

Joonas Narinen

# Cefo-elementtien kannattavuus uudisrakennus- hankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

26.2.2018

Tekijä Otsikko	Joonas Narinen Cefo-elementtien kannattavuus uudisrakennushankkeessa
Sivumäärä Aika	43 sivua + 4 liitettä 26.2.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Työpäällikkö Jussi Määttä, SSR Uusimaa Oy Lehtori Jouni Ruotsalainen
<p>Opinnäytetyö tehtiin SSR Uusimaa Oy:lle, joka toimii Uudenmaan alueella SSR Group Oy:n alueyhtiönä. SSR Uusimaa on perustettu vuonna 2015 ja se toimii asunto-, liike- ja toimitilarakentamisessa. SSR-konserni työllistää tällä hetkellä noin 200 työntekijää koko Suomessa.</p> <p>Työssä tutkittiin uutta Cefo-talotekniikkaelementtiä, vaihtoehtomenetelmää nousuhormeille, joka on kehitetty alun perin linjasaneerauskohteisiin. Työssä seurattiin SSR:n uudisrakennuskohteen Timanttikuja 1:n Cefo-elementtitoimituksia ja -asennuksia sekä tehtiin vertailuja betonihormielementtien ja paikalla tehtyjen nousuhormien ominaisuuksista, kustannuksista ja aikatauluun vaikuttavista tekijöistä.</p> <p>Tutkielmassa kerättiin tietoa työmaalta sekä tutkittiin kirjallisia lähteitä. Cefo-elementit ovat niin uusi tuote, että siitä ei juuri löytynyt kirjallisia tietolähteitä. Työssä tehtiin sähköpostihaastattelu Cefo-elementtitoimittajalle sekä haastateltiin työmaalla työnjohtajia.</p> <p>Cefo-talotekniikkaelementti on ainakin uudistuotannossa uusi tuote, josta SSR Uusimaalla ei ole kokemusta, joten tästä tuotteesta haluttiin lisätietoa. Tietoa haluttiin lähinnä sen kannattavuudesta uudiskerrostaloissa sekä kuinka niiden asentaminen vaikuttaa aikatauluihin ja kustannuksiin.</p> <p>Tuloksena saatiin selvitys Cefo-elementtien ominaisuuksista, sekä niiden kilpailukykyisistä kustannuksista. Koska kyseessä oli vain yksi kohde (Timanttikuja 1), lisätutkimuksia kannattaa vielä tehdä sekä kerätä uutta tietoa Cefo-elementeistä uudistuotannossa.</p>	
Avainsanat	Cefo, nousuhormi, kustannus, aikataulu

Author Title	Joonas Narinen Profitability of Cefo Elements in New Building Project
Number of Pages Date	43 pages + 4 appendices 26 February 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Construction Project Management
Instructors	Jussi Määttä, Works Manager Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer
<p>The Bachelor's thesis was made for SSR Uusimaa Oy, which operates in the Uusimaa region as a regional company of SSR Group Oy. SSR Uusimaa was established in 2015 and operates in housing, business and office building. Cefo element is a new product for new building projects. SSR Uusimaa did not have any experience from Cefo elements before, so they wanted more information about this product.</p> <p>The main objective of this thesis was a new product Cefo element building technology element as an alternative method for up-draft flues. Cefo elements are originally designed for re-building projects. The main issue was to follow SSR's new building target Timanttikuja 1 Cefo element deliveries and assembles. Furthermore, a comparison between the timing schedules, costs and product features of Cefo elements, concrete flue elements and at site made flue elements was carried out.</p> <p>Data were collected from the site and written sources. Cefo elements are such a new product that hardly any written information sources were found. An e-mail interview to the Cefo element supplier is included as well as interviews of foremen at the site.</p> <p>The result is a report of the features of Cefo elements and their competitive costs. But since there was only one target (Timanttikuja 1), it is still worthwhile to carry out further research and to gather more information about Cefo elements in new building projects.</p>	
Keywords	Cefo, up-draft flue, cost, schedule

