohjapiirustukseen sekaannusten välttämiseksi. Ilmanvaihtokanaviin on kuitenkin vähintään merkattava niiden palvelualue. Myös hormoneista lähtevien lämpö- ja vesijohtojen sekä viemäreiden reititys on usein tarpeellista esittää tilavarauksissa. Valitusta hormityypistä riippuen suunnittelussa voidaan käyttää valmistajan valmiita hormien AutoCAD-kuvia, laadittuja mallipiirustuksia tai kopioida hormoneja aiemmin tehdyistä tilavarauksista. Kun tilavarauksiin on saatu kaikki tarvittavat hormit lisättyä, lähetetään tilavaraus kommentoitavaksi tilaajalle, arkkitehdille, rakenne- ja sähkösuunnittelijalle. Saatujen kommenttien pohjalta muokattujen tilavarausten mukaan voidaan aloittaa urakkalaskentasuunnitelmien laadinta. Rudus Oy tarjoaa kausisopimusasiakkaille Elpo-hormien esisuunnittelupalvelua hormimitoitusten oikeellisuuden varmistamiseksi ja optimoimiseksi jo ennen

tilausta ja kaikille asiakkaille tilauksen jälkeen. Urakkalaskentasuunnitelmien mukaan voidaan yleensä laatia reikävarauspiirustukset. Reikiä voidaan vielä tarkentaa tapauskohtaisesti toteutussuunnitteluvaiheessa. Hormien reikävaraukset laatii yleensä LVI-suunnittelija. KPH-elementtivalmistajista vain Parmarine Oy merkitsee elementtinsä hormin tarvitseman aukon reikävarauspiirustuksiin (21). Sähkösuunnittelija merkitsee myös itse tarvitsemiensa erillishormien reiät, jotka eivät sisällä LVI-tekniikkaa.

3 Asuntojen hormisuunnitteluun vaikuttavat ympäristöministeriön asetukset

Asuntojen hormisuunnittelussa on huomioitava erityisesti rakennusten paloturvallisuutta, ääniympäristöä, vesi- ja viemäri-laitteistoja ja ilmanvaihtolaitteistoja koskevat ympäristöministeriön asetukset.

Rakennusten paloturvallisuutta koskevat asetukset

18 § Läpiviennit osastoivissa rakenteissa: Osastoivan rakennusosan läpi johdetut putket, roilot, kanavat, johdot, savupiiput ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit eivät olennaisesti saa heikentää rakennusosan osastoivuutta

19 § Ilmanvaihtojärjestelmä: Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmakehävien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

jossa:

A2 on tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.

s1 on savuntuotto erittäin vähäistä.

d0 on palavia pisaroita tai osia ei esiinny. (5)

Paloeristykset hormoneissa on toteutettava betonilla, tiilillä, eristevillalla tai kipsilevyllä. Pahimmat ongelmat saadaan aikaiseksi suunnitteluvaiheessa riittämättömillä tilavarauksilla paikalla rakennettavien hormien kanssa.

Rakennusten ääniympäristöä koskevat asetukset

5 §

Vaatimukset uuden rakennuksen melun- ja värinäntorjunnalle

Rakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä ja impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä.

Rakennuksen hissien ja taloteknisten laitteiden asennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niiden synnyttämä äänitaso ei ylitä asuntojen asuinhuoneissa tai oleskelutiloissa, majoitus- tai potilashuoneissa, saman tai läheisten asuinrakennusten avattavien ikkunoiden tai tuuletusluukkujen ulkopuolella, oleskeluun käytettävillä parvekkeilla tai virkistykseen käytettävillä piha- tai oleskelualueilla seuraavia lukuarvoja:

Huone- ja ulkotila	Jatkuva laajakaistainen ääni	Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni		
		Keskiäänitaso L Aeq,T(dB)	Enimmäisäänitaso L AF-max,T(dB)	Enimmäisäänitaso L AF-max,T (dB)
Asuin-, majoitus- tai potilashuone	28	33	25	30
Asunnon keittiö tai rakennuksen harrastustila	33	38	30	35
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43	35	40
Ulkotila	45	50	40	45

Rakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, runkoääni- ja värinäeristys sekä opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- ja toimistotilojen melun- ja värinäntorjunta on suunniteltava ja toteutettava tilan käyttötarkoituksen huomioon ottaen siten, että niissä saavutetaan toimintaa vastaava riittävän hyvä ääniympäristö. (6)

Äänieritykset horneissa on toteutettava betonilla, tiilellä, kipsilevyllä tai eristevillalla. Eriyisesti ongelman aiheuttavat huoneistoon asennetut liian pienet ilmanvaihtokoneet ja tilanteet, joissa joudutaan tekemään viemärointejä makuuhuoneiden läpi. Ääniongelmien välttämiseksi kannattaa hormi sijoittaa aina ääniteknisesti toisarvoisempaan tilaan kuten kylpyhuoneeseen, keittiöön tai vaatehuoneeseen.

Vesi- ja viemärlaitteistoja koskevat asetukset

13 §

Vuotojen havaittavuus

Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennukseen asennettavat vesijohdot ja niihin liitetyt laitteet niin, että mahdollinen vesivuoto on helposti havaittavissa, ja vesijohdot ja laitteet voidaan helposti tarkastaa, korjata ja vaihtaa. Seinärakenteissa olevissa kytkentäjohdoissa ei saa olla liitoksia. KPH:n lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä.

Vesivuotojen havaitsemiseksi on käytettävä rakenteellisia ratkaisuja, jotka ohjaavat vuotoveden näkyville. Pystyjakojohtoisissa on oltava mekaaniset tai rakenteelliset vuodonilmaisimet kerroksittain, elleivät jakojohdot ole näkyvissä.

16 §

Kannatukset ja kiinnitykset

Vesijohtojen kannatusten ja kiinnityspisteiden on oltava sellaisia, ettei lämpölaajeneminen eivätkä veden virtauksesta syntyvät voimat aiheuta putkien siirtymistä, irtoamista, rikkoontumista tai häiritsevää ääntä. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään korroosionkestäviä.

34 §

Jätevesiviemärien puhdistusaukot

Jätevesilaitteistossa on oltava helposti käsiteltävät, suljettavat puhdistusaukot sekä vaaka- että pystyviemäreissä. Puhdistusaukkojen on sijaittava niin, että putkisto voidaan puhdistaa kokonaan. (7)

Hormit on varustettava vesi-, lämpö- ja jäähdytysjohtojen osalta kerroskohtaisin vuodonilmaisimin. Betonirakenteisissa hormoneissa ei käytetä teräsputkia vaan kupari- ja komposiittiputkia. Tämä johtuu siitä, ettei kourussa ole tilaa tehdä hitsaustöitä. Putket on kannakoitava tukevasti betonirakenteiseen hormielementtiin tai teräsrakenteisen hormin teräskehikkoon. Tietysti myös paikalla rakennettavien hormien ja tekniikkakuilujen putket on kannakoitava tukevasti. Tarvittava eläminen lämpötilavaihteluiden vuoksi on huomioidava. Hormien viemäreihin on suunniteltava puhdistusluukut alimpaan kerrokseen ja myös kohtiin, joissa on sivuttaissiirtoja matkalla alas.

Ilmanvaihtolaitteistoja koskevat asetukset

25 §

Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen

Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmanvaihtokanavien, -kammioiden ja -koneiden lämmön- ja kosteudeneristys siten, ettei ilma jäähdy tai lämpene lämpötilanhallintaa ja viihtyisyyttä haittaavasti eikä kosteus tiivisty rakenteita vahingoittavasti tai sisäilman laatua heikentävästi. (8)

Ilmavaihtokanavat eristetään betonirakenteisten hormien sisällä yleisesti solukumilla ja eristyksen paksuus on riippuvainen ilmanvaihtokanavassa kulkevan ilman lämpötilasta. Teräsrunkoisen, paikalla rakennettavan ja KPH-elementin kanavissa käytetään normaalisti lämpö- ja paloeristevillaa. Eristyksen kondenssitiiveys on huomioitava erityisesti ulospuhallus- ja ulkoilmakanavissa.

4 Betonirakenteiset hormielementit

4.1 Yleistä

Betonirakenteiset hormielementit ovat tehdasvalmisteisia elementtejä, joihin talotekniset pystynousut on integroitu. Kaikki talotekniset järjestelmät voidaan sijoittaa rakennuksessa alhaalta ylös asti näihin hormoneihin. Betoniset talotekniikkahormielementit toimitetaan työmaalle kerroskorkuisina. Hormeihin voidaan sijoittaa kaikki asuinhuoneistoissa tarvittavat lämpö-, vesijohtojen, viemäreiden, ilmanvaihtokanavien pystyrungot. Hormeissa voi olla myös putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten. Hormeissa on valmiina haaroitukset hormista lähteville asunto- tai tilakohtaisille putkistoille. Betonirakenteisten hormien ideana on nopeuttaa asennuksia työmaalla verrattuna paikalla rakennettavaan hormiin. Tehtaalla valmistetut hormit pinotaan työmaalla päällekkäin runkorakentamisen yhteydessä. (9; 10; 11)

Betonirakenteisia hormoneja valmistavat Rudus Oy, Lujabetoni Oy ja Parma Oy. Elpotek Oy alkoi valmistaa hormoneja jo vuonna 1984. Vuonna 2006 Rudus Oy osti Elpotek Oy:n. Nykyäänkin hormien valmistuksesta vastaa Rudus Oy. Elpo-hormit suunnitellaan Kotkassa ja valmistetaan Ruduksen Kotkassa sijaitsevalla betonituotetehtaalla, jonka lisäksi

tuotantoa on myös Viipurissa, mikä parantaa saatavuutta. (9) Kuvassa 2 on esitetty Elpo-hormi, jossa kaksi ilmanvaihtokanavaa ja viemäri.



Kuva 2. Elpo-hormi kuvattuna yläpäästä paikalleen asennettuna ja kiinni valettuna

Kuvasta nähdään, että hormissa olevat kanavat ja viemäri on suojattu tulpilla. Tulppia käytetään, etteivät putket likaannu kuljetuksessa, varastoinnissa ja rakennusaikana. Tulpat poistetaan, kun päälle asennetaan seuraava hormi. Hormien mukana toimitetaan myös suojavaanerit, jotka mm. suojaavat hormien päätyjä likaantumasta. Tässä ei ole jostain syystä laitettu suojavaaneria hormin päälle asennuksen jälkeen. Hormien suojaus on työmaan vastuulla. Kuvasta ilmenee myös, ettei reiän teko ole onnistunut aivan täydellisesti, paikallavalu on paljon. Tässä on mahdollisesti tapahtunut virhe reikävarauksen teossa tai hormin sovituksessa. Hormin kulmissa oleviin hieman isompiin reikiin asennetaan ohjuritapit hormien päällekkäin kohdistamisen helpottamista varten. Hormin ylä- sekä alapäässä on siis reiät ohjuritapeille. Ohjuritapit sisältyvät hormien toimitukseen ja ne toimitetaan irrallisina. Lujabetoni Oy aloitti betonirakenteisten hormien valmistuksen 2009. Luja-hormielementtejä valmistetaan Hämeenlinnan tehtaalla. Tarvittaessa

hormeja voidaan valmistaa muillakin yhtiön elementtitehtailla, jolloin saatavuus on hyvä kaikkialla Suomessa. (12) Kuvassa 3 on esitetty Lujabetoni Oy:n hormielementtejä, joissa on ilmanvaihtokanavia ja viemärit.



Kuva 3. Luja-hormielementit kuvattuna yläpästä paikalleen asennettuna

Kuvasta nähdään, että ylemmän hormin vastakkaisiin kulmiin on asennettu ohjuritapit ja alempaan pienempään hormiin keskivaiheille. Kyseessä on kohde, jossa välipohjat on valettu paikan päällä. Ohjuritapit sisältyvät hormien toimitukseen, ja ne toimitetaan irrallisina.

Parma Oy siirtyi tämän työn kirjoittamisen aikana tekniikkaseinien valmistuksesta betonirakenteisten hormielementtien valmistukseen (11).

4.2 Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso

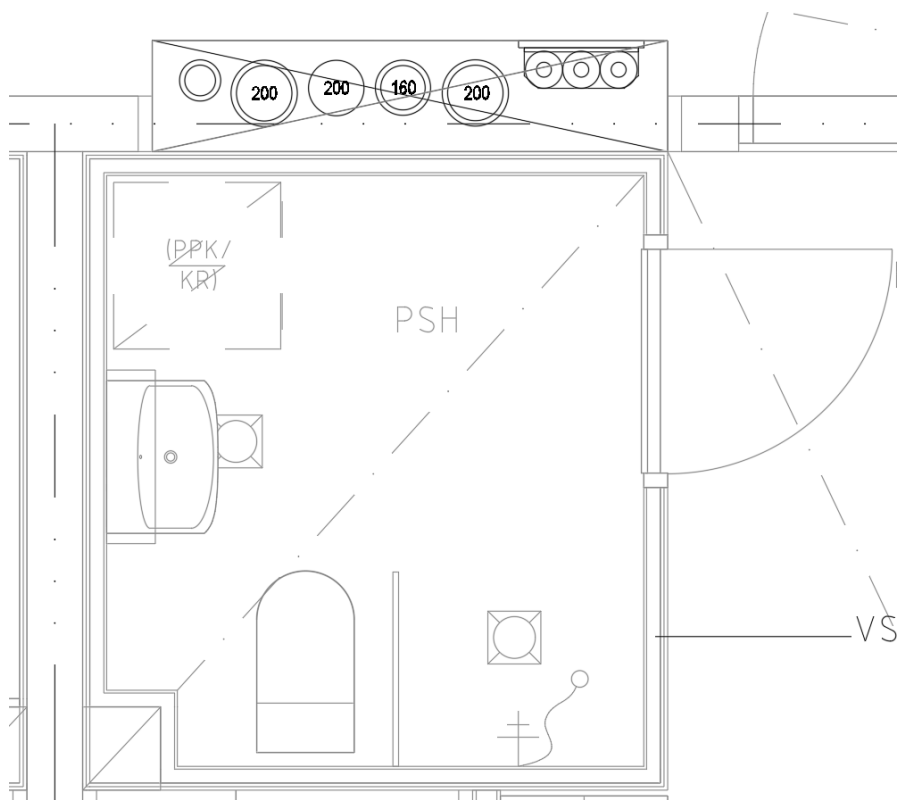
Betonirakenteisia hormielementtejä käytetään yleisesti rakennuksissa, joissa on enemmän kuin kaksi kerrosta. Hormit soveltuvat kaikkien asuinhuoneistoissa tarvittavien lämpö-, vesijohtojen, viemäreiden, ilmanvaihtokanavien pystyrunkojen ja ulospuhallusilmakanavien sijoituspaikaksi. Hormissa voi olla myös putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten. Betonirakenteisia hormoneja voidaan käyttää eri laatutasoisiin kohteisiin (esim. vuokra-asunnot ja omistusasunnot). Hormit soveltuvat käytettäväksi sekä elementti- että paikallavalurakenteiden kanssa. Puurakenteisiin kerrostaloihin Parma Oy on valmistanut betonirakenteisia hormoneja, jotka on raudoitettu kantaviksi ja tuettu alhaalta. Tällöin hormille otetaan sivutuenta C-kiskoilla puurakenteesta kerroksissa, joka sallii pystyliikettä. Viemäriiitos tulee toteuttaa liikkeen sallivana.

Hormeissa betoni toimii ääni- ja paloeristeenä. Lämpö- ja vesijohdoissa käytetään lämpöeristeenä mineraalivillakouruja. Jäähdytysputkissa, sadevesiviemäreissä sekä ilmanvaihtokanavissa käytetään lämpöeristeenä solukumia.

4.3 Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus

Betonirakenteiset hormit on syytä sijoittaa lähelle viemärikalusteita ja hormin palvelemia ilmanvaihdon päätelaitteita. Tällöin saadaan riittävät kallistukset viemäreille ja mahdollisimman vähän vaakakanavoiteja. Näin saadaan myös minimoitua alakattoalueet ja kotelointien tarve. Keittiön hormi on syytä sijoittaa siten, että keittiön altaan viemäri saadaan johdettua hormiin kaapiston alasokkelin kautta. Hormin ja altaan väliin ei voi siis sijoittaa liettä, astianpesukonetta tai jääkaappia, mikäli viemäriä ei ole sijoitettu välipohjarakenteeseen. Paikallavalukohteissa keittiön viemäri voi sijoittaa valuun. Ontelolaat- takohteissa viemäri voidaan sijoittaa kulkemaan hormiin myös ontelolaatan ontelossa, mahdollisesti kololaatassa tai viemärointiurauksessa.

Rakenneteknisesti hormit on parasta sijoittaa ontelolaattojen pituussuuntaisesti, siten että onteloita menee mahdollisimman vähän poikki. Paikallavalukohteissa hormit voi sijoittaa yleensä vapaasti. Osaksi seinää sijoitettuna hormi vie vähiten asuinneliöitä. Keittiön hanan vesijohtojen reititystä varten hormiin voidaan upottaa suoja-putket. Tämä on yleensä hyvä vaihtoehto, jos vesijohtoja ei saada asennettua kevyeen väliseinään. Vesijohtojen upotusta kantaviin asuntojen välisiin seiniin on syytä välttää ääniongelmien välttämiseksi. Hormit kannattaa sijoittaa ääniteknisesti toisarvoisempiin tiloihin, kuten kylpyhuoneeseen, vaatehuoneeseen tai keittiöön. Betonirakenteiset hormit sijoitetaan usein siten, että ne voidaan piikata auki vesieristettä rikkomatta, jos on tarvetta korjauksille. Sijoitettaessa hormi KPH-elementtiä vasten on hormille varattu reikä valettava umpeen asennetun hormin ympäriltä ennen KPH-elementin asennusta. Hormin valaminen kiinni välipohjaan on erittäin vaikeaa, jos KPH-elementti on asennettu jo sitä vasten. Kuvassa 4 on esitetty porrashuoneen ja asunnon välisen seinän osaksi asennettu betonirakenteinen hormielementti KPH-elementtiä vasten.

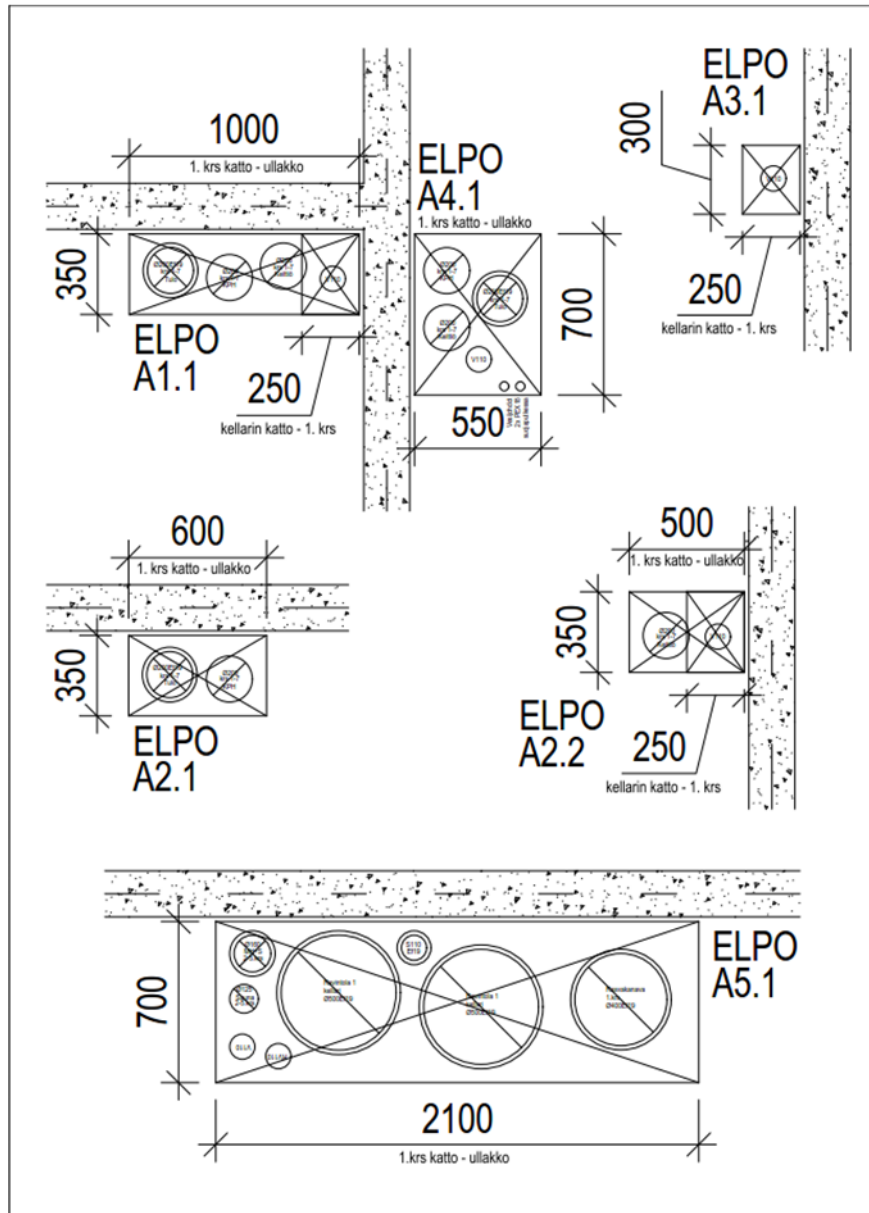


Kuva 4. Hormin sijoitus osaksi kantavaa seinää KPH-elementtiä vasten.

Kuvasta nähdään, että hormin liitosvalua ei pääse valamaan helposti, jos KPH-elementti on asennettu paikalleen ennen valua.

4.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

Betonirakenteiset hormit sijoitetaan luonnosvaiheessa arkkitehdilta saatuihin pohjiin. Hormien suunnittelussa voidaan käyttää apuna meidän tai hormivalmistajan mallikirjastoa tai kopioida hormoneja aiemmasta projektista. Kuvassa 5 on esitetty Sitowise Oy:n mallikirjaston esimerkkihormeja.



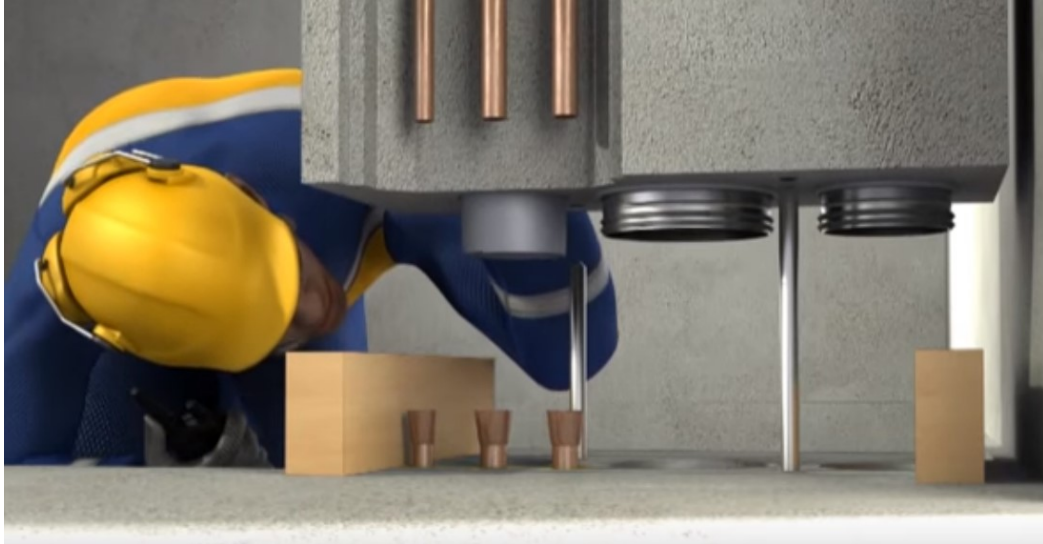
Kuva 5. Esimerkkikuva Sitowise Oy:n mallikirjastosta hormimitoitusta varten.

Kuvasta nähdään, että betonirakenteinen hormi voidaan sijoittaa seinän viereen tai nurkkaan. Elpo-hormeihin A1.1, A2.1, A2.2 ja A4.1 on sijoitettu poistoilmakanavia. Tuloilmakanavia 19 mm:n solukumilla eristettynä on sijoitettu hormoneihin A1.1, A2.1 ja A4.1. Hormeihin A1.1, A2.2, A3.1 ja A4.1 on sijoitettu viemäri. Ilmanvaihtokanaviin on merkattu palvelualueet ja hormin leveys kerroksissa. Hormit A1.1 ja A2.2 pienenevät 1. kerroksessa ja kellariin alas jatkuu vain viemärielle varattu pienempi hormi. Hormiin A4.1 on upotettu PEX-vesijohdot suojaputkessa keittiön vesipistettä varten. Hormiin A5.1 on sijoitettu ravintolan ulospuhallusilmakanavat 19 mm:n solukumilla eristettynä, rasvaviemäriin ja jätevesiviemäriin tuuletusviemärit. Lisäksi hormiin A5.1 on sijoitettu sadevesiviemäri ja viereisen asunnon tuloilmakanava 19 mm:n solukumilla eristettynä. Viereisen asunnon saunan poistoilmakanava on myös sijoitettu samaan hormiin.

Elpo- ja Luja-hormien mitoituksessa on huomioitava, että hormin minimipaksuus on 250 mm ja maksimipaksuus 900 mm (12; 13). Parma Oy:n tekniikkahormin minimipaksuus on 250 mm (11). Elpo-hormin suositeltu maksimileveys on 2 400 mm (13). Lujahormin maksimileveys on 2 500 mm (14). Parma Oy:n tekniikkahormille ei ole varsinaista maksimipaksuutta tai -leveyttä, vaan hormin kokoa rajoittaa ainoastaan paino (11). Parma Oy käyttää suunnittelussa maksimipainona noin 6 600:tta kiloa, mutta on periaatteessa mahdollista valmistaa myös 8 000 kiloa painava hormi (11). Rudus Oy käyttää suositeltavana enimmäispainona Elpo-hormien suunnittelua 6 000:tta kiloa (13). Lujabetoni Oy käyttää hormien maksimipainona 8 000 kiloa, vaikka tehtaalla pystyttäisiinkin painavampia hormoneja tuottamaan (15). Jos hormin paksuus on 750 mm ja leveys enemmän kuin 1 450 mm, on hormin toteutettavuudesta syytä keskustella hormivalmistajan kanssa. Jos hormin leveys taas on 2 350 mm ja paksuus enemmän kuin 450 mm, on hormin toteutettavuudesta syytä keskustella hormivalmistajan kanssa. Suurempaa hormia tarvittaessa voidaan tarvittaessa asentaa esimerkiksi kaksi hormia vierekkäin. Elpo-hormit mitoitetaan yleensä 50 mm:n jaolla, mutta voidaan mitoittaa myös 10 mm:n jaolla (13). Lujahormit ja Parma Oy:n tekniikkahormit voidaan mitoittaa myös 10 mm:n jaolla (11; 12).

Suunnittelun tilavarausvaiheessa on huomioitava ilmanvaihtokanavien ja viemäreiden suojaetäisyydet. Käytännössä on havaittu hyväksi suojaetäisyydeksi 40 mm kanavien ja viemäreiden välillä. Suojaetäisyys tarkoittaa betonipaksuutta, joka jää kanavien tai viemäreiden väliin. Rudukselta saatuja pienempiä vähimmäissuojaetäisyyksiä ei ole käyt-

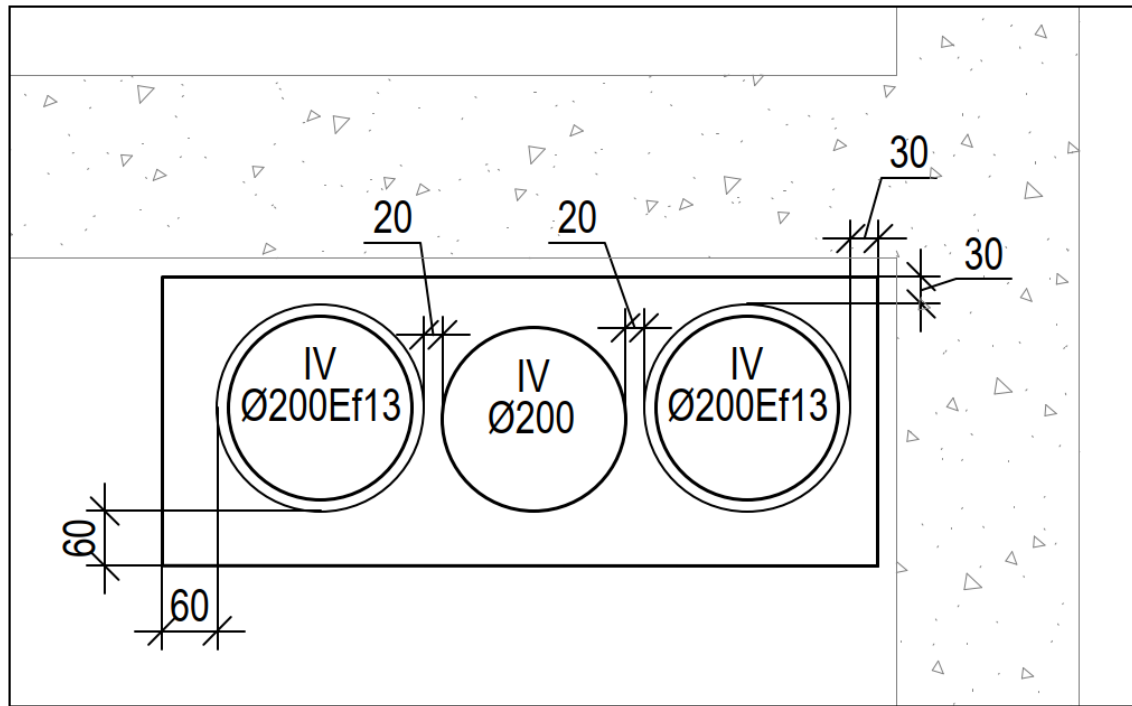
tetty, koska silloin saattaa käydä niin, etteivät hormien asennuksessa käytettävien nostoankkureiden suojaetäisyydet täyty. Myös kanavien eristäminen hormin ulkopuolella muuttuu hankalaksi vähimmäissuojaetäisyyksillä. Kuvassa 6 on esitetty esimerkki ohjuritapin käytöstä hormien asennuksessa päällekkäin.



Kuva 6. Hormin lasku alemman hormin päälle (16).

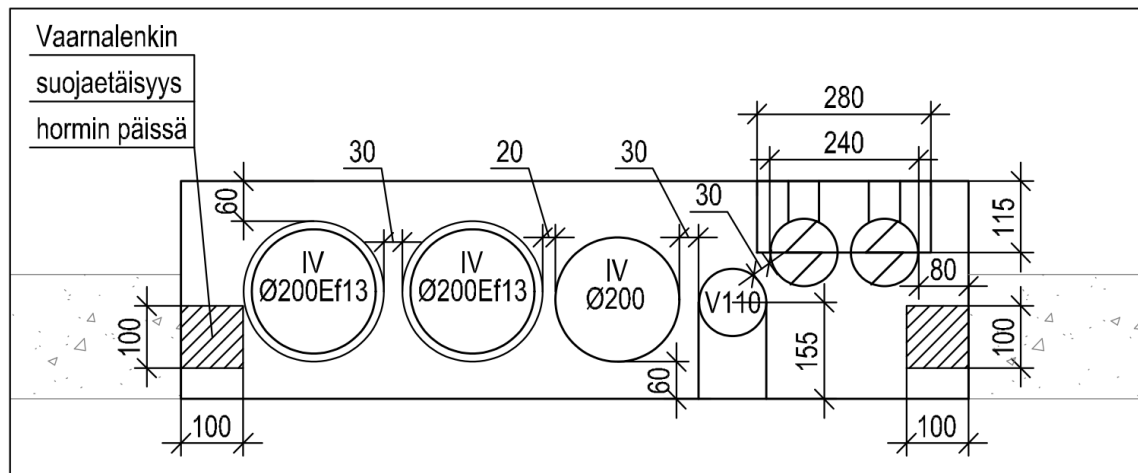
Kuvasta nähdään, että ylemmän hormin alapäähän viemärin muhviin on asennettu pätkä viemäriputkea, joka yhdistää viemäreiden päiden muhvit hormia alas laskettaessa. Ylemmän hormin alapäähän on myös asennettu ilmanvaihtokanavien sisään liitinyhteet, jotka yhdistävät kanavat toisiinsa hormi alas laskettaessa. Kupariset vesijohdot liitetään alemman hormin putkiin tehtyihin laajennuksiin juottamalla. Ohjuritapit ohjaavat liitokset osumaan kohdalleen. Asennuksessa käytetään kakkosnelosia työturvallisuuden takaamiseksi ja ehkäisemään liitosten vaurioitumista nosturin mahdollisessa virheliikkeessä.

Betonirakenteisen hormin ulkopinnalla betonipeitteen on oltava 60 millimetriä tavanomaisessa EI30-palo-osastointiluokassa, paitsi jos hormi on palo-osastoivaa seinää vasten. Jos palo-osastointivaatimus on enemmän kuin EI30, on betonikerros paksumpi (15). EI60-osastointi vaatii jo 80 millimetrin betonipaksuuden hormin ulkopinnalle ja kanavien ympärille (11). Kuvassa 7 on esitetty minimisuojaetäisyydet hormin ollessa palo-osastointien seinien nurkassa osastointivaatimuksen ollessa EI30.



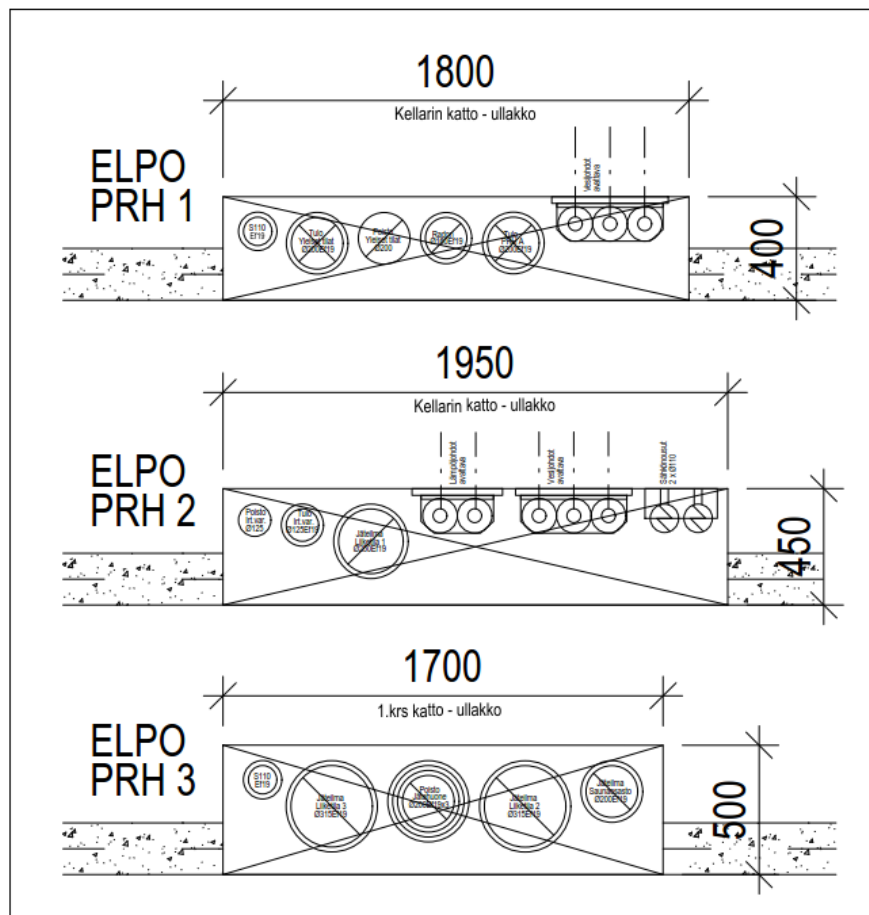
Kuva 7. Betonirakenteisen hormielementin minimisuojaetäisyydet hormin ollessa palo-osastovien seinien nurkassa.

Kuvasta nähdään, että kantavaa palo-osastoivaa seinää vasten hormi sijoitettaessa riittää 30 millimetrin betonikerros kanavien pinnalla. Muille sivuille tarvitsee kuitenkin 60 millimetrin kerroksen betonia kanavien pinnalle. Hormin ollessa osana seinää on hormin päihin jätettävä vaarnalenteille 100 millimetrin suojaetäisyys. (17) Hormin ollessa osana seinää se kiinnitetään seiniin vaarnalenteillä. Luja-hormien ja Parma Oy:n tekniikkahormien mitoituksen voi tehdä samoilla periaatteilla kuin Elpo-hormin (11; 12). Kuvassa 8 on esitetty vaarnalentein suoja-alue hormin ollessa osana seinää rasteroituna ja tekniikan minimiasennusetäisyydet toisistaan ja hormin reunoista.



Kuva 8. Vaarnalenkin suoja-alue rasteroituna ja tekniikan minimiasennusetäisyydet.

Kuvasta nähdään, että solukumilla eristettyjen kanavien väliin sekä viemärin ympärille tarvitaan 30 millimetrin betonikerros. Eristetyn ja eristämättömän kanavan väliin riittää 20 millimetrin betonikerros. Myös muun tekniikan välinen minimibetonikerros on 20 millimetriä. Vaarnalenneille on varattu 100x100 mm:n tila hormiin hormin ja kantavan seinän liitoskohtaan. Hormin ulkopinnalla on oltava 60 millimetrin betonikerros. Kun betonirakenteinen hormi asennetaan osaksi seinää, säästyy enemmän asuinneliöitä. Porrashuoneen seinään sijoitetaan usein betonirakenteisia hormeja, joissa kulkee yleensä yleisten tilojen ilmanvaihtokanavia, vesi-, lämpö- ja sähköjohtoja. Kuvassa 9 on esitetty betonirakenteisen hormielementin sijoitus osaksi seinää.



Kuva 9. Betonirakenteinen hormielementti osana seinää.

Kuvasta nähdään, että lämpö- ja vesijohtojen eteen asennetaan kipsilevyt 2 x EK13. Kipsilevy on irrotettavissa esimerkiksi putkien vaihtoa varten. Elpo-hormiin PRH 1 on sijoitettu sadevesiviemäri, yleisten tilojen tulo-, poistoilmakanavat, radoninpoisto- sekä porrashuoneen tuloilmakanava. Sadevesiviemäri, radoninpoisto- ja tuloilmakanavat on eristetty 19 mm:n solukumilla. Vesijohdot on sijoitettu kannakoituina ja lämpöeristettyinä kouruun, jonka eteen asennetaan avattava kipsilevy. Hormiin PRH 2 on sijoitettu irtaimistovaraston tulo- ja poistoilmakanavat sekä liiketilän ulospuhallusilmakanava. Hormissa on myös lämpö- ja vesijohtonousut omissa kouruissaan kannakoituina ja lämpöeristettyinä avattavan kipsilevyn takana sekä kaksi 110 mm:n sähkönousuputkea. Hormissa PRH 3 on sadevesiviemäri, liiketilöiden ja saunaosaston ulospuhallusilmakanavat 19 mm:n solukumilla eristettyinä sekä jätehuoneen poistoilmakanava kolminkertaisella 19 mm:n solukumilla eristettynä. Kolminkertaisen solukumin tarve johtuu siitä, että kyseessä on lämmittämätön jätehuone.

Viemäripystylinjojen alaosaan suunnitellaan puhdistusluukku. Luukku voi sijaita kaapissa tai näkyvillä seinässä. Puhdistusluukun voi sijoittaa myös alakaton sisään, jolloin alakatto varustetaan huoltoluukulla (minimikoko 500x500 mm). Huoltoluukut on merkittävä vesi- ja viemärisuunnitelmiin ja on varmistettava, että huoltoluukku on riittävän lähellä viemäriin puhdistusluukkuja eikä muuta tekniikkaa ole esteenä edessä. Puhdistusluukun tulppa on ääni- ja paloeristettävä. Viemäriin puhdistusluukun ääni- ja paloeristys eivät kuulu betonirakenteisen hormielementin toimitukseen. Tätä tarkoitusta varten on saatavilla valmiita ääneneristettyjä ja paloluokiteltuja ruuvikiinnitteisiä neliömallisia luukkuja. Luukkuja valmistaa esimerkiksi Palavaneri Pirinen Oy. Yrityksen tuotteen nimi on Kiilax VIE-paloluokiteltu tarkastusluukku EI30, joka on esitetty kuvassa 10 (18).



Kuva 10. Kiilax VIE-paloluokiteltu tarkastusluukku EI30 (18).

Kuvasta nähdään, että tarkastusluukku kiinnitetään hormiin ruuveilla ja paloeriste tiivistyy hormin pyöreään reikään palotiivisteiden avulla. Mukana tulee myös peitelevy luukun päälle. Luukun avaaminen tapahtuu peitelevy poistamalla ja ruuvit avaamalla. (18)

Hormeissa sijaitsevat vesi- ja viemärijohtojen nousulinjat on varustettava vuodonilmaisimin. Kuvassa 11 on esitetty vuotovesisuppilot kerroshaarojen alapuolella Luja-hormin yläpäässä.



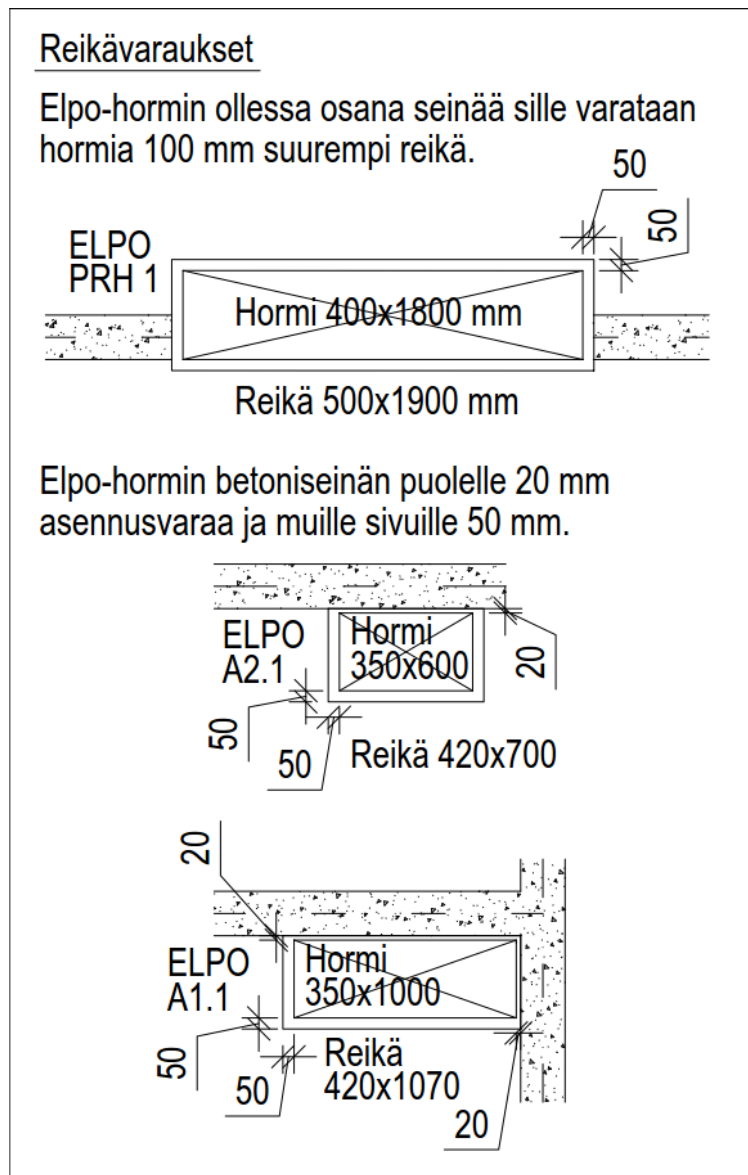
Kuva 11. Vuotovesisuppilot kerroshaarojen alapuolella Luja-hormin yläpäässä.

Kuvasta nähdään vuotovesisuppiloiden lisäksi se, että putket eristeineen on asennettu betonisen hormielementin kouruun. Putkien eteen asennetaan kipsilevyt peitteeksi. Rudus Oy:n Elpo-hormeissa käytetään Luja-hormeista poiketen kupariputkissa juotettuja kuparisia tippakuppeja. Elpo-hormeissa välipohjan lävistävä osuus on betonoitu umpeen, eikä silloin ole aukkoa välipohjassa kuten tässä. Betonoitu välipohjan osuus toimii

palo- ja äänikatkona, mikä on hyödyllinen ominaisuus, jos hormi sijaitsee asunnon sisällä. Jos päällekkäisten asuntojen vesijohtojen pystyrungot sijoitetaan nousemaan huoneistojen sisällä, on muistettava, etteivät hormien avattavat huoltoluukut voi sijaita märkätilojen puolella. Huoltoluukkujen on oltava avattavissa vesieristettä rikkomatta. Porrashuoneessa sijaitsevassa vesi- ja lämpöjohtojen hormissa ei yleensä tarvita palo- tai äänikatkoja.

Suunnitteluprojektin alkaessa on sovittava sähkösuunnittelijan ja tilaajan kanssa, halutaanko sijoittaa sähköputkituksia betonirakenteisiin hormoneihin.

Kuvassa 12 on esitetty betonirakenteisten hormielementtien reikävaraukset hormin eri sijoituksilla. Joissain projekteissa on haluttu käyttää joka paikassa hormia 100 mm:ä isompaa reikää, siten että kantavaa seinääkin vasten on 50 mm:n asennusvara. Tällä on haluttu varmistaa hormin asennuksen mahtuvuus joka tilanteessa. Normaalisti kantavan seinän ja hormin väliin jätetään 20 mm:n asennusvara.



Kuva 12. Betonirakenteisen hormin mallireikävarauksia.

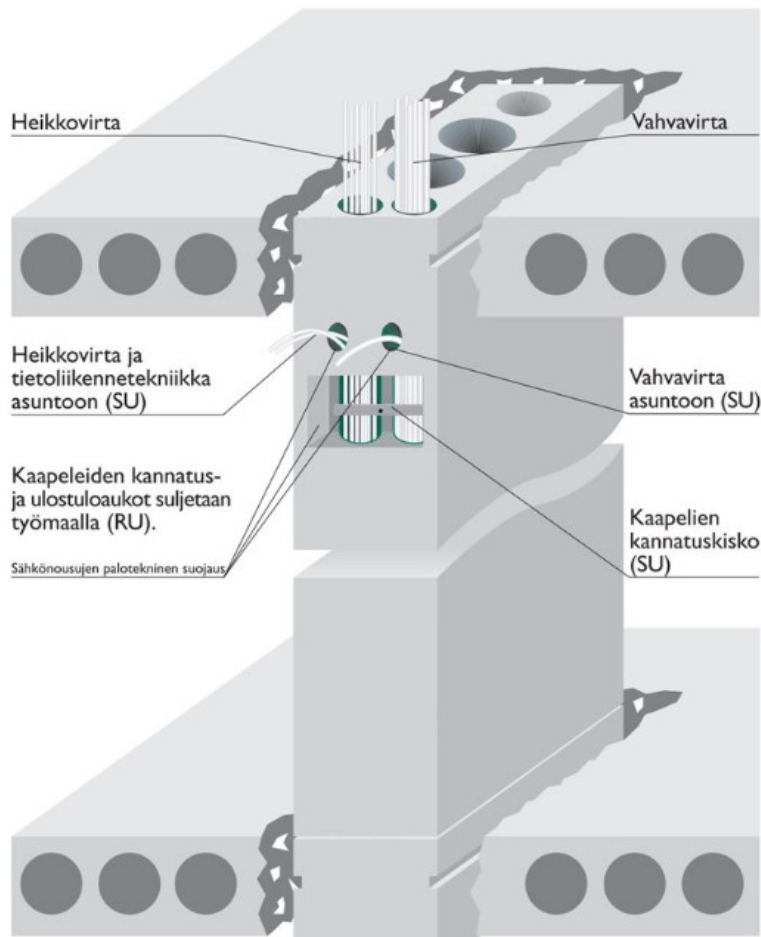
Kuvasta nähdään, että Elpo PRH 1 on suunniteltu asennettavaksi osaksi seinää. Hormille on varattu joka puolelta 50 millimetriä hormia suurempi reikävaraus. Elpo A2.1 on suunniteltu asennettavaksi seinää vasten. Hormin ja seinän väliin on varattu 20 millimetrin asennusvara. Hormin muille sivuille on varattu 50 millimetrin asennusvara. Elpo A1.1 on suunniteltu asennettavaksi nurkkaan. Seiniä vasten oleville sivuille on varattu 20 millimetriä asennusvaraa. Sivuille, jotka eivät ole seinää vasten, on varattu 50 millimetriä asennusvaraa. Kuvan reikävarausmitoitus pätee myös Luja-hormien ja Parma Oy:n tekniikkahormien reikävarauksien tekoon.

Betonirakenteiset hormit 3D-mallintaa rakennesuunnittelija, sisään tulevan talotekniikan LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija. Reiät betonirakenteisille hormeille varaa yleensä LVI-suunnittelija.

4.5 Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa

Betonirakenteisiin hormielementteihin voidaan sijoittaa myös sähkörasioita ja sähköputkityksia. Sitowise Oy:ssä lisätään yleensä jo LVI-suunnittelun tilavarausvaiheessa kaksi sähkönousuputkea (Ø110mm) jokaisen porrashuoneen yhteen hormiin. Näitä sähkönousuvarauksia käytetään yleensä työmaa-aikaiseen sähköistykseen, IV-konehuoneen sähköistystä tai matkapuhelinverkon signaalin vahvistukseen käytettävää antennikaapelointia varten. On huomioitava, että vaikka sähkönousujen putkitukset näkyisivät LVI-suunnittelijan tilavarauksissa, ne voivat jäädä pois hormeista hormien valmistusvaiheessa, jos sähkösuunnittelija ei ole esittänyt niitä omissa suunnitelmissaan. Sähköputkivaraukset eivät näy LVI-suunnitelmissa. Hormivalmistajalle kannattaa lähettää myös hormitilavaraukset, joissa sähkönousuvaraukset on esitetty LVI-suunnitelmien lisäksi. Tällöin ei jää ainakaan työmaasähköjen varausputket pois hormeista. Tietysti myös sähkösuunnittelijan on esitettävä tarvitsemansa putkitukset suunnitelmissaan.

Käytettäessä betonirakenteisia hormoneja asuntokohtaisten kaapelointien reitittämiseen, on tilavarauksien laadinnassa tehtävä yhteistyötä sähkösuunnittelijan kanssa. Sähkösuunnittelijalta on tiedusteltava tarvittava nousuputkien määrä ja koko hormitilavarauksien suunnittelua varten. Kuvassa 13 on esitetty asuntokohtaisten kaapelointien esimerkkisijoitus betonirakenteisessa hormielementissä.



Kuva 13. Kaapeloinnit betonirakenteisessa hormielementissä (9).

Kuvasta nähdään, että hormiin on varattu kaksi nousuputkea kaapeleiden reititystä varten yhdelle päällekkäiselle asuntolinjalle. Ensimmäisessä putkessa heikkovirta-, tietoliikennekaapelit ja toisessa vahvavirta.

4.6 Hyvät ja huonot puolet

Betonirakenteisten hormielementtien hyvänä puolena voidaan pitää paikallarakennettuun hormiin verrattuna pientä kokoa. Hormi voidaan sijoittaa myös joustavammin hyvien palo- ja äänitekniisten ominaisuuksien vuoksi. Putkille ja kanaville ei tarvitse tehdä työmaalla erillisiä kannakointeja. Betoni toimii palo- ja äänieristeenä, jolloin ei tarvita erillisiä palo- ja äänieristeitä. Ei myöskään tarvita erillisiä paikalla rakennettavia koteloita kanaville ja putkistoille. Työmaa säilyy siistimpänä, kun ei synny hukkapaloja ja työmaajätettä paikalla tehtävistä eristystöistä ja koteloiden rakentamisesta. Säästöjä syntyy siis rakentamisajassa, asuinneliöissä sekä työ-, materiaali- ja siivouskustannuksissa.

Betonirakenteisten hormielementtien huonona puolena voidaan pitää sitä, että asennustyö on tahdistettava rakennuksen runkotyön mukaan kerros kerrokselta. Toisaalta hormielementtien tahdistaminen runkotyöhön varmistaa rungon nopean nousemisen ja rungossa olevien LVIS-tekniikan läpivientiaukkojen umpeen saamiseen sekä tuo joustavuutta mm. LVI-asentajien työskentelyyn. Betonirakenteiset hormit ovat painavia. Tästä johtuen asennuksessa tarvitaan nosturia.

Viemärin ja kanavien liitokset on tarkastettava taskulamppua käyttäen hormin asennuksen yhteydessä hormin yläpäästä. Usein viemärit myös kuvataan sisäpuolelta asennusten valmistuttua. Monesti rakennuttaja vaatii tämän tehtäväksi videotallenteineen. Kuvassa 14 on esitetty liitosten tarkastus hormin yläpäästä.



Kuva 14. Liitosten tarkastus hormin yläpäästä taskulamppua käyttäen (16).

Kuvasta nähdään, että hormin päästä on poistettu suojatulpat ilmanvaihtokanavien ja viemäriin päistä. Taskulapun avulla tarkastetaan, että liitokset ovat onnistuneet eivätkä kumitiivisteet ole irronneet kanavien liitinyhteistä eikä viemäriin muhveista.

5 Teräsrunkoiset hormielementit

5.1 Yleistä

Teräsrunkoiset hormielementit ovat kerroskorkuisia talotekniikan hormielementtejä, joihin voidaan sijoittaa kerroksissa tarvittavat talotekniset järjestelmät ylimmästä kerroksesta aina kellariin asti.

Teräsrunkoisia hormielementtejä on kolmea eri tyyppiä:

- seinä-WC:llä varustetut
- modulaariset vakiomittaiset
- kohteeseen tilauksesta räätälöitävät hormielementit.

Seinä-WC:llä varustetut hormielementit

Uponor Suomi Oy valmistaa kerroskorkuisia hormielementtejä, joihin sisältyy seinä-WC. WC:n vesisäiliö on upotettuna hormielementtiin. Nämä hormielementit soveltuvat käytettäväksi erityisesti saneerauskohteissa, mutta niitä voidaan käyttää myös uudiskohteissa. Uponor Suomi Oy:n tuotenimi on Reno Port. Nämä hormielementit varustetaan pystyjätevesiviemärillä ja vesijohdoilla, jotka ovat tehtaalla valmiiksi kannakoituina ja eristettynä elementissä. Tarvittaessa hormiin saa myös lämpöjohdot ja sähkönousut. Hormeihin ei mahdu ilmanvaihtokanavia. Hormielementit asennetaan vesieristeen päälle joko keskelle seinää tai nurkkaan. Mahdollinen vuotovesi tuodaan näkyviin hormin alaosasta. Vesi-, lämpö- ja sähköjohdoissa sekä viemäreissä on kerroskohtaiset palokatkot, jotka sisältyvät toimitukseen. Hormin viereen voidaan asentaa Uponor Riser Port -hormeja. (19)

Uponor Reno Port -talotekniikkakasetti

Reno Port -talotekniikkakasetti on ollut Uponor Suomi Oy:n valikoimassa vuodesta 2015. Reno Port -talotekniikkakasetit valmistetaan Tuusulassa. (19) Reno Port -talotekniikkakasetti voidaan asentaa kylpyhuoneen tai WC:n nurkkaan tai keskelle seinää. Seinä-WC-istuimen kanssa hormi vie suurin piirtein saman verran tilaa kuin normaali lattia-WC. Toimitukseen sisältyy viereen asennettavan pesualtaan vesi- ja viemäriiliitos. (20) Reno

Port -talotekniikkakasetin lämpö- ja vesijohtomateriaalina on ainoastaan komposiitti. Jätevesiviemärin materiaalina käytetään Uponor Suomi Oy:n Decibel-viemäriä, joka on äänieristetty lattiasta kattoon. (20) Kuvassa 15 on esitetty Reno Port -talotekniikkakasetti asennettuna.



Kuva 15. Uponor Reno Port asennettuna (20).

Kuvasta nähdään, että tekniikkakasetti on asennettu kylpyhuoneen nurkkaan. Seinä-WC huuhtelupainikkeineen on tekniikkakasetin etupuolella. Pesualtaan vesijohdot ja viemärinti tulevat tekniikkakasetin sivusta allaskaappiin.

Uponor Reno Port -talotekniikkakasetin vesi- ja lämpöjohdot ovat Uponor Suomi Oy:n valmistamaa komposiittiputkea (20).

Uponor Reno Portin putkikoot hormissa ovat

- KV ja LV Ø20-32 komposiitti
- LVK Ø16-20 komposiitti
- LJ Ø16-25 komposiitti.

Kaikkien putkien ympärillä on tiivis polyuretaanieriste, jonka lämmönjohtavuus $\lambda < 0,028 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$ (20).