## Sisällys

### Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Mikä on Cefo?	2
2.1	Ominaisuudet	3
2.2	Työvaiheet	5
3	Muut nousulinjat	8
3.1	Betonihormielementit	8
3.1.1	Ominaisuudet	9
3.1.2	Työvaiheet	10
3.2	Paikallatehdyt nousuhormit	12
3.2.1	Ominaisuudet	13
3.2.2	Työvaiheet	14
4	Kohde Timanttikuja 1	14
4.1	Havaitut ongelmat	16
4.2	Lisäkustannukset	20
4.3	Urakkarajat	20
5	Kustannukset	21
5.1	Kustannusvertailu	21
5.2	Valmishormielementtien todelliset kustannukset	23
6	Aikataulu	25
6.1	Aikatauluvertailu	25
7	Nousuhormeja koskevat asetukset ja määräykset	27
7.1	Asetus rakennuksen ääniympäristöstä	27
7.2	Asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta	29
7.3	Asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista	31
7.4	Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta	35
7.5	Asetus rakennusten paloturvallisuudesta	36
7.6	RakMK osa E7 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus (2003)	38
7.7	Asetus rakennusten esteettömyydestä	39

8	Yhteenveto ja pohdinta	39
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Cefo-elementtijärjestelmän toimitus- ja urakkarajat	
	Liite 2. Yleiset urakkarajat Cefo-elementti ja putkiurakka	
	Liite 3. Periaateleikkauskuva Cefo-elementistä	
	Liite 4. Betonihormielementtien asennusopas	

## Lyhenteet ja käsitteet

Enimmäisäänitaso  $L_{A, max}$  (dB)

Tarkasteluajanjaksona esiintynyt voimakkuudeltaan korkein äänitaso määritetyllä aikapainotuksella. Ellei aikapainotusta erikseen mainita, tarkoitetaan aikapainotusta F (fast).

Keskiäänitaso,  $L_{A, eq, T}$  (dB)

Jatkuva vakioäänitaso, jonka tehollisarvo on sama kuin vaihtelevan äänitason keskimääräinen tehollisarvo määritetyllä ajanjaksolla.

LVV

Lämpö-, vesi- ja viemäriputkistot

Poistoilmanluokka

Ilma, joka johdetaan huonetilasta pois, on luokiteltu 4:ään luokkaan, 1. luokka puhtainta ilmaa.

## 1 Johdanto

Teen tutkintotyöni SSR Uusimaa Oy:lle, joka toimii tytäryhtiönä Uudenmaan alueella SSR Group Oy:lle. SSR Group on valtakunnallinen rakennusliike, joka toimii ympäri Suomen alueyhtiöidensä kautta. Koko SSR työllistää tällä hetkellä noin 200 työntekijää. SSR Uusimaa toimii asunto-, liike- ja toimitilarakentamisessa sekä korjausrakentamisessa.

Työssä tutkitaan uudisrakentamiseen uutta valmishormielementtien vaihtoehtomenetelmää Cefo-talotekniikkaelementtiä, joka on alun perin kehitetty linjasaneerauskohteisiin. Työssä seurataan toimeksiantajan kohteen Timanttikuja 1:n Cefo-elementtien toimituksia ja asennuksia sekä kerätään työmaan edetessä tietoa Cefo-elementteihin vaikuttavista asioista. Työssä myös vertaillaan muita nousuhormivaihtoehtoja kuten betoni-hormielementtejä sekä paikallaan tehtyjä nousuhormeja.

Tietoa kerätään kirjallisista julkaisuista sekä haastattelemalla Cefo-elementtitoimittajaa sähköpostitse ja haastattelemalla työmaan työnjohtoa. Cefo-elementit ovat muutenkin aika uusi tuote, joten kirjallisia tietolähteitä ei juuri löydy. Muista nousuhormeista löytyy kohtalaisesti kirjallisia tietoja.