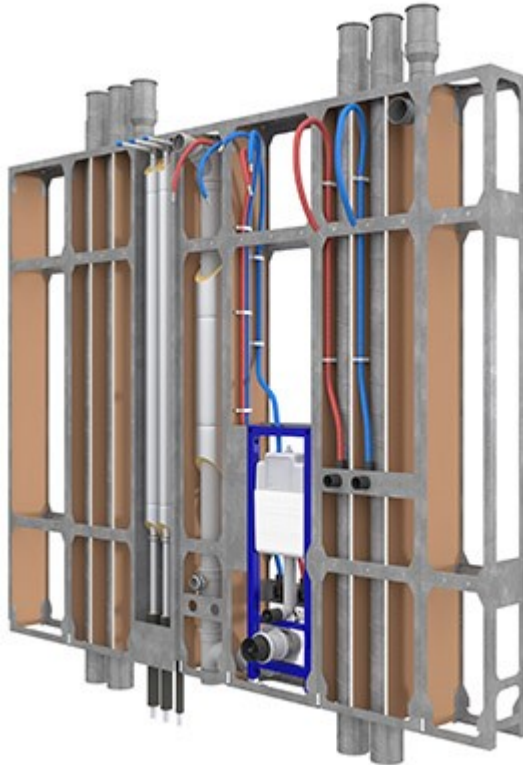
Modulaariset vakiomittaiset hormielementit

Uponor Riser Port

Uponor Riser Port on kytkentävalmis talotekniikan reitityshormisto. Hormielementit ovat moduulirakenteisia ja kerroskorkuisia. Erilaisia hormielementtimoduuleja voidaan asentaa vierekkäin useita tarpeen mukaan. Moduulit voivat muodostaa kokonaisen seinän esimerkiksi keittiön ja kylpyhuoneen väliin. Lämpö- ja vesijohdoille on omat moduulinsa, kuten myös viemäreille, seinä-WC:lle ja ilmanvaihtokanaville. Hormeihin saa myös hanakulmarasiat PEX-putkineen suojaputken kanssa, kuten kuvassa 16 on esitetty. Hormielementit voivat sisältää kaiken huoneistoissa tarvittavan talotekniikan. Hormit toimitetaan työmaalle kytkentävalmiina elementteinä, jolloin pystynousut liitetään yhteen työmaalla ja huoneisto-/tilakohtaiset järjestelmät liitetään hormiin. Peltirungot levytetään ja märkätiloissa tehdään vesieristys levytyksen päälle. Vesi- ja lämpöjohdot varustetaan vuotovesikaukalolla, josta mahdollinen vuoto tuodaan näkyviin. Vesi- ja lämpöjohdoissa sekä viemäreissä on kerroskohtaiset palokatkot. Putkistot ja kanavat ovat moduuleissa valmiiksi lämpö- ja äänieristettyinä. Ilmanvaihtokanavissa palon leviämisen estäminen on toteutettu kipsilevyillä siten, että kanavien väliin ja hormin pinnalle asennetaan kipsilevy. (20)

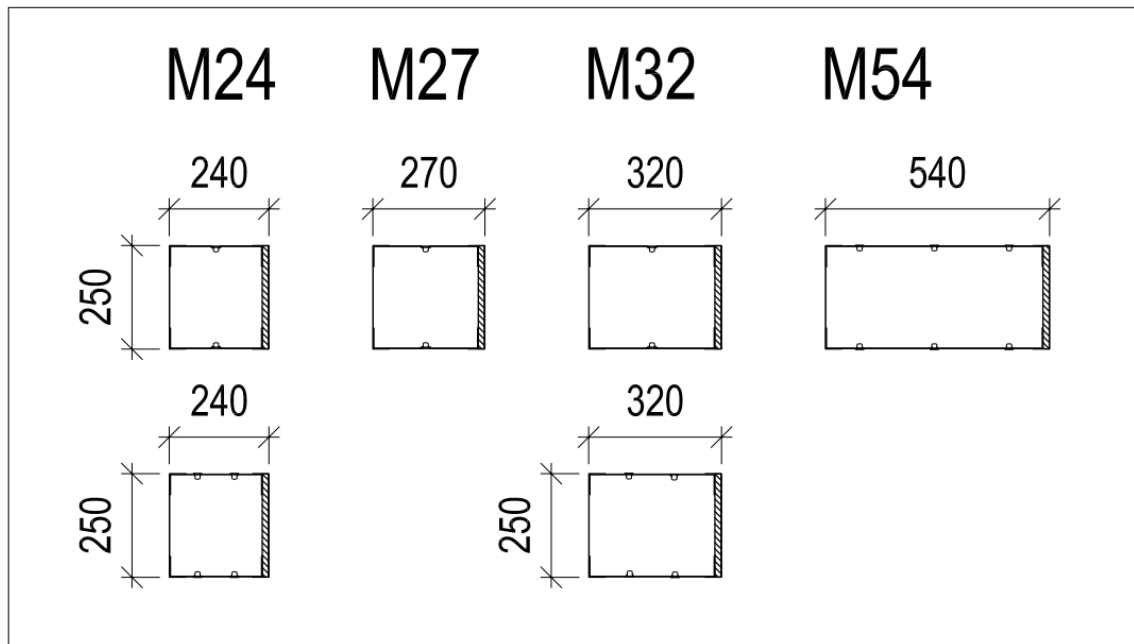
Uponor Riser Port -tekniikkahormit ovat kevyitä, eikä niiden asennuksessa tarvita nosturia. Asennus onnistuu yhden tai kahden miehen voimin. Hormien asennus ei tahdistakaan muuta rakentamista esim. kerrostasolaattojen paikalleen nostamista. Hormit soveltuvat

erinomaisesti myös vanhojen talotekniikkajärjestelmien saneerauksiin. (20) Kuvassa 16 on esitetty hormien asennus rinnakkain kokonaiseksi seinäksi.



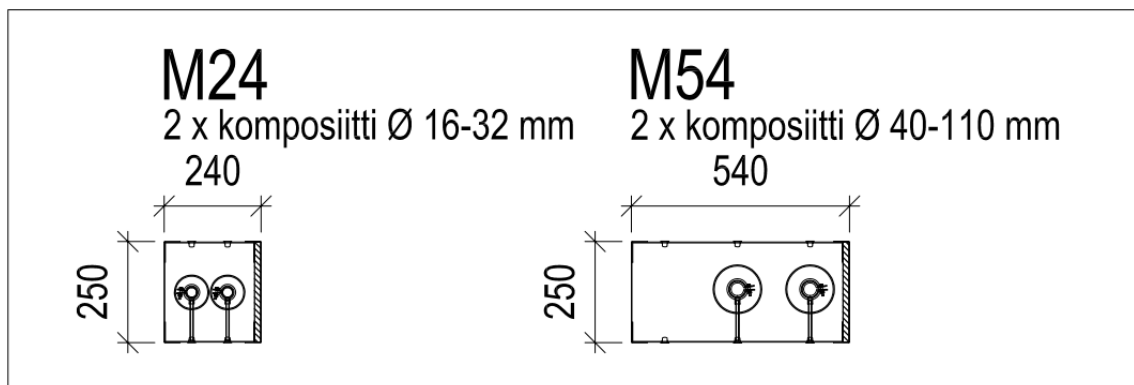
Kuva 16. Uponor Riser Port -elementtejä rinnakkain (20).

Kuvasta nähdään, että ilmanvaihto-, vesijohto- ja viemäri- sekä seinä-WC-moduulien viereen on asennettu tyhjät moduulit kokonaisen seinän aikaansaamiseksi. Uponor Riser Port -tekniikkahormien vakiomoduuleita on neljää eri kokoa. Leveydet ovat 240, 270, 320 ja 540 mm. Rungon syvyys kaikissa on sama 250 mm, tosin vesijohtomoduuleissa, joiden eteen asennetaan avattava etulevy syvyys kasvaa mittaan 280 mm. Kuvassa 17 on esitetty vakiomoduulit, joihin tarvittava talotekniikka sijoitetaan.



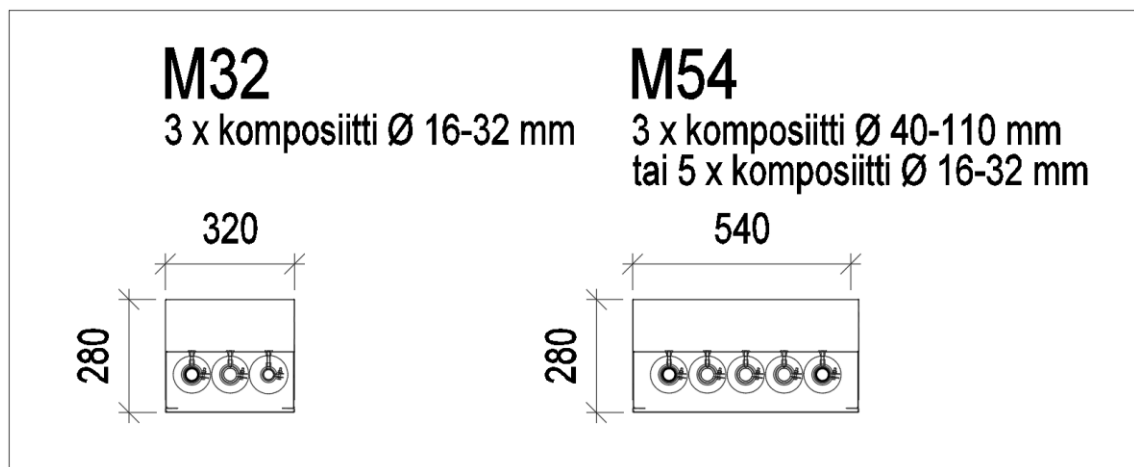
Kuva 17. Uponor Riser Port -vakioduulit.

Kuvassa nähdään pienellä nappulalla merkatut mahdolliset tekniikan kannakointipisteet ja moduulien väliin tuleva kipsilevy. Lämpö- ja jäähdytysjohtojen reititystä varten voidaan käyttää vakiohormimoduuleja M24 ja M54. M24-moduuliin voidaan sijoittaa kaksi kappaletta lämpöeristettyjä komposiittiputkia koosta 16 mm kokoon 32 mm. M54-moduulia käytetään suuremmille putkille eli halkaisijaltaan 40–110 mm. Moduuli toimitetaan työmaalle putkitettuna, eristeineen ja haarayhteineen. (20) Kuvassa 18 on esitetty moduulit lämpö- ja jäähdytysjohdoille.



Kuva 18. Uponor Riser Port -moduulit lämpö- ja jäähdytysjohdoille.

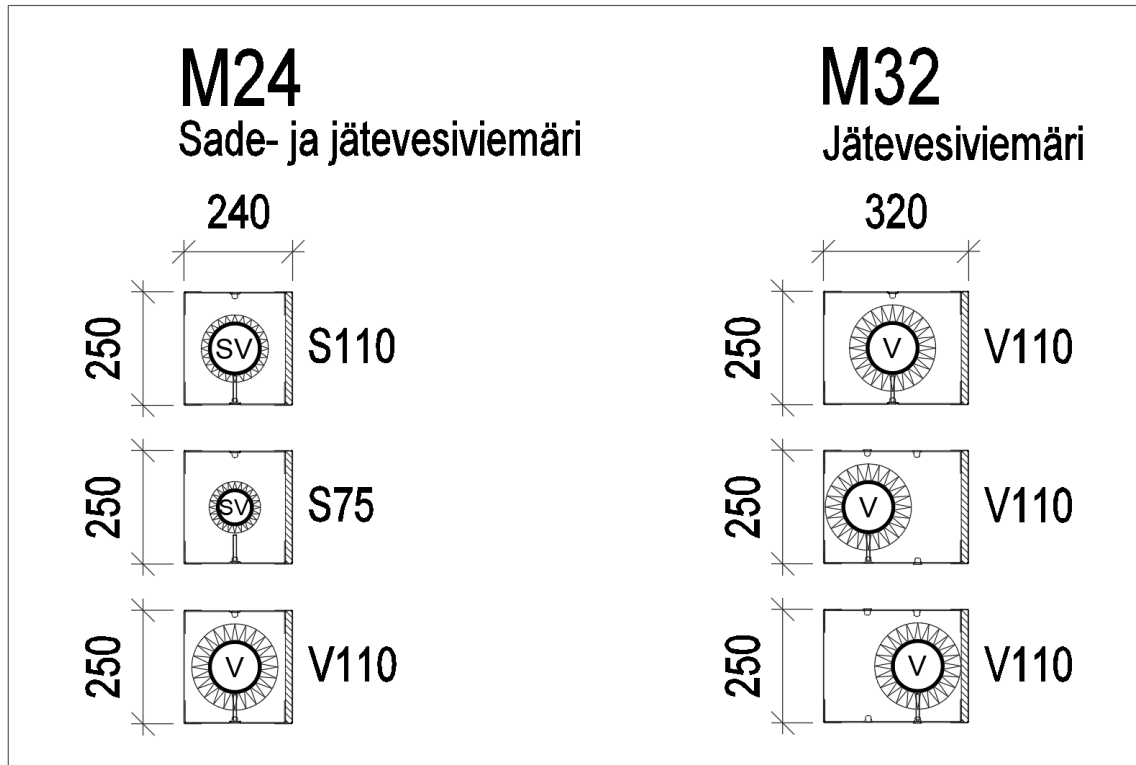
Kuvasta nähdään, että putket ovat kannakoitu kannakointipisteistä kierretangoilla putki-kannakkeita käyttäen. Lisäksi kuvassa näkyy putkien lämpöeristeet. Käyttövesijohtojen reititystä varten voidaan käyttää vakiohormimoduuleja M32 ja M54. Käyttövesimoduulit ovat muista moduuleista poiketen 280 mm syviä. Käyttövesimoduulin avattavan etulevyn on tarkoitus tulla samaan tasoon viereen asennettavien levytettävien ja laatoitettavien vakimoduulien kanssa. Tästä aiheuttaa moduulin paksuusero verrattuna vakimoduuliin. M32-moduuliin voidaan sijoittaa kolme kappaletta komposiittiputkia koosta 16 mm kokoon 32 mm. M54-moduulia käytetään suuremmille putkille eli halkaisijaltaan 40–110 mm:n putkille. M54-moduuliin voi myös sijoittaa käyttövesijohtojen lisäksi lämpö- ja jäähdytysjohdot. Tällöin hormiin mahtuu viisi kappaletta halkaisijaltaan 16–32 mm:n komposiittiputkia. Päällekkäisten moduulien putket liitetään toisiinsa käyttäen Uponor Suomi Oy:n RTM-liittimiä, jolloin liitoksen tekemiseen ei tarvita työkaluja. Putki lukittuu paikoilleen työnnettäessä putki liittimeen. Moduuli toimitetaan työmaalle putkitettuna, eristeinen ja haarayhteinen. Moduuleihin saa lisävarusteena hanakulmarasiat ja PEX-vesijohdot suoja-putkessa keittiön vesipistettä varten. Moduuleihin asennetut vesijohdot ovat helposti vaihdettavissa koko pituudeltaan moduulin eteen asennettavan kansiosan kautta. Moduulin kansiosan saa auki vedeneristystä rikkomatta. (20) Kuvassa 19 on esitetty moduulit vesi- ja lämpöjohdoille.



Kuva 19. Uponor Riser Port -moduulit vesi- ja lämpöjohdoille.

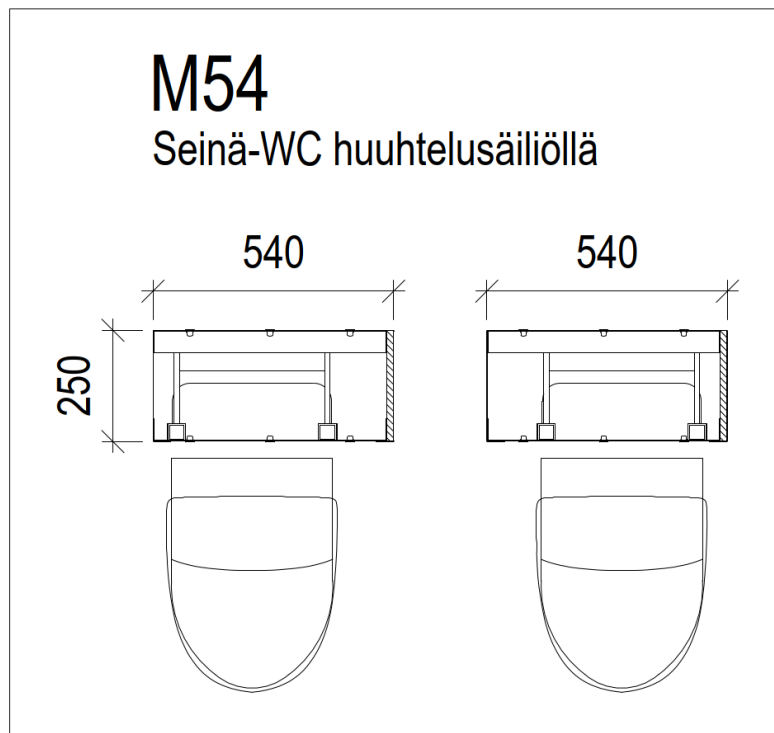
Kuvasta nähdään, että vesi- ja lämpöjohdoille tarkoitettujen avattavien moduulien paksuus on suurempi kuin vakimoduulien. Putket on myös sijoitettu moduulien etuosaan. Sade- ja jätevesiviemäreiden reititystä varten voidaan käyttää vakiohormimoduulia M24.

M24-moduuliin voidaan sijoittaa yksi muoviviemäriputki halkaisijaltaan 75–110 mm. Viemäriputkina käytetään Uponor Suomi Oy:n Decibel-viemäriputkia. Moduulit toimitetaan työmaalle putkitettuina, eristeinen ja haarayhteinen. Moduuliin on mahdollista saada lisävarusteena kytkentävesijohdot pesuallasta, keittiön vesipistettä tai suihkua varten hanakulmarasioineen. Myös haarayhteet viemärointiliitoksia varten moduulin sivuille ovat tilattavissa lisävarusteena. Kuvassa 20 on esitetty moduulit viemäreille.



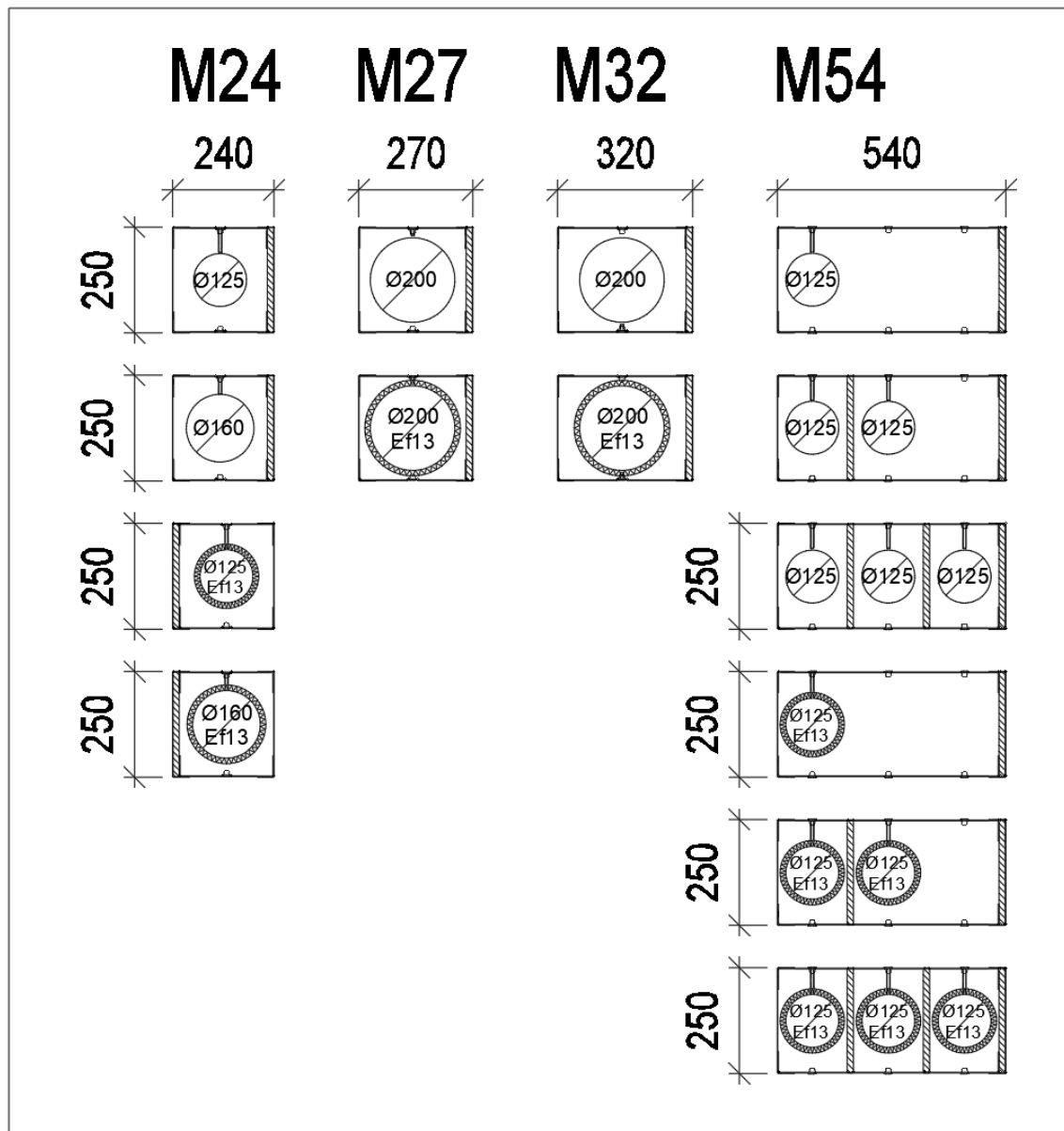
Kuva 20. Uponor Riser Port -moduulit viemäreille.

Kuvasta nähdään, että tarvittaessa voidaan käyttää myös leveämpää M32-moduulia viemärin sijainnin optimointia varten tai haluttaessa tietyn pituinen moduulikonaisuus. Viemäreissä on mineraalivilla äänieristeenä. Uponor Suomi Oy:llä on saatavilla M54-vakiomoduli, johon on asennettu seinä-WC-istuimen asennusteline, huuhtelujärjestelmien ja osineen. Huuhtelujärjestelmän PEX-vesijohto sisältyy toimitukseen valmiiksi kannakoituna ja kytkettynä. Seinä-WC-moduulin viereen sijoitetaan viemärimoduuli, johon WC-istuin viemäroidään. Kuvassa 21 on esitetty seinä-WC-moduuli.



Kuva 21. Uponor Riser Port -moduuli seinä-WC:n huuhtelusäiliöllä.

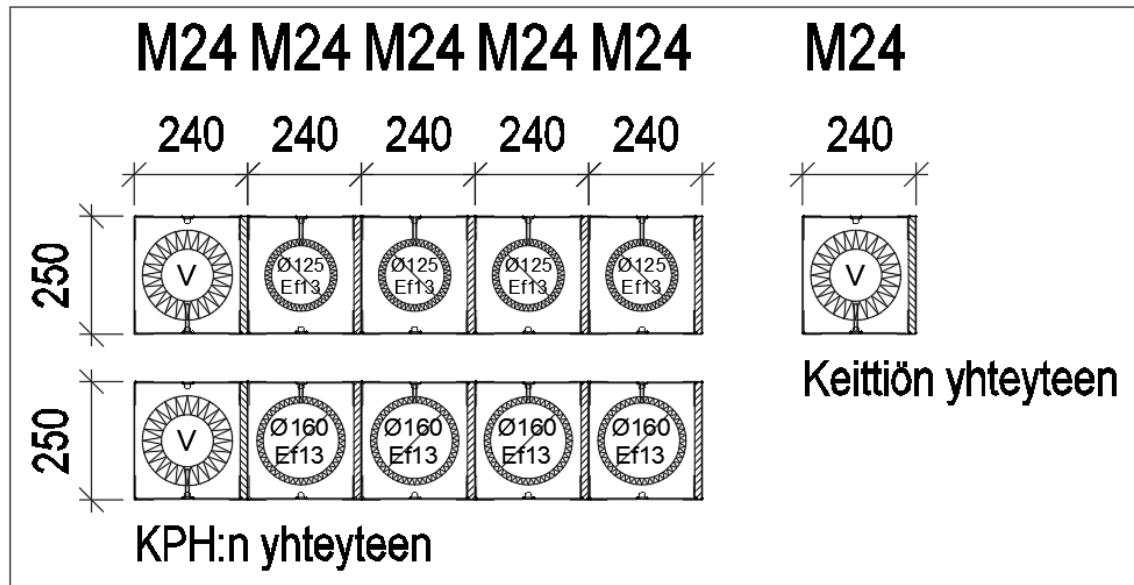
Kuvassa on esitettyä moduulin vasempaan ja oikeaan reunaan sijoitetut huuhtelusäiliöt WC-istuimen asennustelineineen. Ilmanvaihtokanavien reititystä varten voidaan käyttää vakiohormimoduuleja M24, M27, M32 ja M54. M24-moduuliin voidaan sijoittaa yksi ilmanvaihtokanava koosta 100 mm kokoon 160 mm. M27-moduuliin voidaan sijoittaa yksi ilmanvaihtokanava, jonka maksimikoko on 200 mm. M32-moduuliin voidaan sijoittaa kaksi 100 mm ilmanvaihtokanavaa tai yksi kanava koosta 125 mm kokoon 200 mm. M54-moduuliin voidaan sijoittaa kolme 100–125 mm:n tai kaksi 160–200 mm:n kanavaa. Moduulit toimitetaan työmaalle kanavoituna, eristeineen, haara- ja kulmayhteineen. M32- ja M54-moduuleihin saa lisävarusteena hanakulmarasiat ja PEX-vesijohdot suojaputkessa keittiön vesipistettä varten. (20) Kuvassa 22 on esitetty moduulit ilmanvaihtokanaville.



Kuva 22. Uponor Riser Port -moduulit ilmanvaihtokanaville.

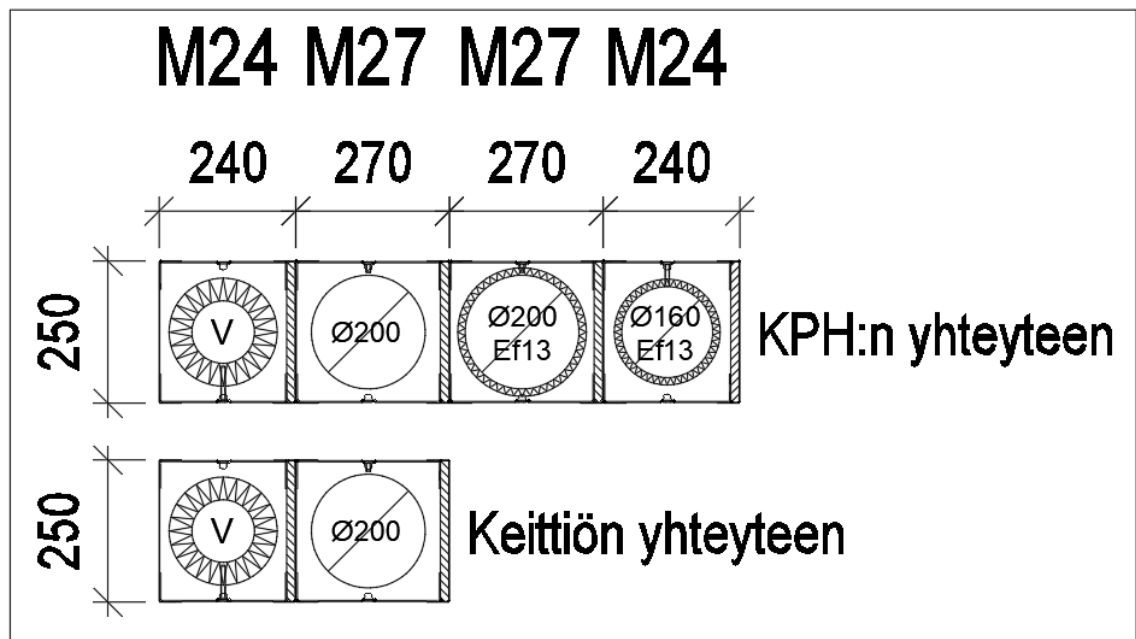
Kuvassa on esitetty eristämättömiä ja eristettyjä ilmanvaihtokanavia moduuleissa. Eristämättömiä käytetään poistoilmalle. Tulo- ja ulospuhallusilmalle käytetään 13 mm:n solukumilla eristettyjä kanavia. Huoneistokohtaista ilmanvaihtoa suunniteltaessa on hyvä käyttää M24-moduuleja rinnakkain. Moduulien määrä lisääntyy joka kerroksessa yhdellä. Ylimmän kerroksen asunnon ulospuhallusilmakanava on yleensä syytä viedä vesikatolle suoraan ilmanvaihtokoneen päältä, jos mahdollista. Näin tehdessä jää enemmän tilaa muulle tekniikalle. Kuvassa 23 on esitetty huoneistokohtaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilmakanavien moduulit jätevesiviemärimoduulin viereen viiden asuinkerroksen talolle.

Korkeampaa rakennusta suunniteltaessa luonnollisesti tarvitaan enemmän ulospuhallusilmakanavia, jotka voidaan esimerkiksi sijoittaa kahteen riviin.



Kuva 23. Huoneistokohtaisen ilmanvaihdon esimerkkimoduulit viemärillä.

Kuvasta nähdään asuntokohtaisten ulospuhallusilmakanavien moduulien yhdistämien hormiksi jätevesiviemärin viereen. Palon leviäminen kanavasta toiseen on estetty kipsilevyillä. Lämpö- ja kondenssieristeenä on 13 mm:n solukumi. Keskitettyä ilmanvaihtoa suunniteltaessa voidaan käyttää M27-moduuleja 200 mm:n ilmanvaihtokanavilla tulo- ja poistoilmakanavien reititykseen. Liesikuputehostuksen tuloilmakompensointia varten voidaan kylpyhuoneen moduulien viereen sijoittaa esimerkiksi M24-moduuli 160 mm:n tuloilmakanavalla. Kuvassa 24 on esitetty keskitetyn ilmanvaihdon moduulit jätevesiviemärimoduulin viereen viiden asuinkerroksen talolle. Korkeammille rakennuksille tarvitaan yleensä enemmän tulo- ja poistoilmakanavia johtuen siitä, että moduuleihin sijoitettavien kanavien maksimikoko on 200 mm. Viemärimoduuli keittiön yhteydessä on tarpeen silloin, kun viemärointi ei onnistu pitkän etäisyyden vuoksi kylpyhuoneen moduulissa sijaitsevaan viemäriin.



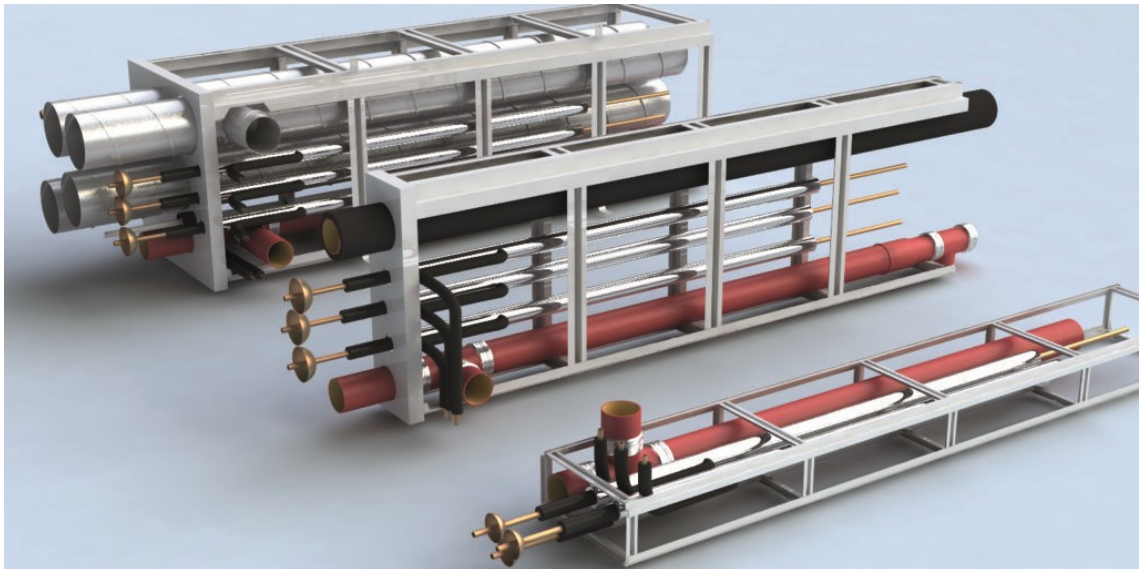
Kuva 24. Keskitetyt ilmanvaihdon esimerkkimoduulit viemärillä.

Kuvasta nähdään, että jätevesiviemärin viereen on sijoitettu poisto-, tuloilma ja liesikuputehostuksen kompensointia varten tuloilmakanava. Palon leviäminen kanavasta toiseen on estetty kipsilevyillä. Tuloilmakanavissa on lämpöeristeenä 13 mm:n solukumi estämässä tuloilman lämpenemistä matkalla asuntoihin. Keittiön yhteyteen voidaan sijoittaa moduulit keittiön astianpesualtaan viemäröintiä ja liesikuvun poistoilmakanavaa varten. Viemärimoduuli keittiön yhteydessä on tarpeen silloin, kun viemäröinti ei onnistu pitkän etäisyyden vuoksi kylpyhuoneen moduulissa sijaitsevaan viemäriin.

Kohteeseen tilauksesta räätälöivät hormit

Silotek-talotekniikkaelementti

Suomessa kehitetty Silotek Oy:n valmistama Silotek-talotekniikkaelementti voidaan räätälöidä kohteen mukaan. Sitä voidaan käyttää niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Elementtiin voidaan sijoittaa lämpö-, vesi-, viemäri-, kaasu- ja sähköputket sekä ilmanvaihtokanavat. (21) Kuvassa 25 on esitetty Silotek-talotekniikkaelementtejä.



Kuva 25. Silotek-talotekniikkaelementtejä (21).

Kuvasta nähdään, että teräskehikkoihin on sijoitettuina vesijohtoja vuotovesisuppiloinneen, viemäreitä ja ilmanvaihtokanavia. Silotek Oy valmistaa teräsrunkoisia kerroskorkeita hormoneja, jotka valmistetaan rakennuskohteessa tarvittavien taloteknisten järjestelmien mukaan. Hormi voi sisältää kaiken kerroksessa tarvittavan talotekniikan pystynousulinjat. Näitä hormoneja voidaan asentaa myös rinnakkain, jos on tarve leveälle hormille. Hormien käsittely työmaalla on helpompaa, jos hormit eivät ole kovin leveitä. Yhden hormielementin valmistajan suosittelema maksimileveys on 1 500 millimetriä ja maksimipaksuus 1 000 millimetriä. Vesi- ja lämpöjohdot varustetaan vuotovesisuppiloin, joista mahdollinen vuoto tuodaan näkyviin. Peltirungot voidaan asentaa märkätilan vesieristyksen päälle ja hormin alaosa vesieristää. Toinen vaihtoehto on levyttää hormi ja tehdä vesieriste hormin ulkopinnalle. Vesi- ja lämpöjohdoissa sekä viemäreissä on kerroskohtaiset palokatkot. Palokatkoina vesi- ja lämpöjohdoissa käytetään Sewatek-palokatkoläpivienttejä ja viemäreissä palomansetteja. Palokatkot sisältyvät hormien toimitukseen. Ilmanvaihtokanavissa palonleviämisen estäminen on toteutettu kipsilevyillä ja paloeristevillalla. (22) Kuvassa 26 on esitetty kaksi erilaista hormia, jotka voidaan sijoittaa kylpyhuoneeseen.

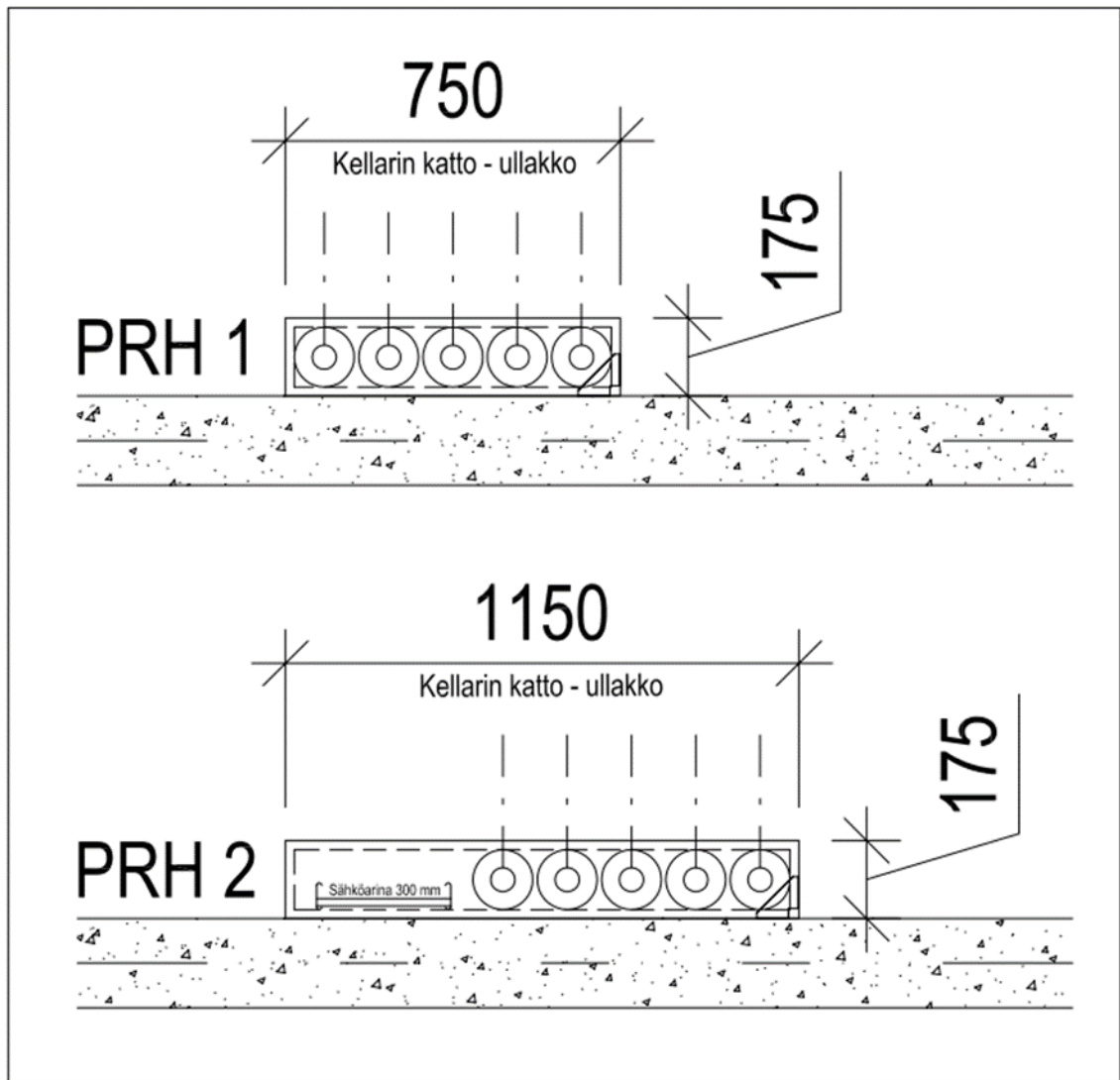


Kuva 26. Kylpyhuoneeseen sijoitettavia Silotek-talotekniikkaelementtejä.

Kuvasta nähdään, että vasemmanpuoleisessa elementissä on pystyviemäri, lämpö- ja vesijohtonousut sekä WC-istuimen huuhtelusäiliö. Toimitus sisältää vesijohdon huuhte-

lusäiliön täyttöä varten sekä lattialämmityksen putkille tarvittavat suojaputket. Pystyviemäri on äänieristettyä desibeliviemäriä. Kuvan oikeanpuoleisessa hormissa on pystyviemäri ja vesijohtonousut. Pystyviemäri on desibeliviemäriä ilman lisättyä äänieristystä. Molemmissa elementeissä vesijohtonousut sekä vasemmanpuoleisessa lämpöjohtonousut on lämpöeristetty ja varustettu kuparisin vuodonilmaisimin. Molemmissa elementeissä on lisäksi viemäreissä palomansetit ja valuun tulevat Sewatek-palokatkoläpiviennit.

Silotek-talotekniikkaelementit ovat tehdasvalmisteisia teräsrunkoisia elementtejä, joihin talotekniset pystynousut on sijoitettu. Kaikki taloteknisten järjestelmien pystyreititykset voidaan sijoittaa rakennuksessa alhaalta ylös asti näihin hormoneihin. Elementit valmistetaan LVIS-suunnitelmien mukaan eli räätälöidään kohteen mukaan. Silotek-talotekniikkaelementit toimitetaan työmaalle kerroskorkuisina. Hormeihin voidaan sijoittaa kaikki asuinhuoneistoissa tarvittavat lämpö-, vesijohtojen, viemäreiden sekä ilmanvaihtokanavien pystyrungot. Putket ja ilmanvaihtokanavat on tehtaalla valmiiksi eristetty ja kannakoitu teräskehikkoon. Vesi- ja lämpöjohdot varustetaan vuodonilmaisimin jo tehtaalla. Hormeissa voi olla myös putkitukset tai arina sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten. Kuvassa 27 on esitetty porrashuoneen vesi- ja lämpöjohtojen hormi ilman sähköarinaa ja sähköarinan kanssa.

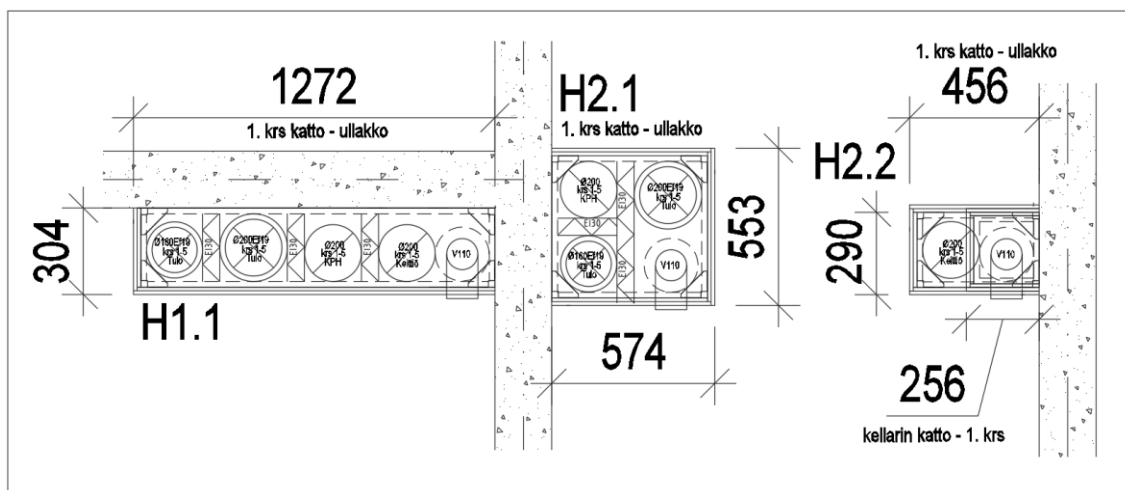


Kuva 27. Hormi vesi- ja lämpöjohtoille. Alemmassa hormissa myös sähkönousu.

Kuvasta nähdään, että putket voidaan sijoittaa eristettyinä hyvin lähelle toisiaan, kun eristys tapahtuu tehtaalla. Putket eristetään tehtaalla pöydällä, nostetaan eristettyinä teräskehikon sisään ja kannakoidaan kiinni kehiin. Työmaalla näin lähellä toisiaan olevien putkien eristäminen olisi erittäin hankalaa. Kuvassa nähtävät merkinnät PRH1 ja PRH2 ovat myös toteutussuunnitelmissa näkyviä merkintöitä, joista ilmenee kyseisen hormin sijoituspaikka. Mittaviivan alapuolella olevassa tekstissä ilmoitetaan myös, mihin kerroksiin hormin on tarkoitus tulla.

Hormeissa on valmiina haaroitukset hormista lähteville asunto- tai tilakohtaisille putkis- toille. Elementeillä saavutetaan rakentamisheliöiden parempi hyötykäyttö, koska teolli- sesti valmistetussa hormielementissä talotekniset pystyreititykset saadaan pienempään tilaan kuin perinteisellä rakennustavalla. Tehtaalla valmistetut elementit asennetaan työ- maalla kerroksittain runkorakentamisen yhteydessä. Hormien paikat valetaan umpeen holvivalujen yhteydessä. (23)

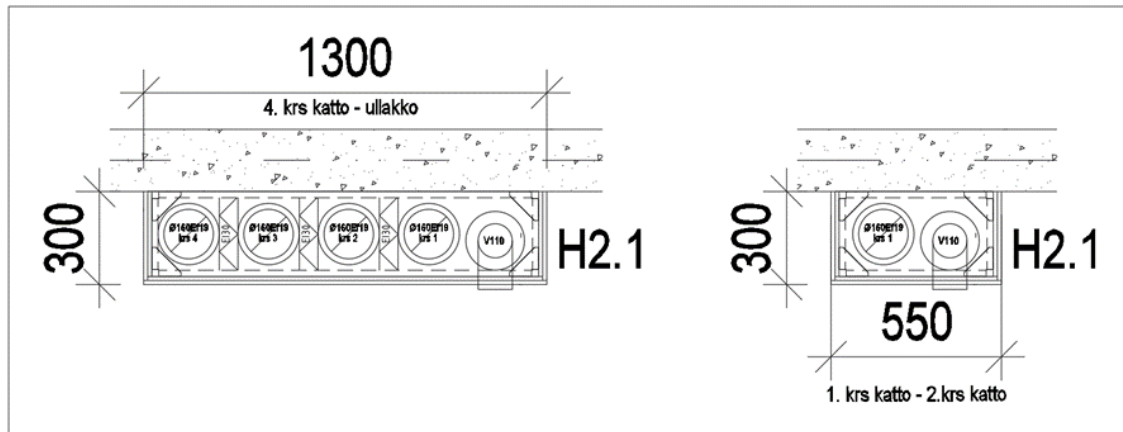
Silotek-talotekniikkaelementit soveltuvat hyvin huoneistokohtaisen ja keskitetyn ilman- vaihdon kanavien reititykseen räätälöitävyytensä ja mahdollisten kanavakokojensa laa- juuden ansiosta. Kuvassa 28 on esitetty keskitetyn ilmanvaihdon Silotek-mallitalotekniik- kaelementtejä viemärillä varustettuna.



Kuva 28. Silotek-mallitalotekniikkaelementtejä keskitetyn ilmanvaihdon kanaville kylpyhuoneen ja keittiön viemäreillä

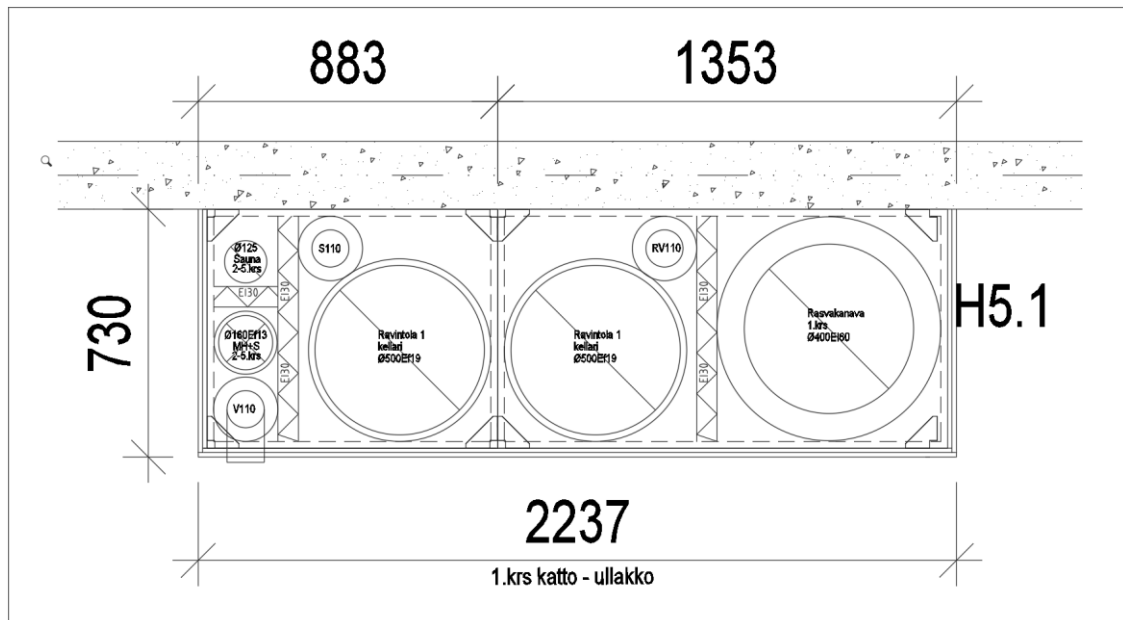
Kuvasta nähdään, että hormiin H1.1, H2.1 ja H2.2 on sijoitettu asuntolinjaa palvelevat tulo- ja poistoilmakanavat sekä viemärit. Tuloilmakanavat on eristetty 19 mm paksulla solukumilla tuloilman lämpenemisen ehkäisemiseksi. Palon leviämisen estäminen ilman- vaihtokanavasta toiseen on toteutettu paloeristevillalla ja palon leviäminen hormin ulko- puolelle on estetty tuplakipsilevyllä.

Huoneistokohtaista ilmanvaihtoa suunniteltaessa hormi kasvaa joka kerroksessa kana- vamäärän lisääntyessä. Kuvassa 29 on esitetty Silotek-mallitalotekniikkaelementit huo- neistokohtaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilmakanaville ja viemäriille.



Kuva 29. Silotek-mallitalotekniikkaelementit huoneistokohtaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilmakanaville ja viemärille.

Kuvasta nähdään, että vasemmalla on ylimmän kerroksen hormi, jossa on neljä ulospuhallusilmakanavaa solukumilla eristettynä sekä jätevesiviemäri äänieristettynä. Oikealla kuvassa on 2. kerroksessa sijaitseva hormi. Hormi kasvaa siis joka kerroksessa ylöspäin mentäessä yhden siihen johdettavan ulospuhallusilmakanavan tarvitseman tilan verran. Suurempia ilmanvaihtokanavia tarvittaessa voi hormin joutua jakamaan kahteen osaan. Osat kiinnitetään toisiinsa työmaalla. Kuvassa 30 on esitetty mallihormi, jossa suurikokoisia ilmanvaihtokanavia.



Kuva 30. Silotek-mallitalotekniikkaelementti, jossa on ravintolan ilmanvaihtokanavia.

Kuvasta nähdään, että hormi on jaettu kahteen osaan asentamisen helpottamiseksi. Hormin vasemmanpuoleisessa osassa on 1. kerroksessa sijaitsevan ravintolan ulospuhallusilmakanavan lisäksi sadevesiviemäri, yläpuolella sijaitsevan asuntolinjan jätevesiviemäri, saunojen poistoilmakanava, makuuhuoneiden ja saunojen tuloilmakanava. Hormin oikeanpuoleiseen osaan on sijoitettu 1. kerroksessa sijaitsevan ravintolan toinen ulospuhallusilmakanava, rasvaisen poistoilman kanava sekä rasvaviemärin tuuletusviemäri. Viemärit on äänieristetty, ulospuhallus-, tuloilmakanavat on eristetty solukumilla ja rasvaisen poistoilman kanavassa on EI60-paloeristevilla. Palon leviäminen osastosta toiseen on estetty mineraalivilla- ja kipsilevyillä sekä viemäreissä palomanseteilla.

5.2 Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso

Kaikki nämä edellä esitellyt talotekniikkahormielementit soveltuvat erinomaisesti kerrostalokohteisiin. Tosin Uponor Suomi Oy:n Reno Port -talotekniikkakasetteja käytettäessä kylpyhuoneen lattiakaivon viemäri tulee alemman asunnon kylpyhuoneen alakattoon. Teräsrunkoisia hormielementtejä voidaan käyttää eri laatutasoisiin kohteisiin (esim. vuokra-asunnot ja omistusasunnot). Hormit soveltuvat käytettäväksi sekä elementti- että paikallavalurakenteiden kanssa.

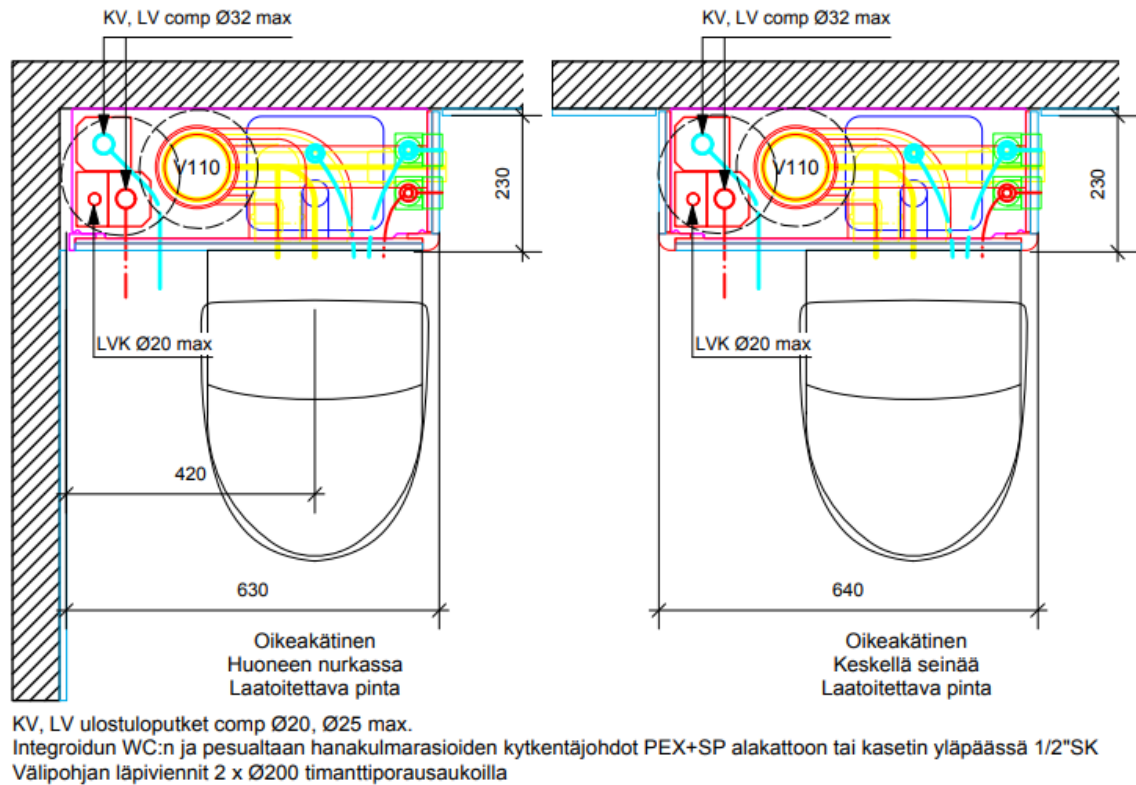
5.3 Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus

Teräsrakenteiset hormit on syytä sijoittaa lähelle viemärikalusteita ja hormin palvelemissa ilmanvaihdon päätelaitteita. Tällöin saadaan riittävät kallistukset viemäreille ja mahdollisimman vähän vaakakanavoiteja. Näin saadaan myös minimoitua alakattoalueet ja kotelointien tarve. Keittiön hormi on syytä sijoittaa siten, että keittiön altaan viemäri saadaan johdettua hormiin kaapiston alasokkelin kautta. Hormin ja altaan väliin ei voi siis sijoittaa liettä, astianpesukonetta tai jääkaappia. Paikallavalukohteissa keittiön viemäri voi sijoittaa valuun. Ontelolaattakohteissa viemäri voidaan sijoittaa kulkemaan hormiin myös ontelolaatan ontelossa, mahdollisesti kololaatassa tai viemärointiurauksessa.

Rakenneteknisesti hormit on parasta sijoittaa ontelolaattojen pituussuuntaisesti siten, että onteloita menee mahdollisimman vähän poikki. Paikallavalukohteissa hormit voi sijoittaa yleensä vapaasti. Keittiön hanan vesijohtojen reititystä varten hormiin voidaan sijoittaa suojaputket. Tämä on yleensä hyvä vaihtoehto, jos vesijohtoja ei saada asennettua kevyeen väliseinään. Vesijohtojen upotusta kantaviin asuntojen välisiin seiniin on

syytä välttää ääniongelmien välttämiseksi. Hormit kannattaa sijoittaa ääniteknisesti toisarvoisempiin tiloihin, kuten kylpyhuoneeseen, vaatehuoneeseen tai keittiöön. Teräsrakenteiset hormit sijoitetaan usein siten, että ne voidaan avata vesieristettä rikkomatta, jos on tarvetta korjauksille. Uponor Riser Portin vesijohtojen avattava tarkastusluukku voi sijaita märkätilassa, koska vesijohdot sijaitsevat vesieristetyssä kotelossa. Uponor Reno Port -talotekniikkasetti taas asennetaan vesieristeen päälle, jolloin se voi sijaita märkätilassa. Teräsrakenteisia hormoneja ei voida asentaa osaksi kantavaa seinää. Hormien pystyviemärilinjoihin on asennettava puhdistusluukut linjan alaosaan.

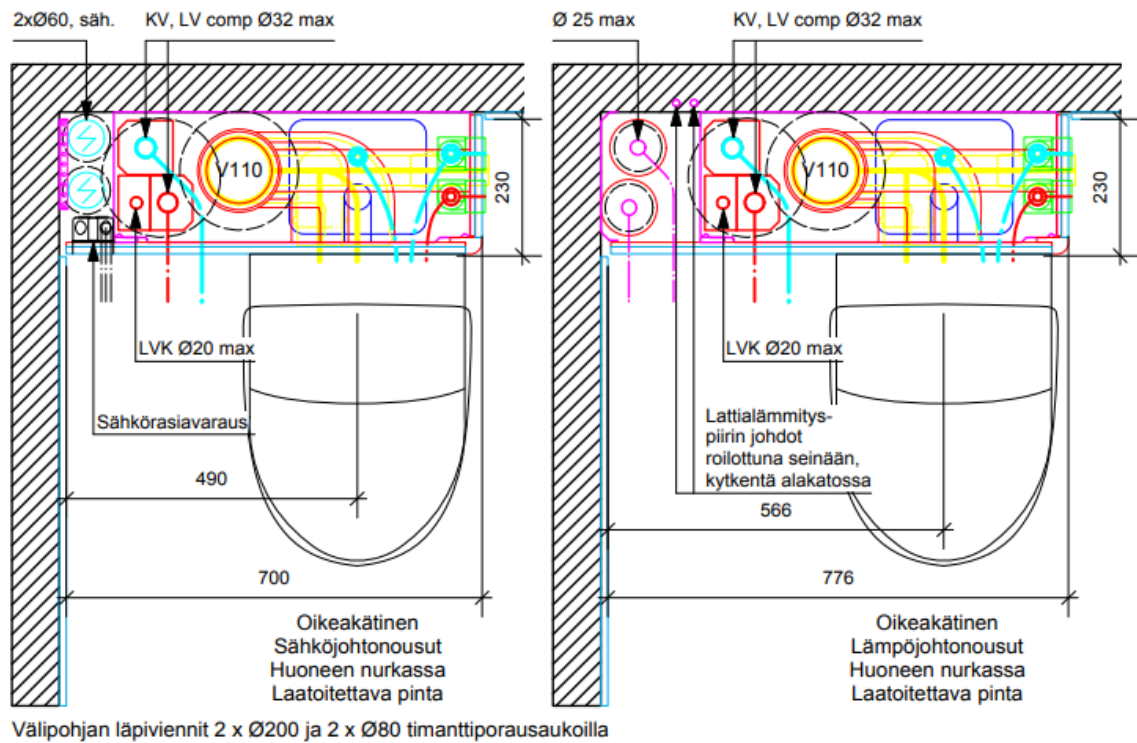
Uponor Reno Port ei ole levennettävissä, ja siinä käytetään ainoastaan komposiittiputkia. Uponor Reno Portia voidaan käyttää Riser Portin kanssa rinnan, jos tarvitaan leveämpää hormia ja tilaa ilmanvaihtokanaville. Reno Port voidaan asentaa keskelle seinää tai huoneen nurkkaan. (20) Kuvassa 31 on esitetty oikeakätisen mallin asennus huoneen nurkkaan ja keskelle seinää. Oikeakätisyydellä tarkoitetaan tässä sitä, että seinä-WC on asennettu tekniikkasetin oikeaan reunaan samoin kuin pesualtaan viemäröintiin ja vesijohdot pesualtaan hanalle.



Kuva 31. Uponor Reno Port 630x230 laatoitettuna vesi- ja viemäriputkilla (20).

Kuvasta nähdään, että tekniikkakasettiin on sijoitettu käyttövesijohtojen nousulinjat, jätevesiviemärin pystyrunko, seinä-WC:n viemäröinti, huuhtelusäiliö, vesijohto huuhtelusäiliön täyttöä varten ja pesualtaan viemäröintiliitos sekä vesijohdot pesualtaan halle.

Kasetti levenee hieman, jos siihen halutaan sähkö- tai lämpöjohtonousut. Reno Portin viereen voidaan asentaa myös tarvittaessa Uponor Riser Port -moduuleja, jos tarvitaan enemmän tilaa taloteknisille nousuille (20). Kuvassa 32 on esitetty Uponor Reno Port laatoitettuna sähkö- tai lämpöjohtoilla.



Kuva 32. Uponor Reno Port laatoitettuna sähkö- tai lämpöjohdoilla (20).

Kuvassa on esitetty sähkönousuputkien paikat, sähkörasiavaraus ja lämpöjohtonousujen sijoitus sekä lattialämmityspiirin johtojen seinään upotus. Uponor Reno Portin lisäksi tarvitaan erillisiä hormoneja ilmavaihtokanavoille, jos ei voida käyttää huoneisto- tai kerroskohtaisia ilmanvaihtokoneita seinäulospuhalluksella. Uponor Riser Port on muokattavissa melko joustavasti eri moduulikokoonpanoja yhdistelemällä (20). Hormielementit voidaan sijoittaa esimerkiksi keittiön ja kylpyhuoneen väliseksi seinäksi. Hormielementit kiinnitetään toisiinsa ja rakenteisiin työmaalla (20).

Silotek-talotekniikkaelementin sijoitusehdotuksen tekee LVI-suunnittelija. Ehdotukseen antavat kommenttinsa arkkitehti, rakenne-, sähkösuunnittelija ja Silotek Oy (22). Hormin on hyvä sijaita lähellä tiloja, joita hormissa oleva tekniikka palvelee. Hyvä sijoituspaikka on esimerkiksi kylpyhuoneen ja keittiön välisen seinän osana. Kylpyhuoneen hormiin voidaan sijoittaa seinä-WC huuhtelusäiliöineen (22).

5.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

LVI-suunnitelmissa on määriteltävä, kenen hankinnassa hormit ovat. Hankinta määritellään yleensä LVI-työselostuksessa.

Uponor Suomi Oy:ltä on saatavissa Riser ja Reno Portin käyttöä varten valmiit MagiCAD-objektit, joissa on MagiCAD-äly. Objektit voi viedä suoraan LVI-suunnitelmiin ja jatkaa niistä asunnon sisäisen LVI-tekniikan piirtämistä. (19) Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää hormien AutoCAD-kuvia ja piirtää tekniikka niiden sisään.

Silotek Oy:lle lähetetään tasopiirustukset, joissa on esitetty, mitä tekniikkaa talotekniikkaelementteihin on tarkoitus sijoittaa. Silotek Oy laatii suunnitelmat sen mukaan talotekniikkaelementeistä. LVI-tekniikan sekä sähkönousujen palokatko- ja -osastointiasioiden täytyy olla tarkkaan mietittyinä (22).

Silotek-talotekniikkaelementtiä käytettäessä elementtien paikat ja koot suunnittelevat yhdessä LVI-, sähkö- ja rakennesuunnittelija sekä arkkitehti. Talotekniikkaelementtivalmistaja Silotek Oy on syytä ottaa heti tilavarausvaiheessa mukaan suunnitteluun, jotta elementin vaatima tilantarve ja tekninen toteutus saadaan kerralla oikein ja tarkoituksen mukaiseksi. Lisäksi sovitaan muun kuin LVI-tekniikan talotekniikkaelementteihin sovituksesta. Näitä tilantarpeita voivat aiheuttaa sähkökaapelit, tietoliikenne- ja automatiikka-johdot sekä sprinklerputkistot. LVI-suunnittelija merkitsee suunnitelmiin kohdat, joissa halutaan käyttää Silotek Oy:n valmistamia talotekniikkaelementtejä. Silotek-talotekniikkaelementit valmistetaan LVIS-suunnitelmien mukaisesti. Suositeltu maksimipaksuus hormille on 1000 mm ja leveys 1500 mm. (22)

Uponor Suomi Oy:n hormoneja käytettäessä reikävaraukset laativat LVI- ja sähkösuunnittelijat esimerkiksi Uponor Suomi Oy:n mallipiirustuksissa esitettyjen reikäkokojen mukaan. Hormille varataan reikävaraukseksi suorakaiteen muotoinen aukko, joka valetaan tiiviiksi, kun talotekniikan asennukset on suoritettu. Palokatkot viemäreille, vesi-, lämpö- ja sähköjohdoille sisältyvät hormitoimitukseen. (20)

Silotek-talotekniikkaelementtejä käytettäessä Silotek Oy laatii reikävaraukset. Putkille ja kanaville varataan omat reiät. Palokatkot sisältyvät Silotek-talotekniikkaelementtien toimitukseen. (22)

Mallinnuskohteissa voidaan käyttää Uponor Suomi Oy:n MagiCAD-3D-objekteja, jotka sisältävät liitännävalmiit putket ja kanavat. Mallinnuskohteissa Uponor Suomi Oy:n hor-

meja käytettäessä arkkitehti mallintaa hormin kuoren Uponor Suomi Oy:n mittapiirustuksen mukaan, sisään tulevan talotekniikan mallintavat LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija (19).

Silotek-talotekniikkaelementtejä käytettäessä arkkitehti mallintaa hormin Silotek Oy:n mittapiirustuksen mukaan, sisään tulevan talotekniikan mallintavat LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija (22).

5.5 Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa

Kaikkiin teräsrunkoisiin hormielementteihin saa sijoitettua sähköasennuksia, kunhan palo-osastoinnit on suunniteltu asianmukaisesti. Sähköasennuksia hormoneihin sijoitettaessa on tarkastettava määräysten mukaisuus.

5.6 Hyvät ja huonot puolet

Uponor Reno Portin hyviä puolia ovat helppo avattavuus huoltotoimenpiteitä varten sekä asennus vesieristeen päälle. Mahdollinen vuotovesi tulee hormin alaosaan näkyviin. Reno Port on melko kevyt, eikä asennuksessa tarvita nosturia, jolloin Reno Portin asennus ei vaikuta rakennuksen runkotyön vaiheistukseen. Hyväksi puoleksi voidaan laskea myös se, että Reno Port valmistetaan kuivissa tehdasolosuhteissa. Reno Port vähentää työmaalla tapahtuvia työvaiheita kuten putkien asennus ja eristäminen. Reno Port vie myös vähemmän tilaa kuin paikalla rakennettava hormi. (20)

Uponor Reno Portin huonoiksi puoliksi voidaan laskea kylpyhuoneen lattiakaivon kytkentäviemäriin sijoitus alapuolella sijaitsevan asunnon alakattotilaan, jonka kautta se johdetaan hormiin (19). Ahtaissa alakattotiloissa, joissa on myös muuta tekniikkaa, voi olla erittäin haastavaa saada tekniikan risteilyt mahtumaan. Tästä voi aiheutua myös ääniongelmia, jos viemäriä ei äänieristetä. Uponor Reno Portia ei voida asentaa osaksi kantavaa seinää, minkä takia hormi jää aina näkymään kylpyhuoneessa.

Uponor Riser Portin hyviä puolia ovat käyttövesiputkien sijainti avattavassa vesitiiviissä koteloinnissa vesieristeen ulkopuolella. Rakenteita ei tarvitse rikkoa käyttövesiputkien mahdollista huoltoa tai korjausta varten. Mahdolliset vuotovedet ohjautuvat kotelosta näkyviin. Riser Port on kevyt, eikä asennuksessa tarvita nosturia. Hyväksi puoleksi voidaan

laskea myös se, että Riser Port valmistetaan kuivissa tehdasolosuhteissa. Riser Port vähentää työmaalla tapahtuvia työvaiheita kuten putkien ja kanavien asennus ja eristäminen. Uponor Riser Port -moduuleista voidaan yhdistellä monenlaisia kokonaisuuksia ja tehdä esimerkiksi koko seinä kylpyhuoneen ja keittiön väliin. Moduuli vie myös vähemmän tilaa kuin paikalla rakennettava hormi. (20)

Uponor Riser Portin huonoksi puoleksi voidaan laskea se, ettei sitä voida asentaa osaksi kantavaa seinää, minkä takia se vie enemmän lattiapinta-alaa kuin betonirakenteinen hormi osana kantavaa seinää. Elementtiin upotetun huuhtelusäiliön ja viemäroinnin takia seinä-WC:n sijoitus on haasteellinen eikä ole jälkeempään muokattavissa. Huonoksi puoliksi voidaan myös laskea mahdolliset asennusvirheet työmaalla. (20)

Silotek-talotekniikkaelementtien hyväksi puoliksi voidaan laskea se, että talotekniikkaelementit valmistetaan aina rakennuskohteessa tarvittavan talotekniikkapystyreitityksen mukaan. Silotek-talotekniikkaelementti on melko kevyt, eikä asennuksessa tarvita nosturia, jolloin hormin asennus ei vaikuta rakennuksen runkotyön vaiheistukseen. Hyväksi puoleksi voidaan laskea myös se, että hormit valmistetaan kuivissa tehdasolosuhteissa. Silotek-talotekniikkaelementti vähentää työmaalla tapahtuvia työvaiheita kuten putkien asennus ja eristäminen. Elementti vie myös vähemmän tilaa kuin paikalla rakennettava hormi. Kylpyhuoneeseen asennettaessa hormielementti asennetaan vesieristeen päälle ja varustetaan avattavalla etulevyllä. Myös hormin alaosa vesieristetään. Näin saadaan näkyviin mahdolliset viemärivuodot. Vesijohdot ovat vaihdettavissa etulevy avaamalla. (22)

Silotek-talotekniikkaelementtien huonoksi puoleksi voidaan laskea se, ettei sitä voida asentaa osaksi kantavaa seinää, minkä takia se vie enemmän lattiapinta-alaa kuin betonirakenteinen hormi osana kantavaa seinää. (22)

6 Paikalla rakennettavat hormit

6.1 Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso

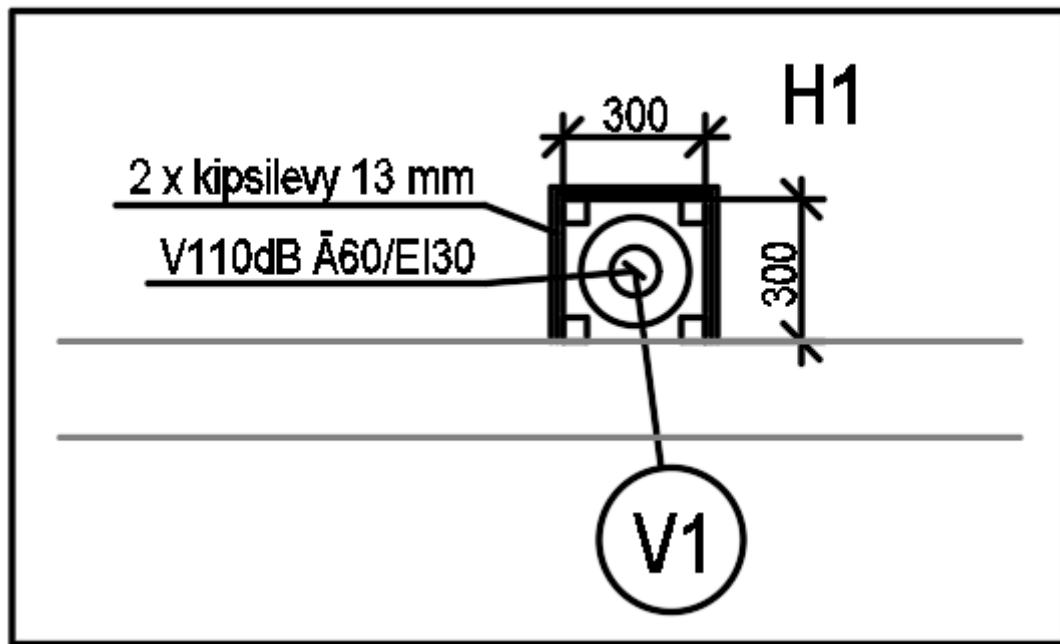
Paikalla rakennettavia hormoneja käytetään yleensä yhden kerroksen korkuisina paikallisina nousuhormeina. Hormi voi olla puu- tai peltirunkoinen. Mahdollisen tulipalon leviämisen estäminen toteutetaan paloeristeillä, palokatkoilla ja kipsilevyillä. Putkien tai kanavien eristys ja kannakointi tapahtuu työmaalla. Hormin runko tehdään joko puusta tai pellistä. Runko levytetään useimmiten kipsilevyillä, mutta pellityskin on mahdollinen. Muurattavia hormoneja käytetään joskus. Paikalla rakennettavia hormoneja käytetään usein alimmassa kerroksessa viemärin kotelointiin tai muulle yhden kerroksen korkuiselle talotekniselle pystyreititykselle.

6.2 Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus

Paikalla rakennettava hormi kannattaa sijoittaa sellaiseen tilaan, jossa se aiheuttaa vähiten äänihaittaa; ei mielellään makuuhuoneeseen. Hormin sijoitusta irtaimistovaraston verkkokoppiin kannattaa välttää, erityisesti silloin kun hormissa on huollettavaa tekniikkaa esimerkiksi viemärin puhdistusluukku. Jos paikalla rakennettava hormi on kuitenkin sijoitettava verkkokoppiin, on huolehdittava, että puhdistusluukku on avattavissa verkkokopin ulkopuolelta.

6.3 Suunnittelussa huomioitavat asiat

Hormin sijoituksessa on huomioitava poistumisteiden leveydet ja inva-pyörähdysympyrät. Esteettömyyden toteutumisen tarkastaa yleensä arkkitehti LVI-suunnittelijan tekemän tilavarauksen mukaan. Joskus saattaa tulla tilanteita, joissa jätevesiviemäri joutuu kulkemaan makuuhuoneen läpi koteloituna. Tällöin on hyvä käyttää desibeliviemäriä eristettynä 60 mm mineraalivillalla ja hormin seinäminä kaksinkertaista kipsilevyä (2x13 mm). Jätevesiviemäri on yleensä pahin melun aiheuttaja asuinkerrostalossa. Hormin runkona voi käyttää puuta tai teräsrankaa. Kuvassa 33 on esitetty desibeliviemäri eristettynä paikalla rakennetussa hormissa.



Kuva 33. Desibeliviemäri eristettynä paikalla rakennetussa hormissa.

Kuvasta nähdään, että halkaisijaltaan 110-millimetrinen jätevesiviemäri ympärillä on 60 millimetriä paksu äänieriste, joka täyttää myös EI30-palonesto-vaatimuksen. Viemäri on desibeliviemäriä, jolla on parempi ääneneristävyys kuin tavallisella muoviviemäriellä. Hormin runko on puuta tai teräsrankaa, ja hormin seinämä on kaksinkertaista kipsilevyä, jonka saumat on kitattu tiiviiksi.

Reikävaraukset ja mahdolliset palokatkot laaditaan rakenteet lävistävien putkien, kanavien ja johtojen mukaan. LVI-suunnittelija tekee omat reikävarauksensa ja sähkösuunnittelija omansa. Paikallarakennettavat hormit 3D-mallintaa arkkitehti, sisään tulevan talotekniikan LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija.

6.4 Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa

Paikalla rakennettavaa hormia voidaan käyttää myös sähkönousujen reititykseen.

6.5 Hyvät ja huonot puolet

Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että paikalla rakennettava hormi voidaan toteuttaa tarpeen mukaisilla taloteknisillä järjestelmillä.

Huonoiksi puoliiksi voidaan laskea työmaalla tehtävän työn määrä, hitaus ja työsuorituksen jälkeinen siivoustarve. Paikalla rakennettavia hormeja ei ole viisasta käyttää kohteissa, joihin tulee paljon samanlaisia hormeja. Paikalla rakennettava hormi vaatii enemmän tilaa kuin tehtaalla valmistettu teräsrunkoinen tai betonirakenteinen hormielementti.

7 Tekniikkakuilut

7.1 Yleistä

Tekniikkakuilu on yleensä betonielementtiseinistä muodostuva hissikuilun kaltainen tila, joka on oma palo-osastonsa. Tekniikkakuiluihin keskitetään talotekniikan pystynousut. Tekniikkakuilu muistuttaa huonetta, jonka seinille tekniikka on kannakoitu. Tekniikkakuilu voi olla myös pienempi komeroa muistuttava tila. Kuvassa 34 on esitetty näkymä huolto-ovelta tekniikkakuiluun. Huolto-ovi on teräksinen palo-ovi.



Kuva 34. Näkymä tekniikkakuilun ovelta

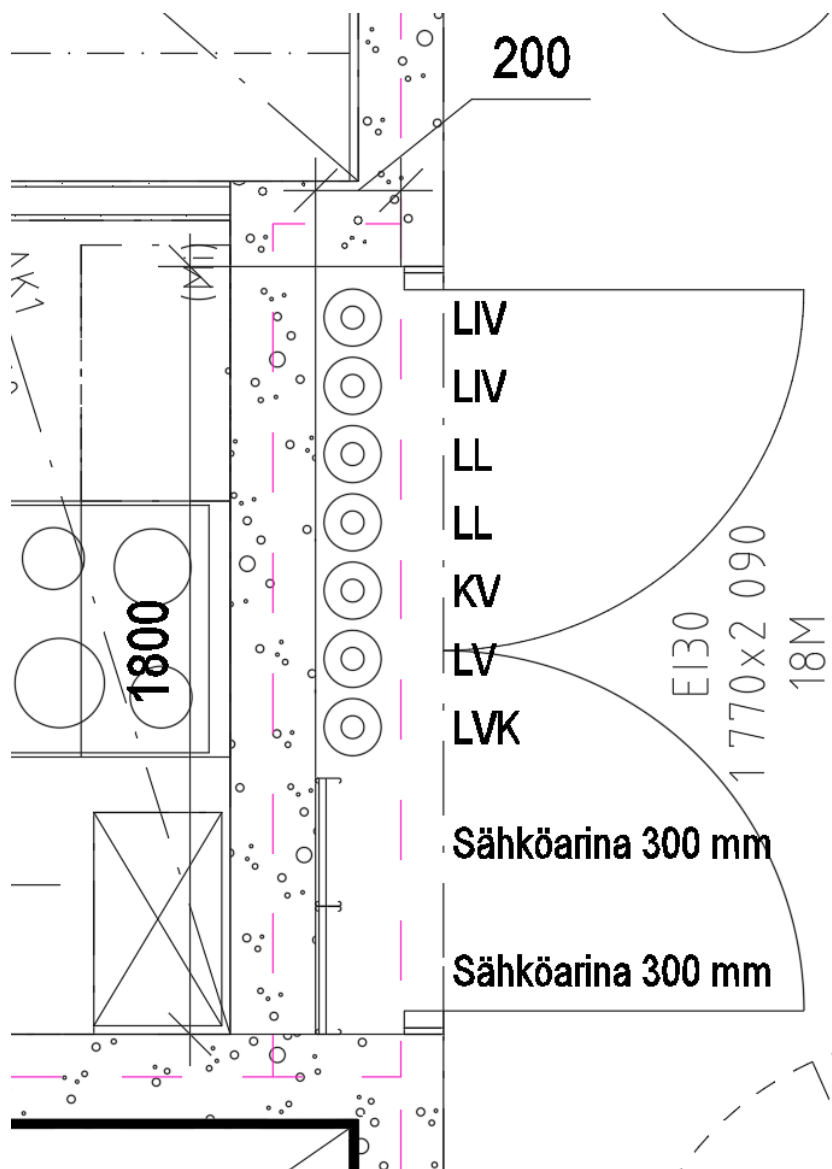
Kuvasta nähdään, että tekniikkakuilussa on lämpöeristettyjä tuloilmakanavia ja eristämättömiä poistoilmakanavia sekä huoltoa varten teräsritilätaso. Tekniikkakuilun lattia on usein teräsritilää, jolle huoltomies pääsee tekemään tarvittavat huoltotoimenpiteet. Kuvassa 35 on esitetty alapuolelta kuvattuna tekniikkakuilun huoltotaso, jolta päästään suorittamaan tarvittavat huoltotoimenpiteet.



Kuva 35. Huoltotaso kuvattuna alapuolelta

Kuvasta nähdään, että tekniikkakuilu on hyvä ratkaisu isokokoisten ilmanvaihtokanavien pystyreititykseen. Kanavat voivat olla paloeristämättömiä, jos ne palvelevat samaa palo-osastoa tai palon leviäminen kerroshaaroissa on estetty palopelleillä.

Talotekniikan pystyreitityksiin voidaan käyttää myös porrashuoneeseen tai kerroskäytävään sijoitettavaa komeron mallista tekniikkakuilua. Kuvassa 36 on esitetty komeron mallisen tekniikkakuilun tilavaraus.



Kuva 36. Komeromallisen tekniikkakuilun tilavaraus.

Kuvasta nähdään, että kuiluun on sijoitettu lattialämmityksen ja ilmanvaihdon lämmitysverkoston sekä käyttövesiverkostojen pystylinjat sekä kaksi sähköarinaa sähköjohtoja varten. Tässä kohteessa osaksi seinää asennettu betonirakenteinen hormielementti olisi säästänyt tilaa. Kuvassa 37 on esitetty tilavaruuksen mukainen tekniikkakomero työmaatoteutuksen aikana asennusten ollessa kesken.



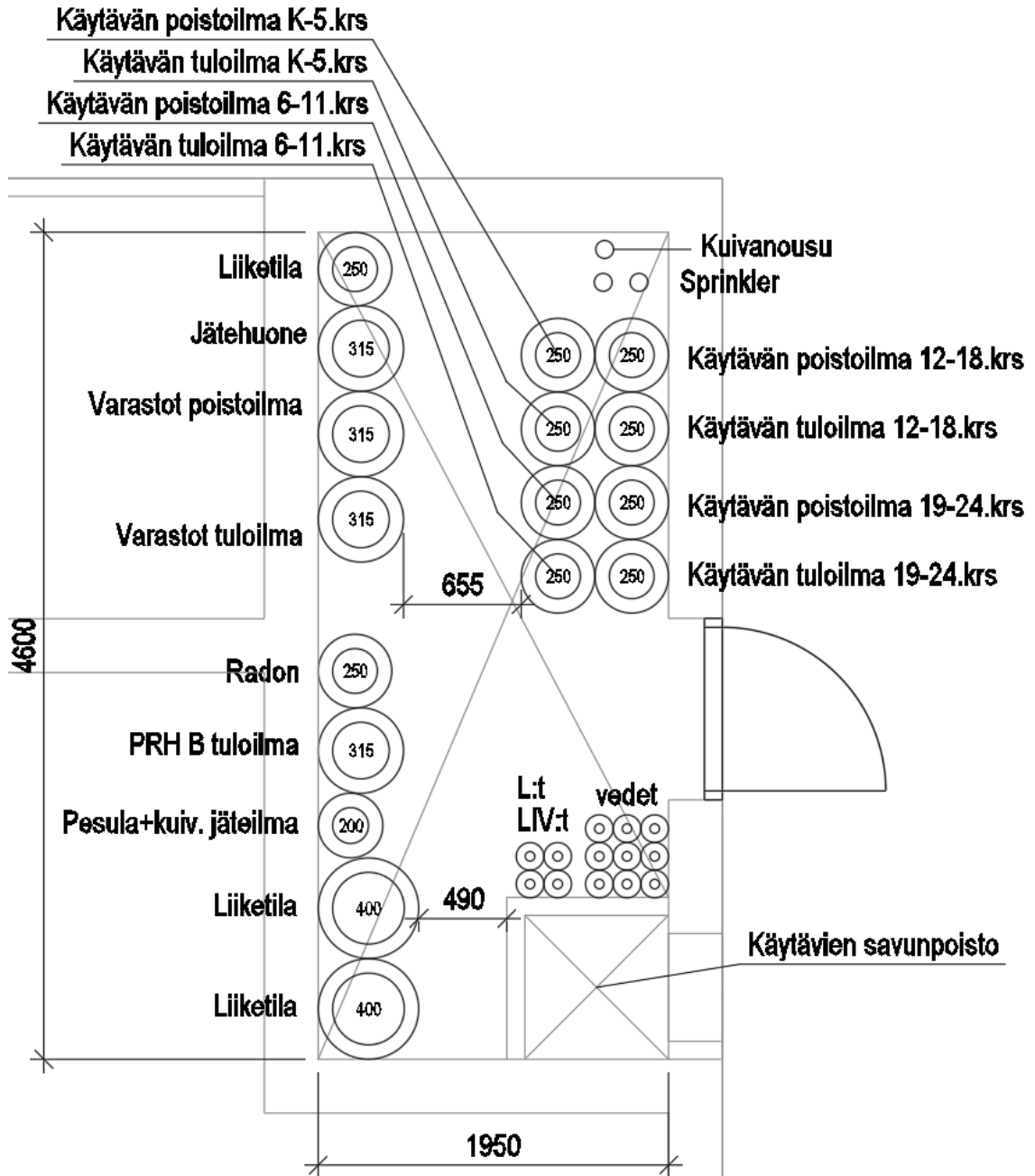
Kuva 37. Komeromallinen tekniikkakuilu, johon asennukset ovat käynnissä.

Kuvasta nähdään, että putkia ei ole vielä eristetty eikä ovia asennettu. Käyttövesiputket ovat kuparia ja lämpöjohdot terästä.

7.2 Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso

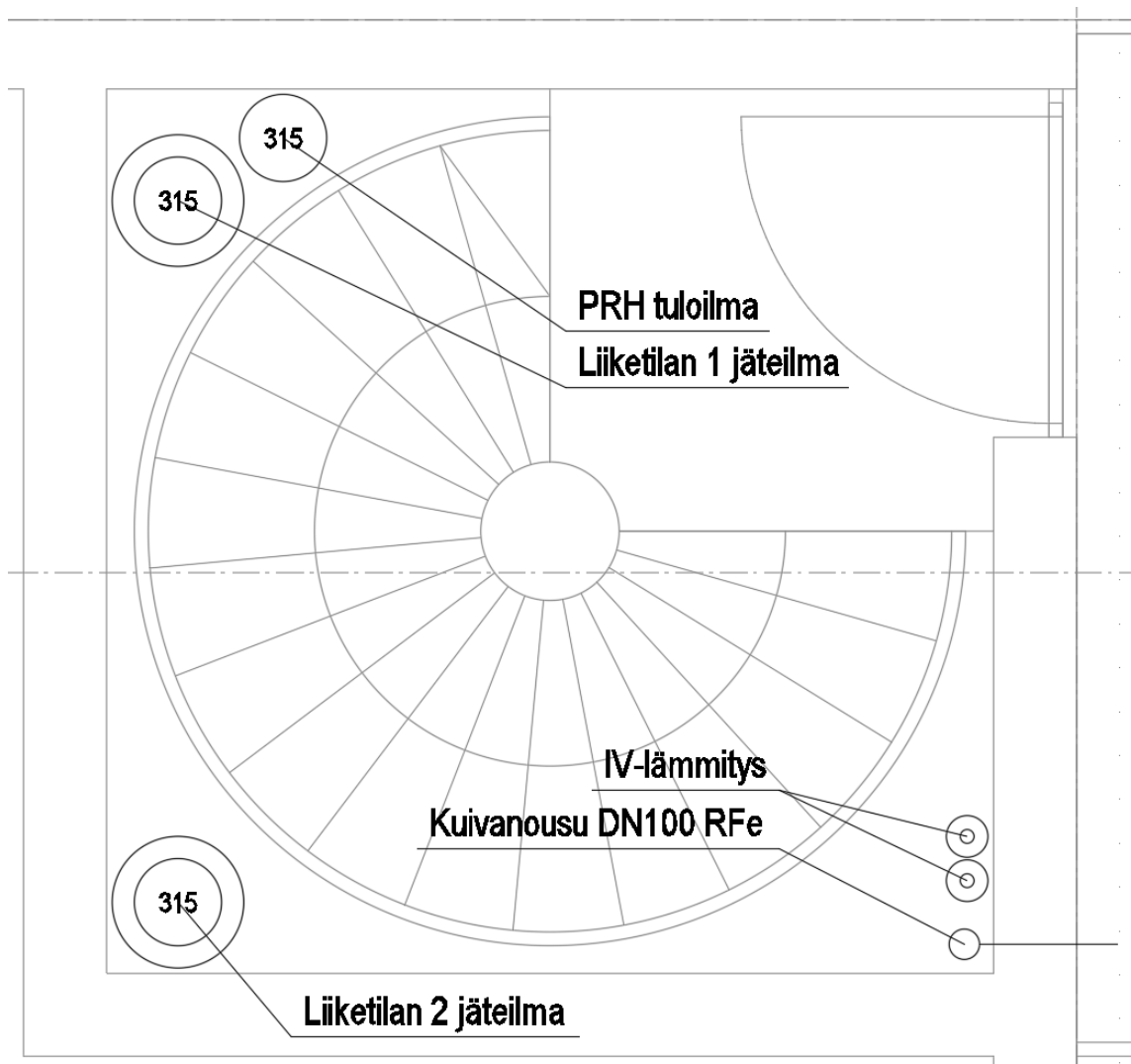
Tekniikkakuiluja käytetään normaalisti korkeissa rakennuksissa ja silloin, kun on tarvetta käyttää suurikokoisia ilmanvaihtokanavia. Esimerkkinä tällaisesta on kerrostalon alakerassa sijaitseva ravintola. Putkia, kanavia ja varusteita on melko helppo vaihtaa ja huoltaa, mikäli tekniikkakuiluun on jätetty riittävä huoltotila.

Tekniikkakuilua käytettäessä on talotekniikan asennusjärjestys mietittävä tarkkaan. Kerroksen seinäelementtien asennuksen yhteydessä suoritettava asennustyö on varmasti helpoin. Jos asennustyö aloitetaan vasta silloin, kun rakennuksen koko runko on ylimpään kerrokseen asti asennettu, voi olla hankala saada putkia ja kanavia kuiluun muuten kuin yläkautta kuiluun laskemalla. Kuvassa 38 on esitetty tekniikkakuilun tilavaraukset luonnossuunnitteluvaiheessa.



Kuva 38. Ote tornitalon tekniikkakuilun tilavarauksesta.

Kuvasta nähdään, että tekniikkakuiluun on sijoitettu liiketilojen, jätehuoneen, varastojen, radonpoiston, porrashuoneen, pesulan, kuivaushuoneen ja kerroskäytävien ilmanvaihtokanavia. Kanavien ympärille on varattu tila paloeristykselle. Tekniikkakuiluun on myös sijoitettu palokunnan kuivanousu, sprinklerputket, lämmityspatteri-, ilmanvaihdon lämmitysverkoston pystynousut ja käyttövesiputket. Tornitalon vesijohdot on jaettu kolmeen korkeusvyöhykkeeseen. Siitä johtuen tekniikkakuilussa on yhdeksän putkea (3 x KV/LV/LVK). Myös porrashuonetta voidaan käyttää talotekniisiin pystyreitityksiin. Kuvassa 39 on esitetty ilmanvaihtokanavien, ilmanvaihdon lämmitysverkoston putkien ja kuivanousun sijoitus porrashuoneeseen luonnosvaiheessa.



Kuva 39. Esimerkkikuva tekniikan sijoituksesta porrashuoneeseen.

Kuvasta nähdään, että liiketilojen ulospuhallusilmakanavien (jäteilma) ympärille on varattu tila paloeristystä varten. Porrashuoneen tuloilmakanavaa ei tarvitse paloeristää, koska se sijaitsee palvelemassaan tilassa. Lämpöjohtoihin on varattu ympärille tila lämpöeristystä varten. Eristeet on syytä pellittää tällaisissa paikoissa, jotta eristeet eivät repeydy irti putkien ja kanavien pinnoilta esim. tavaroita rapussa kannettaessa. Toinen vaihtoehto on rakentaa putkien ja kanavien suojaksi kotelointi.

7.3 Tekniikkakuilun ja LVI-tekniikan sijoitus

Tekniikkakuilu sijoitetaan usein hissikuilun viereen siten, että sinne pääsee kulkemaan kerroskäytävältä. Porrashuonetta, joka on varustettu kierreportaalla, voidaan käyttää tekniikkakuiluna. Sinne voidaan sijoittaa esimerkiksi lämpö-, vesijohtonousut ja ilmavaihtokanavia.

Tekniikkakuiluun voidaan sijoittaa tarvittaessa lämmönsiirtimiä ja paisunta-astioita. Tämä on tarpeen korkeissa kerrostaloissa.

7.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

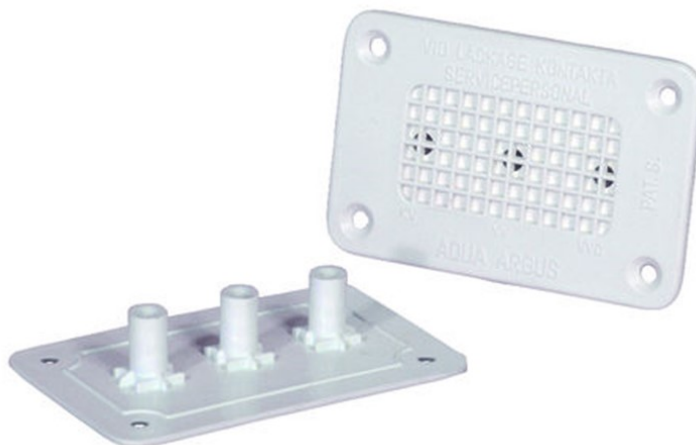
Suunnittelussa on huomioitava palon leviämisen estäminen porrashuoneeseen, asuntoihin tai muihin tiloihin. Palon leviäminen estetään paloerityksillä ja -pelleillä. Paloeristeille on varattava riittävä asennustila. Ilmanvaihtokanavien ja viemäreiden puhdistusluukut voidaan myös sijoittaa tilaan.

Vesi- ja lämpöjohtonousut on varustettava vuodonilmaisimin siten, että mahdollinen vuoto tulee näkyviin kerroskohtaisesti käytävälle. Kuvassa 40 on esitetty vuotovesisuppilo letkuineen ja asennustarvikkeineen.



Kuva 40. Vuotovesisuppilo letkulla. Suppilo asennetaan kerroskohtaisesti haarautuvan putken alapuolelle (24).

Vuotovesisuppiloista vedetään letkut vuotopeitelevyille, jotka asennetaan kuilun seinään tai alakattoon. Vuotovesisuppilo kiristetään putken ympärille käyttäen kuvassa näkyvää letkuliitintä. Kuvassa 41 on esitetty vuotopeitelevy.



Kuva 41. Vuotopeitelevy alakattoon tai kuilun seinään. Tähän liitetään vuotovesisuppiloilta tulevat letkut (24)

Kuvasta nähdään, että levyssä on reiät ruuvikiinnitystä varten ja yhteet vuotovesisuppi-
loilta tulevien letkujen kiinnitystä varten.

Tekniikkakuilun seinän lävistyksiin suunnitellaan reiät palokatkoineen kuilun ollessa
palo-osastoitu. Yleensä tekniikkakuiluun ei tarvitse varata välipohjaa lävistäviä reikiä,
koska kuilussa ei ole yleensä muuta kuin kerroskohtainen ritilätaso. Kuilun ylä- tai ala-
osaan voidaan tarvita reikävarauksia, jotka LVI- ja sähkösuunnittelijat merkkäavat reikä-
piirustuksiin tai mallintavat. Mallinnuskohteissa rakennesuunnittelija mallintaa tekniikka-
kuilun, LVI- ja sähkösuunnittelijat kuiluun tulevan talotekniikan.

7.5 Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa

Suunnittelun luonnosvaiheessa on tehtävä yhteensovitus sähkösuunnittelijan kanssa ja
sovitettava tarvittavat sähköreitit kuiluun. Tekniikkakuilu on tornitaloissa varustettava
kerroskohtaisella sprinklerillä, jos kuilussa on sähköjohtoja.

7.6 Hyvät ja huonot puolet

Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että tekniikan pääsee huoltamaan tai vaihtamaan
huoltotasolta, kunhan on varattu riittävät huoltotilat.

Huonoiksi puoliksi voidaan laskea suuri tilantarve huoltotasosta johtuen ja se, että talo-
tekniset asennustyöt on usein tahdistettava rakennuksen runkotyön mukaan.

8 Kylpyhuone-elementteihin integroidut hormit

8.1 Yleistä

Kylpyhuone-elementit ovat valmiita tilaelementtejä, jotka on varustettu tehtaalla talotek-
nisillä asennuksilla. KPH-elementit voivat sisältää kaiken kylpyhuoneessa tarvittavan ta-
lotekniikan. KPH-elementti voidaan toimittaa huoneistokohtaisella ilmanvaihtokoneella
kanavointineen tai varustettuna keskitetyn ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmakanavoin-
neilla. Ilmanvaihtokanavien nousuja on myös joissain kohteissa sijoitettu KPH-elementin

ulkopuoliseen betonirakenteiseen hormiin. Kylpyhuone-elementtien pinnat ja kalusteetkin tulevat kylpyhuone-elementtitoimituksen mukana. Ainoastaan elementtien hormien kanavien, viemäreiden yhteen liittäminen ja liitokset mahdollisiin huoneistokohtaisiin vesi- ja lämpö- ja sähköjohtoihin tehdään työmaalla. Ontelolaattakohteissa KPH-elementit asennetaan syvennykseen siten, että lattia tulee samalle tasolle esimerkiksi eteisen lattian kanssa. Ontelolaattakohteissa käytetään KPH-elementin kohdalla kylpyhuone-laattaa asennussyvennyksen aikaansaamiseksi.

Kylpyhuone-elementtejä saa erilaisilla rungoilla. Kaikissa on kuitenkin betonilaattalattia. Kylpyhuone-elementtejä valmistetaan tällä hetkellä neljä eri runkorakennetyypillä.

Rakennevaihtoehdot ovat

- kokonaan betonirunkoinen
- lattia betonia, teräsrunkoiset seinät ja katto
- Luja-Superlaattalattia, teräsrangalla jäykistetyt tulppa-märkätilalevyseinät ja -katto
- lattia betonia, kertopuurunkoiset seinät ja katto.

Kokonaan betonirunkoisia esteettömiä KPH-elementtejä valmistavat yhteistyössä Rakennusbetoni- ja Elementti Oy ja Avaava Oy. Rakennusbetoni- ja Elementti Oy ja Avaava Oy käyttävät elementtikylpyhuoneissaan Uponor Suomi Oy:n hormielementtejä (25).

Betonilaatalla, teräsrakenteisilla seinillä ja katolla KPH-elementtejä valmistavat Parmarine Oy Forssassa, Fira Modules Oy Hämeenlinnassa, Part Construction AB Ruotsissa ja HBR Estonia OÜ Virossa (26; 27; 28; 29). Näiden valmistajien kylpyhuoneiden hormit ovat teräsrunkoisia. Part Construction AB:n kylpyhuone ei tosin sisällä hormia lainkaan (28).

Luja-Superlaattalattialla, teräsrangalla jäykistetyillä tulppa-märkätilalevyseinillä ja -katolla KPH-elementtejä valmistaa Lujabetoni Oy Kärämäellä. Tämän työn kirjoittamisen aikana Lujabetoni Oy on aloittamassa Luja-Superkylpyhuoneiden tuotannon. Kylpyhuone rakennetaan tehtaalla suoraan Luja-Superlaatan päälle. Hormi voi olla teräsrakenteinen tai betonirakenteinen Luja-hormi. Luja-Superkylpyhuonetta tullaan käyttämään ainoastaan Luja-Superlaattakohteissa. (30)

Betonilaatalla, kertopuurakenteisilla seinillä ja katolla KPH-elementtejä valmistaa Lehto Group Oy. Lehto Groupin kylpyhuone-elementtejä ei tässä työssä käsitellä, koska niitä käytetään vain Lehto Group Oy:n omissa rakennuskohteissa.

8.2 Käyttökohteet, soveltuvuus ja laatutaso

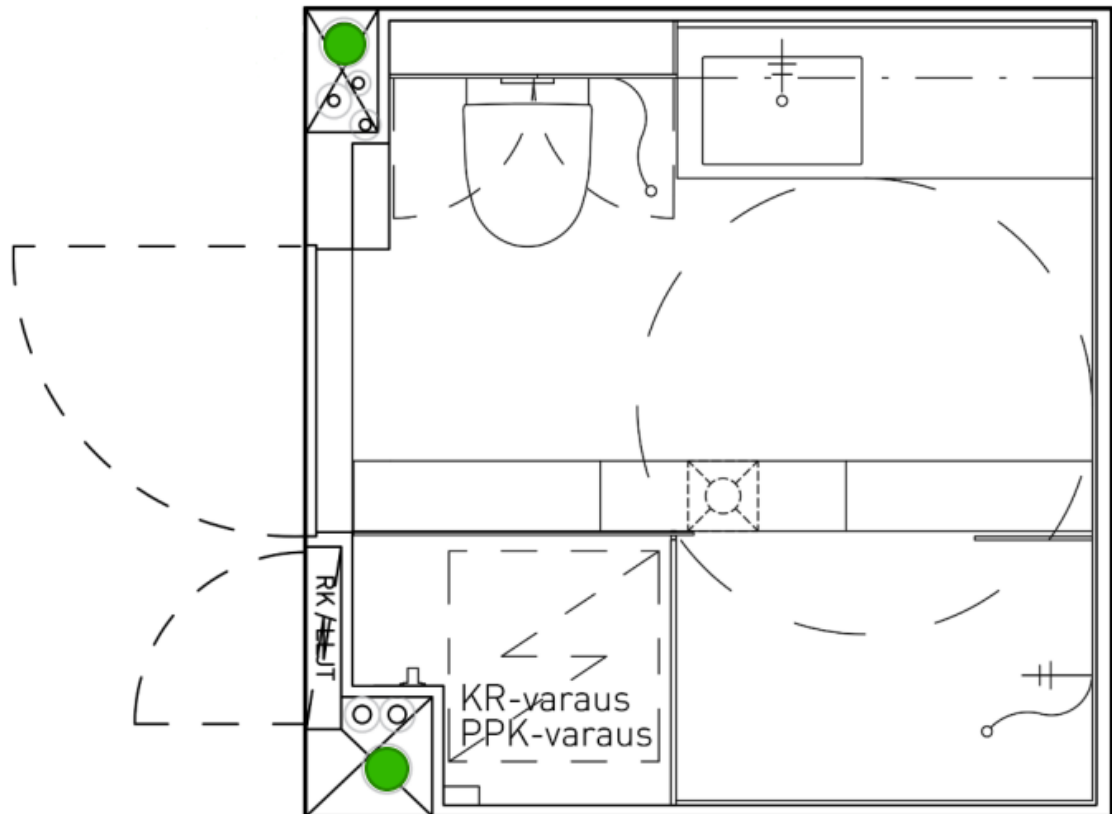
Kylpyhuone-elementtejä saa monella eri tavalla varustettuna. Elementin mukana voi tulla esimerkiksi huoneistokohtainen ilmanvaihtokone. KPH-elementin mukavuuslattialämmitys voidaan toteuttaa vesikiertoisena tai sähköisenä. Rakennuttaja tai rakennusliike saattaa käyttää kylpyhuone-elementtivalmistajan kanssa sovittua vuosisopimusmallistoa, jolloin ei voida vaikuttaa hormin tekniikkaan ja hormin koko KPH-elementissä on rajallinen. Tämä aiheuttaa lisähormitarpeen, joka toteutetaan esimerkiksi erillisillä betonirakenteisilla hormielementeillä. Vuosisopimusmallistoa käytetään rakennuttajan tai rakennusliikkeen monessa hankkeessa. Mallistoon kuuluu yleensä useampi erilainen tai eri kokoinen kylpyhuone. Vuosisopimusmallistoja käyttää ainakin Parmarine Oy. Erillisen hormin tarve tulee myös käytettäessä Fira Modules Oy:n KPH-elementtiä kohteessa, johon suunnitellaan keskitetty ilmanvaihto. Parmarine Oy:n, Part Construction AB:n, HBR Estonia OÜ:n ja Lujabetoni Oy:n kylpyhuoneet voidaan räätälöidä kohteen mukaan. Tosin on huomioitava, että Part Construction AB:n KPH-elementtejä käytettäessä tarvitaan aina erilliset hormit taloteknisille pystyrungoille. Hormit eivät sisälly Part Construction AB:n toimitukseen. KPH-elementtejä käytettäessä asukasmuutokset rakennusaikana eivät yleensä ole mahdollisia, koska elementti toimitetaan valmiina työmaalle. Asukasmuutokset täytyy siis tehdä jo KPH-elementtitehtaalla. Tästä johtuen KPH-elementit soveltuvat parhaiten hotelleihin ja vuokra-asuntoihin, joihin ei tarvitse tehdä huoneistokohtaisia muutoksia rakennusaikana.

8.3 Hormin ja LVI-tekniikan sijoitus

KPH-elementin hormin avattavaa sivua ei voida sijoittaa kantavaa seinää vasten. Vesi- ja lämpöjohdot on sijoitettava siten, että niiden avattava huoltoluukku avautuu kylpyhuoneen ulkopuolelle. Hormissa kulkevat vesi- ja lämpöjohdot varustetaan vuotovesisuppilolla, josta mahdollinen vuotovesi johdetaan letkuilla kylpyhuoneen lattialle näkyviin. Rakennuksen ontelolaattojen suunta määrittää hormin suunnan. Hormi sijoitetaan yleensä siten, että ontelolaattoja ei jouduta katkomaan tarpeettoman paljoa. Pahimmat virheet tässä tehdään sijoittamalla hormi kantavien seinien kulmaan tai siten, että katkaistaan

koko ontelolaatta tai useampi. Hormiin on järkevää sijoittaa ainakin huoneiston tuloilmakanavat, kylpyhuoneen poistoilmakanava ja kylpyhuoneet viemäri- ja pystyviemäri.

Fira Modules Oy:n kylpyhuone-elementissä on vakiona muista poiketen kaksi pystyviemäriä ja seinä-WC, eikä siihen saa ollenkaan ilmanvaihdon pystyhormia. Kahdella pystyviemärillä ja seinä-WC:llä saadaan kylpyhuoneen betonilaattaa ohuemmaksi (27). Kuvassa 42 on esitetty pystyviemäreiden sijoitukset hormoneissa.

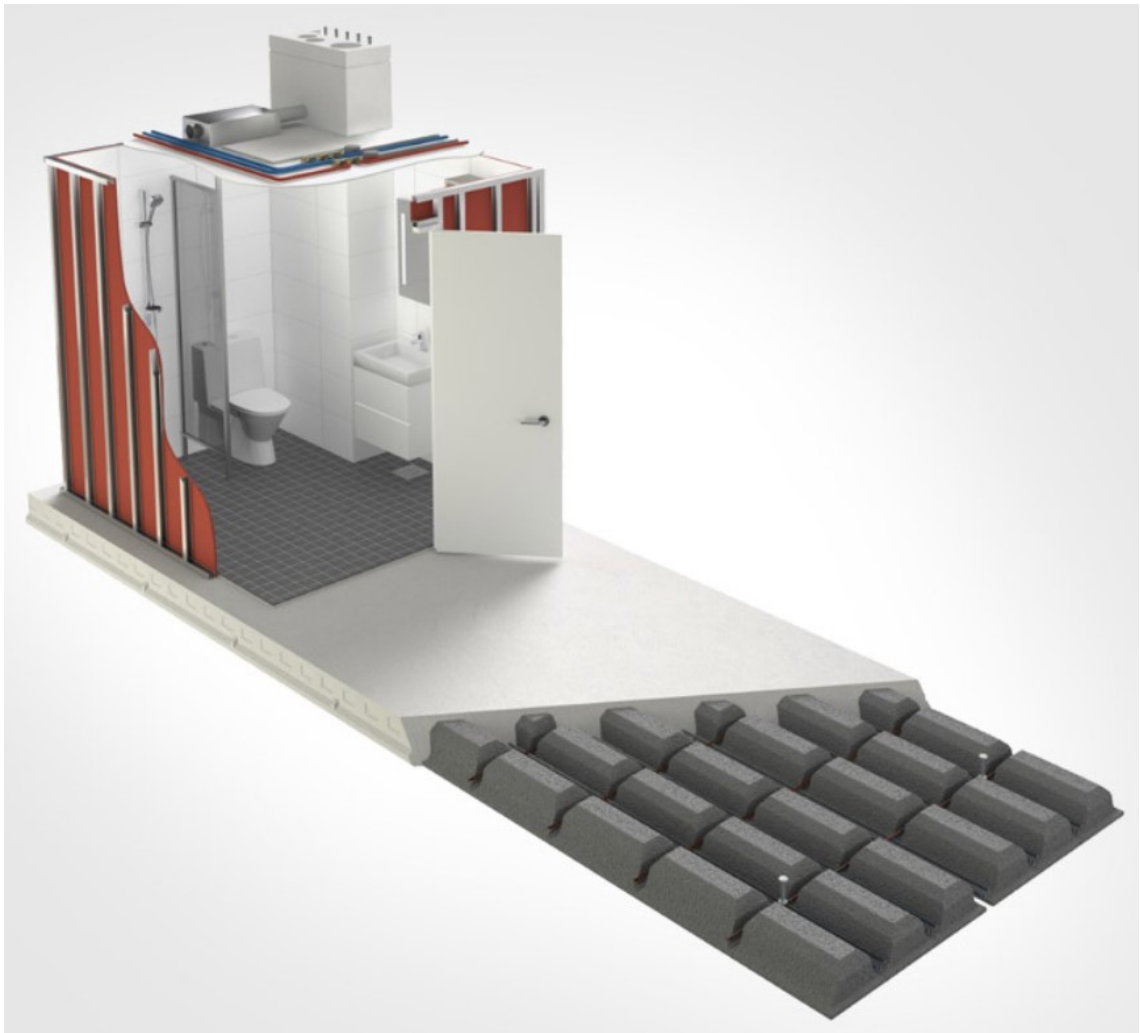


Kuva 42. Vihreällä merkatut pystyviemäreiden sijoitukset hormoneissa (31).

Kuvasta nähdään, että ylemmässä hormissa sijaitsee pystyviemäriin lisäksi vesijohtojen nousulinjat. Alemmassa hormissa pystyviemäriin lisäksi vois sijaita sähkö- ja lattialämmitysjohdojen nousulinjat. Alemman hormin vieressä voivat sijaita myös päällekkäin ryhmäkeskus ja lattialämmityksen jakotukkipaikka. Joihinkin kylpyhuonemalleihin pystytään sijoittamaan myös keittiön poistoilmakanava sekä lämpö- ja vesijohtojen nousulinjat. Sitewise Oy:n suunnittelukohteissa vesijohdot on yleensä johdettu porrashuoneen betonirakenteiselta hormilta kylpyhuoneen jako- ja kytkentäjohtoihin liitettäväksi. Usein keittiöille

on varattu oma betonirakenteinen hormi pystyviemäri- ja poistoilmakanavaa varten, koska esim. joidenkin rakennuttajien KPH-elementtien vuosisopimusmalleissa ei ole riittävän isoa hormia kaikille huoneistoa palveleville kanaville. Keittiön astianpesualtaan sijoitus KPH-elementin seinää vasten on myös mahdollinen. Tässä tapauksessa astianpesualtaan hanan vesijohdot suojaputkineen ja hanakulmarasioineen voidaan upottaa KPH-elementin seinään.

Luja-Superkylpyhuone rakennetaan muista KPH-elementeistä poiketen suoraan Luja-Superlaatan päälle, jolloin ei tarvita erillistä syvennystä kylpyhuoneen kohdalle. Kylpyhuoneen viemärit on valettu Luja-Superlaatan sisään. Kylpyhuoneen viereen voidaan asentaa betonirakenteinen Luja-hormi tai käyttää teräsrakenteista hormia. Kylpyhuoneen viereen asennettavaan teräsrunkoiseen hormiin ei voida sijoittaa padotuksen kestävää sadevesiviemäriä. (30) Kuvassa 43 on esitetty Luja-Superkylpyhuone integroituna Luja-Superlaatan päälle.



Kuva 43. Luja-Superkylpyhuone integroituna Luja-Superlaatan päälle (32).

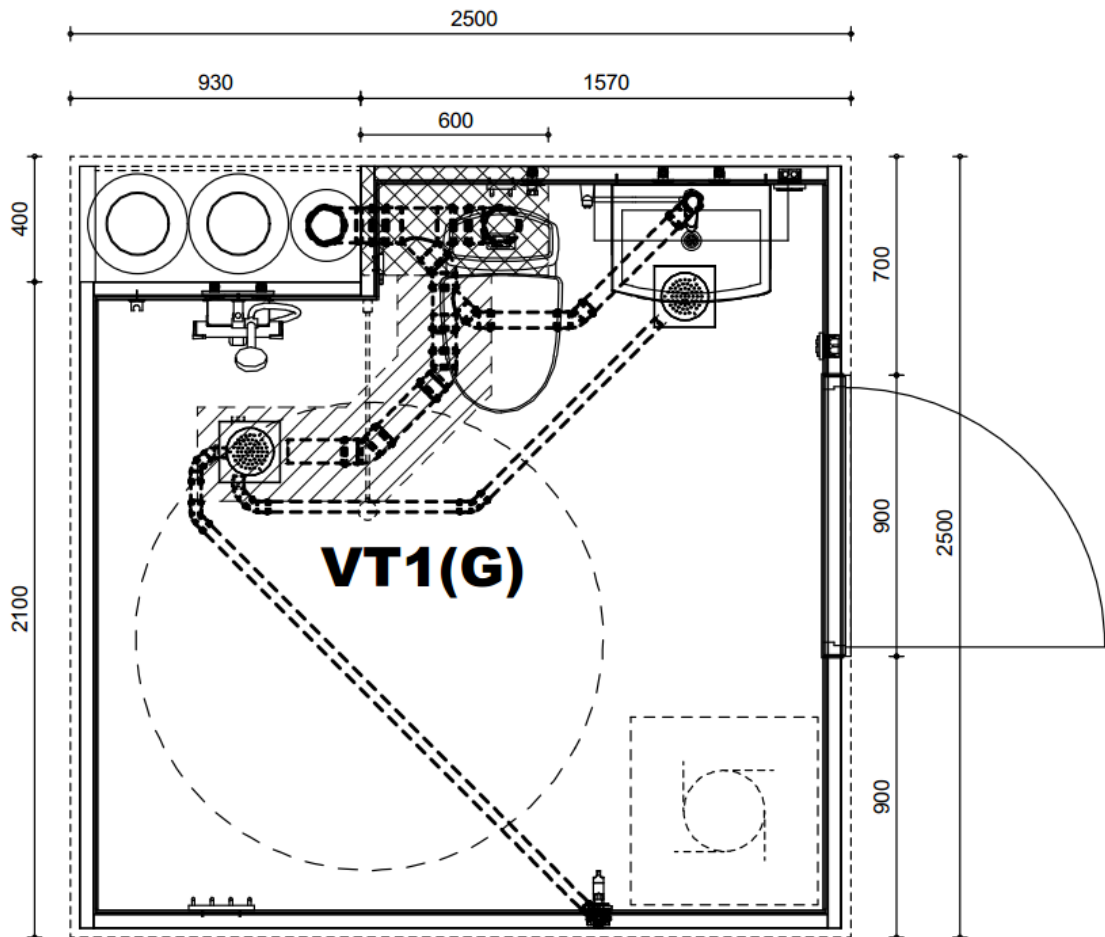
Kuvasta nähdään, että kylpyhuone on rakennettu suoraan Luja-Superlaatan päälle. Hormina kuvassa on käytetty Luja-hormia, jonka vesi- ja lämpöjohtojen kouru on avattavissa kylpyhuoneen ulkopuolelta. Vesijohdot tuodaan hormilta kylpyhuoneen päälle ulkokautta. Tarvittavat ilmanvaihtokanavat tulevat hormista suoraan kylpyhuoneen päälle. Kuvassa näkyvät myös Luja-Superlaatan sisällä olevat kevytsorainserit ja kaksi nostolenkkien terästä inserttien välissä.

8.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

Jo luonnossuunnitteluvaiheessa tarvitaan rakennuttajalta tieto siitä, käytetäänkö kylpyhuone-elementtejä. Arkkitehtisuunnittelu on hyvä aloittaa KPH-elementtien valinnasta ja

sijoituksesta. Jos rakennuttaja tai arkkitehti ei luonnossuunnitteluvaiheessa tiedä, käytetäänkö KPH-elementtejä, tuloksena on hankaluuksia kylpyhuoneiden ja erityisesti hormien sijoittelussa. Myös kylpyhuone-elementtimallit on saatava käyttöön tilavarausten tekoa varten. Joissain kohteissa saatetaan käyttää rakennuttajan tai rakennusliikkeen vuosisopimusmallistoja, jotka on räätälöity tilaajan toiveiden mukaan. Parmarine Oy:n, Part Construction AB:n, HBR Estonia OÜ:n ja Luja-betoni Oy:n kylpyhuone-elementit hormoneineen voidaan toteuttaa myös kohdekohtaisesti arkkitehti- ja taloteknisten suunnitelmien mukaan (26; 28; 29; 30). Tällöin on tosin syytä varmistaa elementtien toteutettavuus jo suunnittelun luonnosvaiheessa kylpyhuone-elementtitoimittajalta.

Parmarine Oy:n KPH-huone-elementeissä lämpö- ja vesijohdot voidaan suunnitella vapaasti KPH-elementin mallityypin kalustesijoitusten mukaan. On kuitenkin huomioitava ilmanvaihtokanavat ja erityisesti äänenvaimentimet, joiden kohdalla on vähiten tilaa ris-teilylle. Alakaton huoltoluukkuihin kannattaa yrittää sijoittaa keskitetysti huollettava tekniikka. Viemärit suunnitellaan kylpyhuonemallityypin mukaisesti ottamalla mallityypin AutoCAD-kuva taustakuvaksi ja sen päälle piirtämällä. Kun viemärit on piirretty valmiiksi, poistetaan taustakuva. Kuvassa 44 on esitetty yhden kylpyhuone-elementin mallityyppi viemärointeineen.



Kuva 44. Parmarine Oy:n Kylpyhuone-elementin mallityypin viemäroinnit (33).

Kuvasta nähdään, että Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementtiin on piirretty viemäreiden reititys 2D-piirtona, jonka päälle LVI-suunnittelija piirtää viemärit MagiCADin viemäripiirtotyökalulla. Viemäreitä ei kannata piirtää kallistuksella vesi- ja viemärisuunnitelmaan, koska sillä ei saavuteta mitään lisäarvoa suunnitelmiin kylpyhuone-elementin osalta. Hormissa pystyviemäriin vieressä on tila kahdelle EI30-paloeristetylle ilmanvaihtokanavalle.

Ennen LVI-tekniikalla täydennettyjen kylpyhuone-elementtien kopiointia erilaiset kylpyhuoneet lähetettävä kommentoitavaksi KPH-elementtivalmistajalle, tilaajalle, arkkitehdille sekä rakenne- ja sähkösuunnittelijalle. Kylpyhuone-elementin käyttö ei vähennä LVI-suunnittelijan työtä, koska kaikki tekniikka on kuitenkin piirrettävä suunnitelmiin. Jos tekniikkaa ei piirretä, ei järjestelmien tasapainotusta tai vesijohtojen ja viemäreiden virtaamatarkastelua saada tehtyä.

Sijoitettaessa kylpyhuone-elementti betonirakenteista hormia vasten on betonirakenteisen hormin asennusaukko valettava umpeen hormin ympäriltä ennen kylpyhuone-elementin paikalleen nostamista. Hormin laatan lävistyksen tiivistäminen on erittäin vaikeaa, jos eteen on asennettu KPH-elementti. Tällainen tilanne tulee yleensä porrashuoneen seinän osaksi asennettavan betonirakenteisen hormin ja KPH-elementin kohdalle. Reikäpiirustusten täydennys- ja tarkastusvaiheessa Parmarine Oy:n suunnittelija merkitsee kylpyhuone-elementin tarvitsemat kololaatta-alueet, tarvittavat lisäsyvennykset ja hormien vaatimat reiät reikäpiirustuksiin. Muiden valmistajien KPH-elementtejä käytettäessä elementin vaatimat varaukset merkitsevät reikäpiirustuksiin LVI-suunnittelija yhteistyössä rakennesuunnittelijan kanssa. Luja-Superkylpyhuonetta varten ei tarvita erillistä syvennystä kylpyhuoneen kohdalle Luja-Superlaataan (30). Toimintatapa kannattaa tarkastaa kylpyhuone-elementtitoimittajalta. Kylpyhuone-elementtitoimittajan on joka tapauksessa tarkastettava elementtejä varten tehtyjen varausten riittävyys. LVI-suunnittelija merkitsee reikäpiirustuksiin muiden mahdollisten hormien ja vaakasuunnassa kulkevien putkien ja kanavien reiät.

Kylpyhuone-elementtiä käytettäessä LVI-suunnittelijan ei tarvitse piirtää KPH-kaavioihin LVI-tekniikkaa. Kylpyhuone-elementtitoimittaja toimittaa piirustukset, joissa on esitetty kaikki näkyviin jäävät asennukset.

Käytettäessä Avaava Oy:n KPH-elementtiä valmistaja toimittaa toteutussuunnittelua varten 3D-blokin, josta voi jatkaa piirtämistä. Urakkalaskentavaihe tehdään ilman 3D-mallia. Reiät ja kololaattavaraukset laatii LVI-suunnittelija yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa. KPH-elementin valmistaja tarkastaa toteutettavuuden. Elementeissä käytetään Uponor Suomi Oy:n hormeja, joiden toimitukseen sisältyvät palokatkot. (25)

Käytettäessä Parmarine Oy:n KPH-elementtiä arkkitehti mallintaa tilan kalusteineen, LVI- ja sähkösuunnittelijat mallintavat talotekniset järjestelmät. KPH-elementtien vaatimat syvennykset ja reikävaraukset tekee reikäpiirustuksiin Parmarine Oy. Palokatkot eivät sisälly Parmarine Oy:n KPH-elementtitoimitukseen. (26)

Käytettäessä Fira Modules Oy:n KPH-elementtiä arkkitehti mallintaa tilan kalusteineen, LVI- ja sähkösuunnittelijat talotekniset järjestelmät. Myöhemmin on tulossa kokonaan

mallinnettu KPH-elementti taloteknisine järjestelmineen, opinnäytetyötä tehtäessä ajankohdasta ei ole vielä tietoa. LVI- ja sähkösuunnittelijat laativat reikävaraukset valmistajan ohjeen mukaan. Kololaattaan ei tarvita lisäsyvennyksiä KPH-elementin alueella. (27)

Käytettäessä Part Construction AB:n KPH-elementtiä arkkitehti mallintaa tilan kalusteineen, LVI- ja sähkösuunnittelijat mallintavat talotekniset järjestelmät. Part Construction AB voi myös laatia 3D-mallin, mutta näin ei yleensä toimita. KPH-elementtien vaatimat syvennykset tekee reikäpiirustuksiin LVI-suunnittelija yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa. Syvennyksien riittävyyden tarkastaa Part Construction AB. (28)

Käytettäessä HBR Estonia OÜ:n KPH-elementtiä arkkitehti mallintaa tilan kalusteineen, LVI- ja sähkösuunnittelijat mallintavat talotekniset järjestelmät. KPH-elementin vaatimat syvennykset ja reikävaraukset tekee reikäpiirustuksiin HBR Estonia OÜ. (29)

Käytettäessä Lujabetoni Oy:n Luja-Superkylpyhuonetta arkkitehti mallintaa tilan kalusteineen, LVI- ja sähkösuunnittelijat mallintavat talotekniset järjestelmät. KPH-elementin yhteyteen tulevan hormin reikävarauksen tekee LVI-suunnittelija. Reikävaraukset tarkastaa Lujabetoni Oy. Palokatkot eivät sisälly Lujabetoni Oy:n kylpyhuoneen viereen asennettavan hormin toimitukseen. (30)

8.5 Yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa

KPH-elementit toimitetaan valmiina pakettina tarvittavilla sähkövarusteilla, johon liitytään työmaalla. Jos kylpyhuone-elementtien ulkoseiniin halutaan asentaa ulkopuolisia sähköasennuksia, on niiden toteutettavuus varmistettava KPH-elementtitoimittajalta.

8.6 Hyvät ja huonot puolet

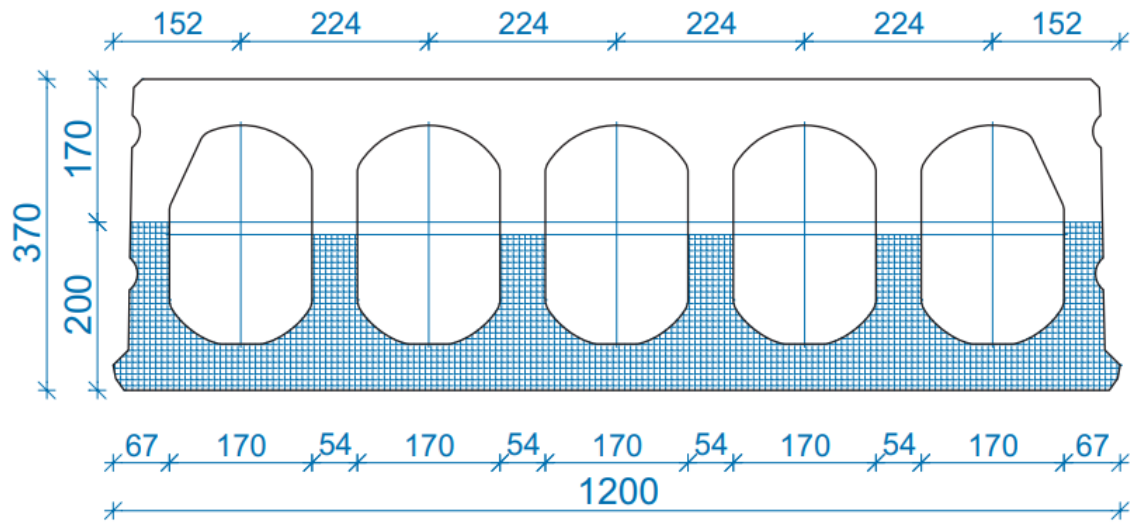
Työmaalla rakennettavaan kylpyhuoneeseen verrattuna KPH-elementti säästää aikaa. Työvaiheita jää vähemmän työmaalla tehtäväksi, mikä vaikuttaa myös työtaturmien mahdollisuuksien pienenemiseen ja siisteyteen. Hyvä puoli on myös se, että KPH-elementit valmistetaan sisätiloissa kuivissa tehdasolosuhteissa. LVI-suunnittelijan työmäärää vähentää se, että ei tarvitse tehdä märkätilakaavioita KPH-elementtejä käytettäessä. Lujabetoni Oy:n Luja-Superkylpyhuone nousee yhdellä nostolla Luja-Superlaatan mukana elementtiasennuksessa. Luja-Superlaatta on myös ohuempi kuin perinteinen asuinkerrostalokohteissa käytettävä 370 millimetriä paksu ontelolaatta. Luja-Superlaatta

on vain 270 millimetriä paksu. Ohuemmalla laattalla saadaan aikaiseksi 100 millimetriä korkeampi kerroskorkeus. Luja-Superlaattaan integroitua kylpyhuonetta käytettäessä ei myöskään tule tarvetta erilliselle juurivalulle, kuten muissa KPH-elementeissä kylpyhuonelaatan kohdalla. (30)

Huonoksi puoleksi voi laskea ainakin joissain malleissa rajallisen hormikoon. Tällöin ei saada kaikkia asuntoa palvelevia ilmanvaihtokanavia KPH-elementin hormiin, vaan joudutaan käyttämään lisäksi esim. betonirakenteisia hormoneja. KPH-elementtejä käytettäessä asukasmuutokset rakennusaikana eivät yleensä ole mahdollisia, koska elementti toimitetaan valmiina työmaalle. Asukasmuutokset täytyy siis tehdä jo KPH-elementtitehtaalla.

9 Rakenteiden vaikutus hormien sijoitteluun

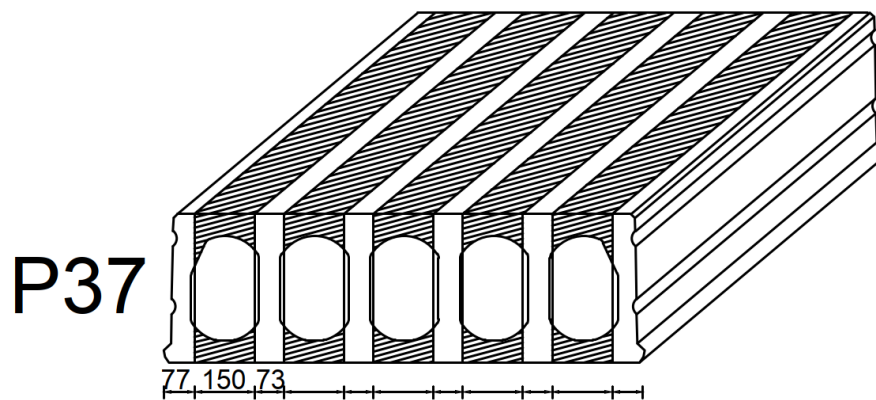
Hormeja mitoitettaessa, sijoiteltaessa sekä reikävarauksia tehtäessä on hyvä tietää, minkä kokoisia reikiä voidaan yleisesti asuinkerrostaloissa käytettyyn ontelolaattaan O37 tehdä. Parma Oy käyttää ontelolaattamerkinnoissään P-kirjainta O-kirjaimen sijaan. Rakennesuunnittelija tarkastaa muiden suunnittelijoiden tekemien reikävarausten toteutettavuuden. Paikalla valettuihin välipohjiin voidaan jättää vapaammin aukkoja. Luku 37 O-tai P-kirjaimen perässä tarkoittaa ontelolaatan paksuutta senttimetreinä. Ontelolaatta-kohteissa KPH-elementtien ja paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden kohdalla käytetään kylpyhuonelaattaa. Kylpyhuonelaatoissa käytetään merkintää O37K tai P37K valmistajasta riippuen. Kylpyhuonelaatalla saadaan ontelolaattakenttään aikaiseksi syvennys, johon voidaan asentaa KPH-elementti tai paikallarakennettavan kylpyhuoneen viemärit. Kylpyhuonelaattaa käyttämällä saadaan kylpyhuoneen lattiapinta samaan korkoon kuin muissa asuinhuoneissa. Luja-Superkylpyhuone rakennetaan muista KPH-elementeistä poiketen suoraan Luja-Superlaatan päälle ja viemärit on upotettu laattaan. Tällöin ei tarvita erillistä syvennystä laatastoon. Luja-Superlaatan paksuus on perinteisestä ontelolaatasta poiketen 270 millimetriä. (30) Kuvassa 45 on esitetty kylpyhuonelaatan mitat verrattuna normaaliin 370 millimetriä paksuun ontelolaattaan rasteroituna.



Kuva 45. O37K -kylpyhuonelaatta rasteroituna leikkauksessa (34).

Kuvasta nähdään, että kylpyhuone laatan paksuus on 200 millimetriä ja sillä aikaansaatu syvennys ontelolaattakentässä on 170 millimetriä.

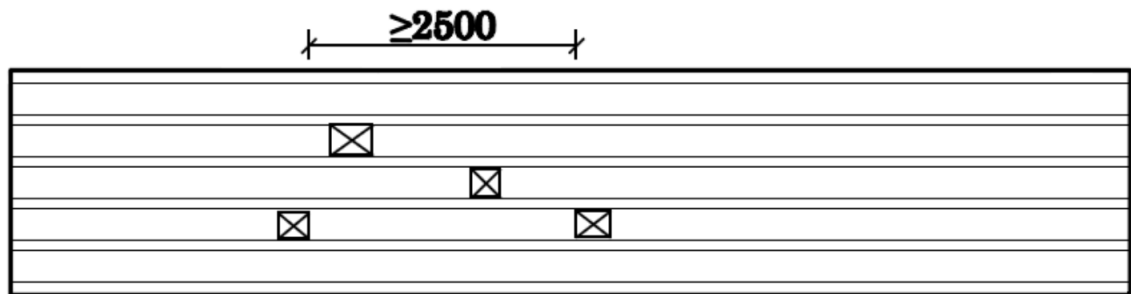
Ontelolaattaan O37 tai P37 onteloiden kohdalle voidaan tehdä reikiä kuvassa 46 rasterilla osoitettuun kohtiin ontelon kohdalle.



Kuva 46. Mahdolliset reikiä paikat onteloiden kohdalla rasteroituna (34).

Kuvasta nähdään, että onteloiden kohdalle voi tehdä reiän jonka toinen sivu on 150 millimetriä. On kuitenkin huomioitava, että ontelolaattaan O37 tai P37 voidaan tehdä enintään kolme pientä reikää ontelon kohdalle saman poikkileikkauksen alueelle. Poikkileikkaus on alue, jolla kauimmaisten reikiä etäisyys on alle 2 500 mm. Ontelolaatassa O37

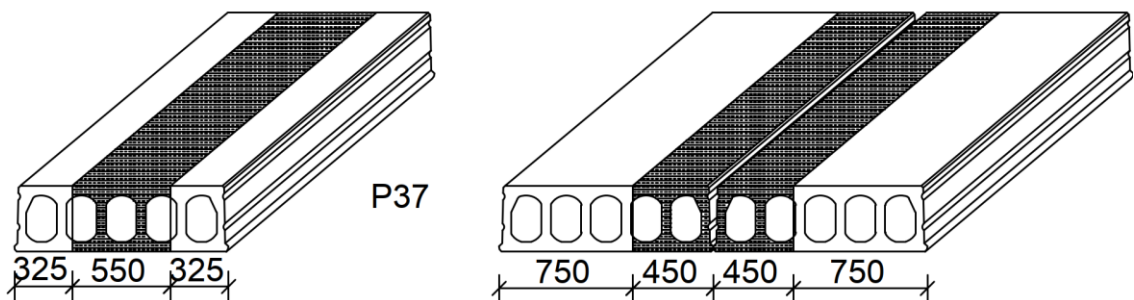
saman poikkileikkauksen alueelle saa tehdä enintään kolme reikää. Kuvassa 47 on esitetty neljä reikää, joiden kauimmaisten reikien sisimmäisten reunojen etäisyyden on oltava vähintään 2 500 mm johtuen siitä, että ne eivät voi olla saman poikkileikkauksen alueella.



Kuva 47. Ontelolaatta O37, jossa neljä pientä reikää (35).

Kuvasta nähdään, että neljä pientä onteloiden kohdalla sijaitsevaa reikää eivät osu saman poikkileikkauksen alueelle. Pienet onteloihin tulevat alle 150x150 mm:n reiät suositellaan tehtäväksi työmaalla (34).

Kun tarvitaan suurempia reikiä hormoneja varten, on hormi sijoitettava ontelolaatan reunaan tai keskelle. Hormia varten voidaan tehdä reikä kuvassa 48 rasterilla osoitetuille alueille.



Kuva 48. Reiän mahdollinen sijainti rasteroituna ontelolaatan keskellä tai reunassa (34).

Ontelolaattaan O37 tai P37 voi tehdä keskelle laattaa korkeintaan 550 mm leveän ja 900 mm pitkän reiän ja kahden laatan saumakohtaan 900 mm leveän reiän, jolla ei ole pituusrajoitusta (34). Jos halutaan tehdä suurempia reikiä, on ontelolaattaa tuettava esim. teräksisellä ontelolaattakannakkeella tai paikallavalupalkilla (35).

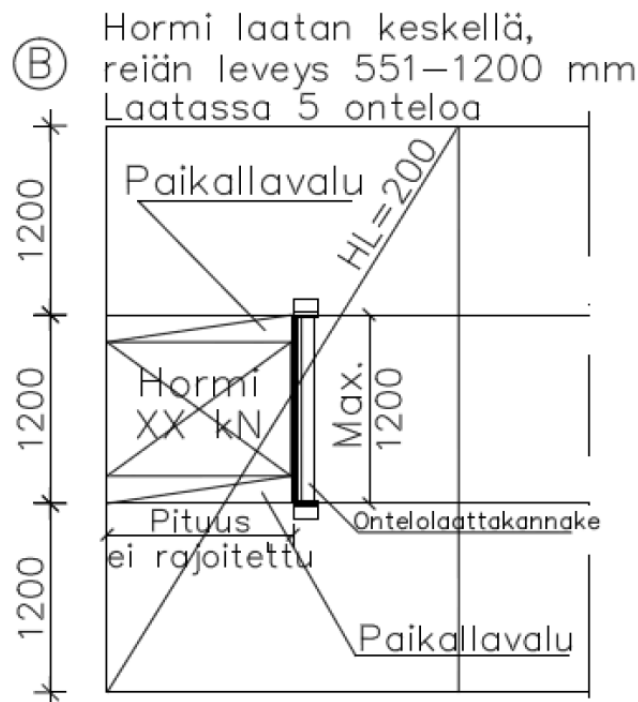
Hormin viereen tehdään usein syvennys kylpyhuonelaattaan WC-istuimen viemäröintiä varten. Syvennyksen maksimitat ovat 300x200x30 mm. Sitowise Oy:n suunnittelukoh-teissa on käytetty yleisesti kokoa 200x200x30 mm. Lisäsyvennystä ei voi tehdä hormin viereen pidemmille sivuille, jos hormi on keskellä ontelolaattaa kuten kuvassa 49. Onte-lolaatta tukeutuu päistään alapuolella olevan kantavan rakenteen päälle siten, että onte-lolaatta tulee 60 millimetriä kantavan rakenteen päälle. Tämä tarkoittaa sitä, ettei onte-lolaatan päähän tehtävää reikää voida kokonaisuudessaan hyödyntää hormia varten.



Kuva 49. Hormi ontelolaatan keskellä (35).

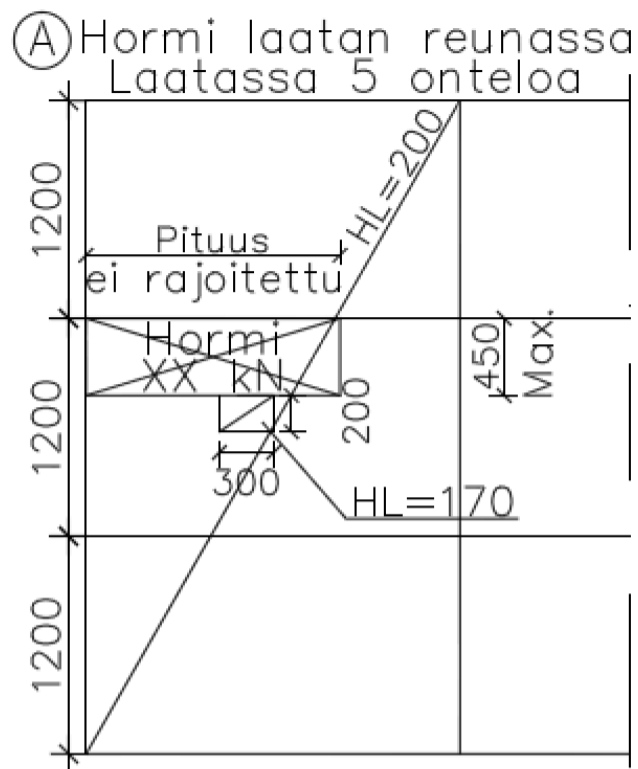
Kuvassa esitettyyn reikään saadaan maksimissaan 800x450 mm:n kokoinen betonira-kenteinen hormielementti, koska ontelolaatan pää tukeutuu alapuolella olevan kantavan rakenteen päälle ja hormin muille sivuille on varattava 50 millimetrin asennusvara. Ku-vassa HL tarkoittaa laatan paksuutta ja tässä paksuus 200 millimetriä tarkoittaa, että kyseessä on kylpyhuonelaatan alue. Hormin reiän vieressä oleva alue 300x200 mm on lisäsyvennyksen alue, johon jää laatan paksuudeksi 170 millimetriä. Kyseessä on siis viemärin hormiliitosta varten tehtävä lisäsyvennys 30 mm, jonka saa tehdä kuvan ta-pauksessa vain hormin reiän lyhyemmän sivun viereen. Hormin viereen reiän pidemmille

sivuille ei saa tehdä lisäsyvennyksiä. Hormin reiän kohdalla XX kN tarkoittaa betonirakenteisen hormin painoa. 1 kilonewton on 101,97 kilogrammaa. Jos ontelolaattaan tarvitaan leveämpää reikää, se voidaan toteuttaa kuvassa 50 esitetyllä tavalla.



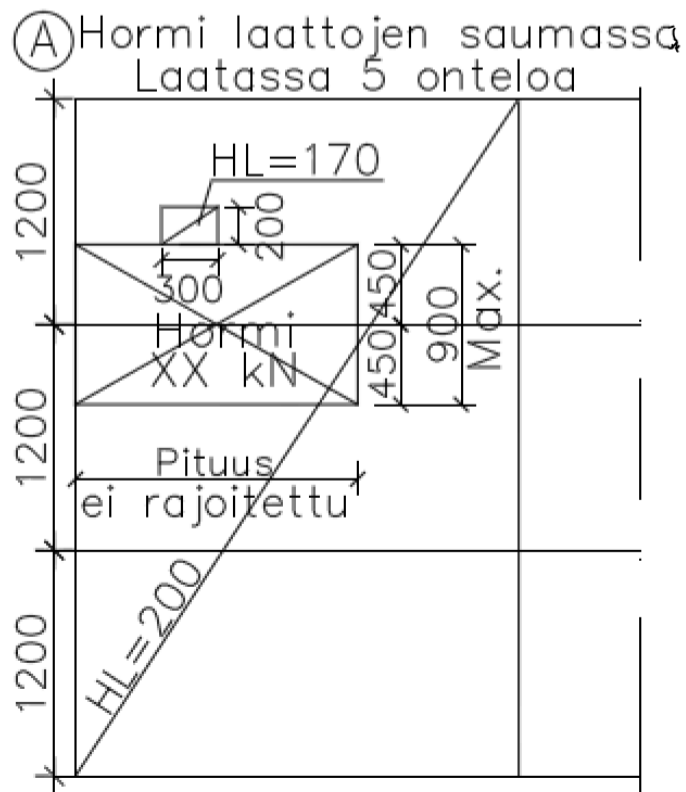
Kuva 50. Hormi ontelolaatan keskellä ontelolaatta tuettuna ontelolaattakannakkeella (35).

Kuvasta nähdään, että ontelolaatta, jonka kohdalla reikä on, valmistetaan lyhyempänä ja se tuetaan viereisiin ontelolaattoihin ontelolaattakannakkeella. Reikä voi siis olla ontelolaatan levyinen, jolloin reikään asennettavan betonirakenteisen hormin maksimileveys on 1100 millimetriä. Hormin sivuille jäävät kaistaleet, jotka ovat ontelolaatan suuntaisesti valetaan umpeen työmaalla paikalla valuna. Samalla betonirakenteinen hormi kiinnittyy ontelolaattavälipohjaan. Viereisiin laattoihin ei voi tehdä lisäsyvennyksiä, koska katkaistu laatta tukeutuu niihin. Ontelolaattakannakkeen käyttö ja näin ison reiän teko yhteen ontelolaattaan ei ole suositeltava ratkaisu, koska se aiheuttaa lisäkustannuksia. Ontelolaattakannake hankaloittaa myös viemärihaaran sijoitusta hormin sivulle, joka sijaitsee kannaketta vasten. Pitkissä viemärivedoissa kaato voi jäädä pieneksi, koska ontelolaattakannakkeen kohdalle ei voida tehdä lisäsyvennyksiä. Ontelolaattakannakkeita ei yleensä käytetä asuinkerrostalokohteissa, koska hormit ovat suhteellisen pieniä ja ne suunnitellaan mieluummin pidemmiksi ontelolaataston suuntaisesti. Hormin reiän voi sijoittaa myös ontelolaatan reunaan kuten kuvassa 51.



Kuva 51. Hormi ontelolaatan reunassa (35).

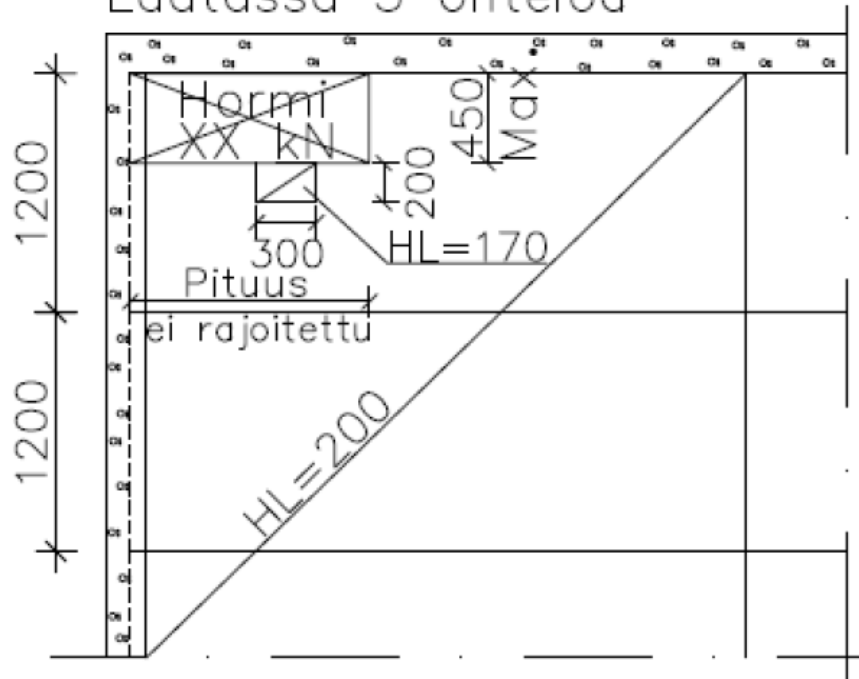
Kuvasta nähdään, että hormin reiän maksimileveys on 450 millimetriä. Reikään voidaan asentaa 350 millimetriä paksu betonirakenteinen hormi, kun huomioidaan 50 millimetrin asennusvara hormin pidemmillä sivuilla. Kuvan hormin reikä on kylpyhuonelaatan alueella. Hormin viereen reiän jokaiselle sivulle, joka ei ole seinää vasten voi tehdä lisäsyvennyksen viemäröintiä varten. Suurta hormia varten on ontelolaatat järkevää kohdistaa siten, että reikä osuu ontelolaattojen saumaan kuten kuvassa 52.



Kuva 52. Hormi ontelolaattojen saumassa (35).

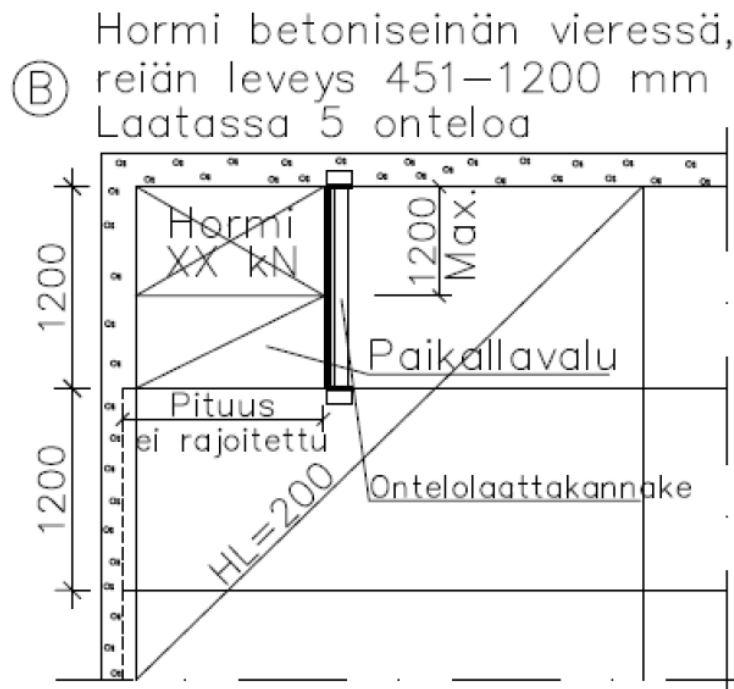
Kuvasta nähdään, että ontelolaattojen saumakohtaan voidaan tehdä varsin suuri reikä ilman erikoisjärjestelyjä. Reikä voi olla jopa 900 millimetriä leveä. Reikään voidaan asentaa 800 millimetriä paksu betonirakenteinen hormi, jonka leveyttä ei ole rajoitettu. Hormin mitoituksessa on huomioitava 50 millimetrin asennusvara hormin pidemmillä sivuilla ja ei seinää vasten olevassa päädissä. Ontelolaatastoon voidaan tehdä reikä hormia varten myös seinän viereen kuten kuvassa 53.

- (A) Hormi betoniseinän vieressä,
reiän leveys ≤ 450 mm
Laatassa 5 onteloa



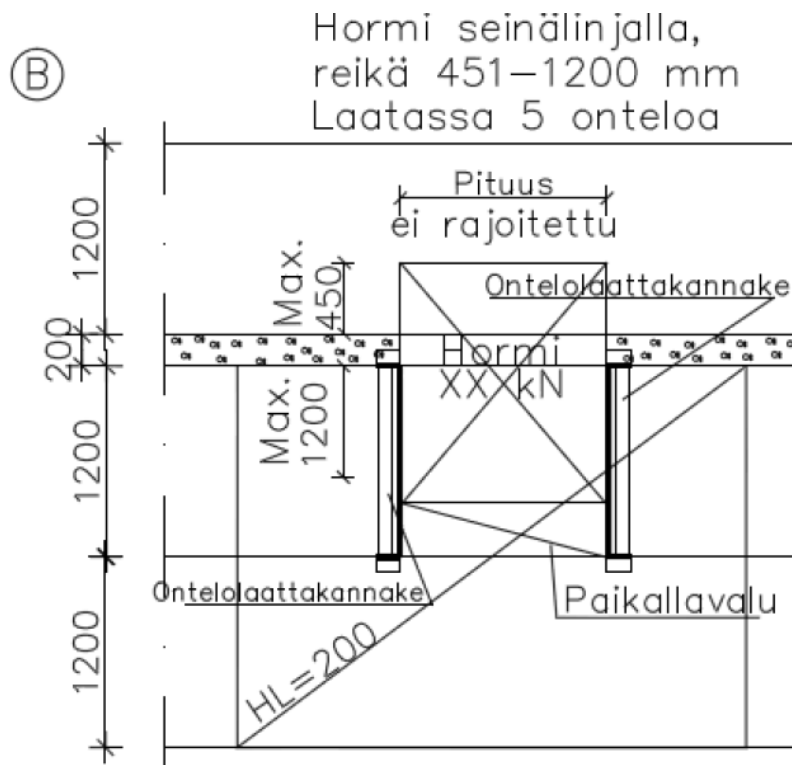
Kuva 53. Hormi betoniseinän vieressä (35).

Kuvasta nähdään, että seinän viereen tehtävän reiän maksimi leveys on 450 millimetriä. Reikään mahtuu siis maksimissaan 380 mm paksu betonirakenteinen hormi, leveyttä ei ole rajoitettu. Hormin viereen reiän jokaiselle sivulle, joka ei ole seinää vasten voi tehdä lisäsyvennyksen viemäröintiä varten. Jos seinän viereen tarvitaan suurempaa hormia, toteutetaan se kuten kuvassa 54 on esitetty.



Kuva 54. Hormi betoniseinän vieressä ontelolaatta tuettuna ontelolaattakannakkeella (35).

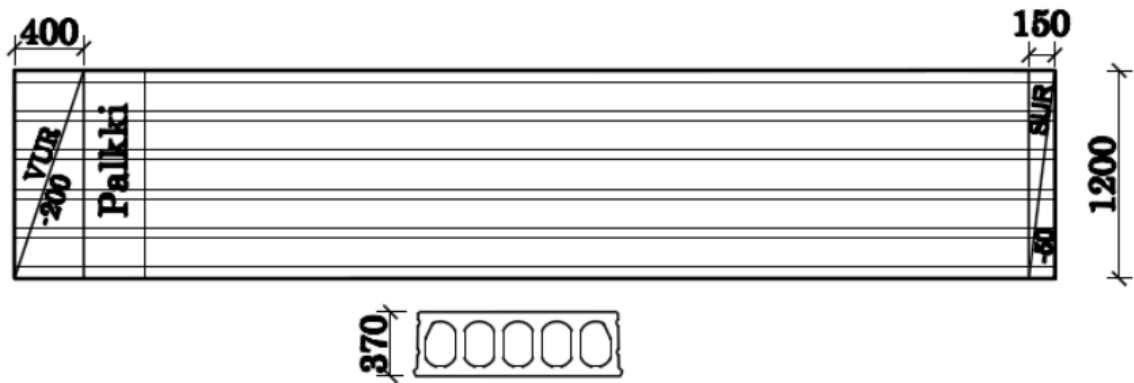
Kuvasta nähdään, että ontelolaatta, jonka kohdalla reikä on, valmistetaan lyhyempänä ja se tuetaan seinään ja viereiseen ontelolaattaan ontelolaattakannakkeella. Reikä voi siis olla ontelolaatan levyinen, jolloin reikään asennettavan betonirakenteisen hormin maksimipaksuus on 1 130 millimetriä, leveyttä ei ole rajoitettu. Hormin sivulle jäävä kaistale, joka on ontelolaatan suuntaisesti valetaan umpeen työmaalla paikalla valuna. Samalla betonirakenteinen hormi kiinnittyy ontelolaattavälipohjaan. Viereiseen ontelolaattaan ei voi tehdä lisäsyvennyksiä, koska katkaistu laatta tukeutuu siihen. Ontelolaattakannakkeen käyttö ja näin ison reiän teko yhteen ontelolaattaan ei ole suositeltava ratkaisu, koska se aiheuttaa lisäkustannuksia. Ontelolaattakannakkeita ei yleensä käytetä asuinkerrostalokohteissa, koska hormit ovat suhteellisen pieniä ja ne suunnitellaan mieluummin pidemmiksi ontelolaatatason suuntaisesti. Hormin sijoitus kantavan seinälinjan molemmin puolin on myös mahdollinen kuten kuvassa 55 on esitetty.



Kuva 56. Hormi seinälinjalla ontelolaatta tuettuna ontelolaattakannakkeella (35).

Kuvasta nähdään, että jos ontelolaattakannakkeita käytetään seinälinjan toisella puolella, saadaan aikaiseksi maksimissaan 1 850 millimetriä leveä reikä seinän paksuuden ollessa 200 millimetriä. Reikään asennetavan betonirakenteisen hormin maksimipaksuus on siis 1 750 millimetriä, leveyttä ei ole rajoitettu.

Ontelolaatan päädyssä voidaan tehdä viemärin vaakasiirto esim. keittiön viemärillä. Tällöin käytetään viemäriurausta, jonka maksimisyvyys yleisesti käytetyssä 370 mm paksussa ontelolaatassa on 200 mm. (35) Kuvassa 57 on esitetty viemäriuraus (VUR) 400 mm leveänä.



Kuva 57. Viemäriuraus (35).

Kuvasta nähdään, että viemäriurauksen syvyys on 200 millimetriä ja maksimileveys 400 millimetriä. Viemäriurausta käytetään yleensä keittiön viemärin hormiin johtamiseen tilanteissa, joissa ei voida johtaa viemäriä kaapiston alasokkelin kautta hormiin. Kuvassa on myös sähköuraus (SUR), jonka syvyys on 50 millimetriä ja leveys 150 millimetriä.

10 Tilantarve- ja kustannusnäkökohtia

Alla on esitetty hormityypit tilankäytön mukaan, ensimmäisenä pienin tilantarve:

1. Elpo-hormi, Luja-hormielementti ja Parman tekniikkahormi
2. Silotek-talotekniikkaelementti, Uponor Riser Port ja Uponor Reno Port
3. Kylpyhuone-elementteihin integroidut hormit
4. Paikalla rakennettavat hormit
5. Tekniikkakuilut.

Elpo-hormien, Luja-hormielementtien ja Parman tekniikkahormien palo- ja äänieristys on toteutettu betonikerroksella, joka ohuudellaan mahdollistaa kanavien pienemmät asennusvälit hormissa. Pienestä asennusvälistä seuraa kuitenkin ongelmia kanavien hormista ulostulokohdassa. Paloeristevilloja ei saa mahtumaan kanavien väliin. Toki kanavajärjestyksellä, -siirroilla ja esisuunnittelulla on mahdollista vaikuttaa eristettävyyteen. Betonirakenteinen hormi voidaan asentaa osaksi kantavaa seinää, jolloin hormi vie kaikesta vähiten rakennuksen lattiapinta-alaa. Tässä on kuitenkin huomioitava, että betoni-

rakenteiset hormit eivät ole kantavia rakenteita. Ontelolaattojen suunnat ja tarvittava ehjän kantavan seinän määrä vaikuttavat siis hormin sijoitukseen ja mahdolliseen kokoon. Sijoitus on hyväksyttävä siis rakennesuunnittelijalla.

Uponor Reno Port ei vie kylpyhuoneesta enempää tilaa seinä-WC:nsä ansiosta kuin lattia-WC. Uponor Reno Portin lisäksi tarvitaan kuitenkin muita hormoneja ilmanvaihtokanavien reititystä varten. Rinnalla voidaan käyttää kylkeen kiinnitettynä Uponor Riser Port -moduuleja tai erillisiä betonirakenteisia hormielementtejä. Uponor Reno Portia käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että kylpyhuoneen lattiakaivon viemäri tulee alapuolella olevan asunnon alakattotilaan ja näin ollen hankaloittaa ilmanvaihtokanavien ja vesijohdojen suunnittelua. Silotek-talotekniikkaelementti ja Uponor Riser Port vievät yhtä paljon tilaa. Molemmissa eristykset ja kipsilevyillä suojaukset voidaan toteuttaa samalla tavalla.

Parmarine Oy:n KPH-elementeissä kanavat eristetään palovillalla erikseen, eikä käytetä kipsilevyä. Tästä johtuen hormi vie lähes yhtä paljon tilaa kuin paikalla rakennettava. Fira Modules Oy:n kylpyhuone-elementtien rinnalla joudutaan käyttämään erillisiä hormoneja kanavanousuille ja näin ollen tarvitaan enemmän hormitilaa kuin betonirakenteisessa tai teräsrunkoisessa hormielementissä, johon kaikki tekniikka olisi mahdutettu. Part Construction AB:n kylpyhuone-elementtien kanssa on käytettävä erillisiä hormoneja, koska elementti ei sisällä integroitua hormoneja.

Paikalla rakennettavaa hormia käytettäessä on huomioitava eristysten asennuksen mahdollistaminen. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavien eristyksiä ei voida suunnitella niin lähelle toisiaan eristystyön mahdollistamiseksi paikan päällä.

Tekniikkakuilu vie kaikista eniten tilaa johtuen huoltotasosta. On toisaalta hyvä asia tekniikan huollettavuuden ja vaihdettavuuden kannalta.

Tehdasvalmisteiset hormielementit nopeuttavat asennustyötä työmaalla. Suurimmat kustannussäästöt syntyvät asennustöiden vähentyessä työmaalla verrattuna hormien työmaalla rakentamiseen. Tekniikkakuilu ei vähennä tarvittavia asennustehtäviä työmaalla, mutta se mahdollistaa hyvin suunniteltuna hyvän tekniikan huollettavuuden.

Paikalla rakennetut kylpyhuoneet voivat tulla kylpyhuone-elementtejä halvemmiksi suorien kustannusten osalta. KPH-elementin kustannukset ovat suurin piirtein yhtä suuret

verrattuna työmaalla rakennettavaan kylpyhuoneeseen. On kuitenkin otettava huomioon, että KPH-elementit nopeuttavat työmaan edistymistä. Elementtejä käyttämällä työmaalla säästytään monilta eri työvaiheilta ja hankinnoilta. Mahdollinen säästö syntyy KPH-elementin mahdollistamassa nopeammassa rakennusaikataulussa. Työvaiheiden vähenemisellä on suora vaikutus tapaturmien riskien määrään.

Hormeissa olevien LVI-verkostojen keskimääräiset tekniset käyttöiät normaalikäytöllä 50 vuotta. Hormien pinnoille tulevan vesieristeen keskimääräinen tekninen käyttöikä normaalikäytöllä 30 vuotta. Käytettävällä hormityypillä ei ole vaikutusta talotekniikan eikä vesieristeen käyttöikään.

11 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aiheena ovat asuntosuunnittelun hormivaihtoehdot. Hormilla tarkoitetaan taloteknisten järjestelmien pystyreittiä rakennuksen rungon sisällä. Työn tarkoituksena on esitellä uudisrakentamisen eri hormivaihtoehdot ja niiden suunnittelua koskevia asioita. Nykyisin käytetään paljon valmiita hormielementtejä niiden vaatiman pienemmän tilantarpeen ja työmaan aikataulutusten kireyden takia.

Työn lähdeaineistona käytettiin haastatteluja puhelimitse tai sähköpostilla, tuote-esitteitä ja verkkodokumentteja. Omakohtainen toteutettujen kohteiden suunnittelukokemus mahdollisti melko kattavan esitystavan ja antoi varmuutta yksityiskohtiin. Lisäksi tuotevalmistajat tutustuivat raporttiin ja kommentoivat tuotteidensa osuuksia, mikä osaltaan tukee asiasisällön paikkansa pitävyyttä. Tuotevalmistajat kertoivat työn olevan mielenkiintoinen ja suhteellisen laaja.

Työssä havaittiin, ettei kaikkia eri hormivaihtoehtojen suunnittelua koskevia asioita ole löydettävissä suoraan tiedonhaulla. Tarvittiin puhelin- ja sähköpostikeskusteluja suunnittelussa huomioitavien asioiden selvittämiseksi. Työssä selvitettiin asuntojen hormisuunnittelun kulku ja suunnitteluun vaikuttavat ympäristöministeriön asetukset. Työssä selvitettiin myös hormien ja LVI-tekniikan sijoitus sekä käytiin läpi hormien rakenteita ja ääni- ja palo-osastointia. Käytiin läpi myös yhteensovitus sähkösuunnittelun kanssa ja rakenteiden vaikutus hormien sijoitukseen.

Keskeisiä opinnäytetyön havaintoja onnistuneelle hormiratkaisulle ovat

- käytettävän hormityypin valinta
- tieto hormiin sijoitettavasta tekniikasta
- rakennuksen tilojen käyttötarkoitukset
- kohteen mukainen palo-, lämpö- ja äänieristys
- suojaetäisyydet ja mahdolliset eristysvarat
- hormin sijoitus lähelle palvelemaan tiloja ääniteknisesti toisarvoisempiin tiloihin, kuten kylpyhuoneeseen, vaatehuoneeseen tai keittiöön
- hormien sijoitus ylimmästä kerroksesta alimpaan ilman sivuttaissiirtoja
- pystyviemäriin sijoitus lähelle viemärintipisteitä
- sadevesiviemäreiden materiaalin ja liitostavan valinta putkistoon kohdistuvan paineen mukaan mahdollisessa padotustilanteessa
- lämpö- ja vesijohtojen avattavan huoltoluukun sijoitus
- vuotovesi-indikoinnit kerroksittain
- kylpyhuone-elementtiin integroidun hormin sijoittaminen muulle kuin kantavien seinien nurkkaan liitoksien tekemisen ja huoltamisen mahdollistamisen kannalta
- rakennuksen runkorakenteiden huomioiminen hormisijoittelussa
- poistumisteiden leveyksien riittävyys, jonka tarkastaa arkkitehti
- oikean kokoiset reikävaraukset.

Opinnäytetyöstä on tarkoitus jatkossa jalostaa ohje Sitowise Oy:n kaikkien talotekniikkayksiköiden käyttöön, erityisesti on ajateltu uusien suunnittelijoiden työn helpottamista ja osaamisen lisäämistä. Työtä jo tällaisenaan voidaan hyödyntää erityisesti nuorien suunnittelijoiden tietouden parantamiseksi asuntosuunnittelun hormivaihtoehtoista.

Lähteet

- 1 Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen. 2020. Verkkoaineisto. Talotekniikka info. <www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/14-ss-ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>. Luettu 29.6.2020.
- 2 Ratkaisut asuntoilmanvaihtoon. 2020. Verkkoaineisto. Climecon Oy. <www.climecon.fi/ratkaisut/asuntoilmanvaihto>. Luettu 29.6.2020.
- 3 RVC Yhdistetty ulko- ja ulospuhallusilmalaitte. 2020. Verkkoaineisto. ETS NORD. <www.etsnord.fi/product/rvb-yhdistetty-tulo-ja-poistoilmalaitte>. Luettu 29.6.2020.
- 4 Vallox Out/In -seinäpuhallus- ja ilmanotto-laite. 2020. Verkkoaineisto. Vallox Oy. <www.vallox.com/tuotteet/vallox_lisalaitteet_ja_varusteet/vallox_out_in_seinapuhallus_ja_ilmanotto-laite.html>. Luettu 29.6.2020.
- 5 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. Verkkoaineisto.
- 6 796/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. Verkkoaineisto.
- 7 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. Verkkoaineisto.
- 8 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. Verkkoaineisto.
- 9 Elpo-hormi -talotekniikan innovaatio. 2015. Verkkoaineisto. Rudus Oy. <www.rudus.fi/tuotteet/elpo-hormit>. Luettu 6.2.2017.
- 10 Lujabetoni tuo markkinoille hormielementin kerrostalojärjestelmäänsä. 2009. Verkkoaineisto. Lujabetoni Oy. <www.luja.fi/2009/06/08/lujabetoni-markkinoille-hormielementin-kerrostalojarjestelmaansa>. Luettu 17.10.2019.
- 11 Onnela, Timo. 2018–2021. Myyntipäällikkö, Parma Oy. Kotka. Sähköpostikeskustelu 4.5.2018–15.4.2021.
- 12 Nummela, Sami. 2016. Aluemyyntipäällikkö, Lujabetoni Oy. Hämeenlinna. Sähköpostikeskustelu 17.11.2016.
- 13 Elpo-hormien mitoitus ja kokovaihtoehdot. 2020. pdf-dokumentti. 29.1.2020. Rudus Oy.
- 14 Luja-hormielementtien mitoitusohje. 19.10.2018. Lujabetoni Oy.

- 15 Sainio, Petri. 2020–2021. Suunnittelupäällikkö, Lujabetoni Oy. Hämeenlinna. Sähköpostikeskustelu 16.10.2020–14.4.2021.
- 16 Elpo-hormi asennusohje. 2012. YouTube-video. Rudus Oy. <www.youtube.com/watch?v=N5uuDp-cPII>. Katsottu 6.11.2019.
- 17 Onnela, Timo. 2016. Elementtisuunnittelija, Rudus Oy, Kotka. Tuote-esittely 25.10.2016.
- 18 VIE-paloluokitellut tarkastusluukut EI30. 2020. Verkkoaineisto. Palavaneri Pirinen Oy. <www.kiilax.fi/tuote/vie-paloluokitellut-tarkastusluukut-ei30>. Luettu 19.10.2020.
- 19 Inha, Teemu. 2018. Tuotepäällikkö, Uponor Suomi Oy, Tuusula. Sähköpostikeskustelu 31.1.2018–22.10.2019.
- 20 Inha, Teemu. 2018. Tuotepäällikkö, Uponor Suomi Oy, Tuusula. Tuote-esittely 30.1.2018.
- 21 Silotek siirtyy takaisin suomalaisomistukseen. 2017. Verkkoaineisto. Rakennuslehti 11/2017. <www.rakennuslehti.fi/2017/11/assemblin-myy-talotekniikkaelementti-liiketoiminnan>. Luettu 8.3.2018.
- 22 Harnio, Aku. 2018. Toimitusjohtaja, Silotek Oy, Vantaa. Tuote-esittely 21.3.2018.
- 23 Silotek sertifioitu talotekniikkaelementti. 2008. pdf-dokumentti. Silotek Oy.
- 24 Purus Aqua Argus -vuodonilmaisimet. 2019. Verkkoaineisto. Unidrain Oy. <www.purus.fi/tuotteet/vuodonilmaisimet>. Luettu 10.12.2019.
- 25 Konsti, Sami. 2020. Tuotepäällikkö, Rakennusbetoni- ja elementti Oy, Hollola. Puhelinkeskustelu 29.5.2018.
- 26 Jalonen, Risto. 2018. Suunnittelija, Parmarine Oy, Forssa. Mallikatselmus 23.10.2017.
- 27 Haapaviita, Timo. 2020. Myyntipäällikkö, Fira Modules Oy, Hämeenlinna. Puhelinkeskustelu 2.2.2020.
- 28 Regitnig, Sophia. 2018. Myyjä, Part Construction AB, Kalix. Sähköpostikeskustelu 23.10.2018–27.2.2020.
- 29 Paal, Keit. 2021. Member of the Board, Harmet Bathroom OÜ, Harjumaa. Sähköpostikeskustelu 13.1.2021–18.1.2021.

- 30 Haapaviita, Timo. 2021. Kylpyhuonemoduulitoiminnan kehityspäällikkö, Lujabetoni Oy, Hämeenlinna. Puhelinkeskustelu 15.4.2021.
- 31 Fira Modules Oy. Suunnitteluohje. 26.6.2019.
- 32 Luja-Superkylpyhuone on elementtirakentamisen uusi innovaatio. 2021. Verkoaineisto. Lujabetoni Oy. <www.lujabetoni.fi/luja-superkylpyhuone>. Luettu 14.4.2021.
- 33 Vuosisopimus kylpyhuonemallit, pdf-dokumentti. 1.8.2017. Parmarine Oy.
- 34 Parman ontelolaatatot, suunnitteluohje. Joulukuu 2018. Parma Oy.
- 35 Ontelolaataston suunnitteluohje, suunnitteluohje. 21.5.2012. Betoniteollisuus ry.