Tutkintotyön aiheen sain ollessani töissä kohteessa Timanttikuja 1, jossa oli käytössä uusia vaihtoehtomenetelmänousuhormeja. SSR halusi saada lisää tietoa Cefo-elementeistä, sen ominaisuuksista, vaikutuksista kustannuksiin ja aikatauluun sekä haluttiin tietoa muista vaikuttavista tekijöistä. Cefo-elementtien rinnalle otetaan vertailtavaksi tutut betonihormielementit, joita on myös tässä kohteessa käytössä sekä teoreettisella tasolla vertailtavana oli paikalla tehdyt nousuhormit. Nousuhormien kesken tehdään kustannus- ja aikatauluvertailuja. Cefo-elementtien aikatauluun vaikuttavat tiedot on kerätty työmaan edetessä ja muiden nousuhormivaihtoehtojen tiedot ovat kirjallisista lähteistä hankittuja.

Vertailun kustannuksien ja aikataulun laskennassa käytetään esimerkkikohdetta. Kustannuksista puhutaan työssä prosentteina verrattuna toisiinsa. Paikalla tehtyjen nousuhormien kohdalla kaikki tieto perustuu kirjallisiin tietolähteisiin sekä yleiseen laskutus-työhinnastoon. Koska kyseessä on enemmän talotekniikkaurakoitsijoille kuuluva urakka, josta tämän työn tekijällä eikä SSR:llä ole juuri kokemusta, eivät hintatiedot ole täysin verrattavissa todelliseen urakkahintaan. Vaikka kustannusvertailuja ei täysin voisi

verrata keskenään, näkee niistä kuitenkin todellisen hinnan suunnan. Lopuksi kootaan yhteenveto Cefo-elementtien kannattavuudesta uudisrakennushankkeessa.

## 2 Mikä on Cefo?

Cefo-elementti on vaihtoehtomenetelmä linjasaneerauskohteissa. Tässä tapauksessa sitä tarkastellaan uudiskerrostalokohteessa. Elementtejä valmistaa Uponor Suomi Oy. Uponorin Cefo-elementteihin saadaan liitettyä kaikki nousulinjat kuten perinteisiin betonihormielementteihin tai paikallaan tehtyihin linjoihin. Eli vesi-, lämpö- ja viemäriputket, ilmastointikanavat sekä sähkö- ja telekaapelinousut. Cefo-elementit ovat tehdasvalmisteisia valmishormielementtejä, jotka noudattavat Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. Elementeissä on valmiiksi asennettu ja eristetty ilmastointikanavat, vesi- ja lämpöjohdot sekä viemärit. Työtä tehdessäni Uponor on jo lanseerannut uuden tuotejärjestelmän, joka koostuu Cefo-elementeistä. Uusi menetelmä on ”Riser Port-talotekniikkahormi” ja kyseessä on muuntojoustava LVIS-reititysjärjestelmä. Sähköpostihaastattelun perusteella Cefo-elementit ovat poistumassa käytöstä ja uudempi tuotejärjestelmä (Riser Port) korvaa ne. Kyseessä on kuitenkin vastaava tuote, joten se ei vaikuta tutkintotyön tuloksiin. Kohteeseen Timanttikuja 1 on myyty tuotteet nimellä Cefo-elementit. [1, 2.]



Kuva 1. Modulaarinen tekniikkaseinä Cefo-elementistä.

Kuvassa 1 on Cefo-elementistä tehty tekniikkaseinä. Sähköpostihaastattelun mukaan Cefo-elementtejä on käytetty tähän mennessä kymmenessä uudistuotantoprojektissa. Muita hyötyjä tuttuihin betonihormielementteihin verrattuna on Cefo-elementtien kevyt



paino, joten nosturille ei välttämättä ole tarvetta. Täten Cefo-elementit eivät tahdista työmaata. ”Modulaarisempi perusrakenne mahdollistaa useampien eri hormirakenteiden tekemisen joustavasti”, kertoi sähköpostihaastattelun antanut Uponorin suunnittelija, Ossi Ruth. Haastattelun mukaan Cefo-elementeillä säästää parhaimmillaan 30-50% huone-eliöistä suhteessa paikallarakennettaviin tai betonihormielementteihin. Lähtökohtaisesti Cefo-elementit mielletään kustannuksissa halvemmaksi kuin betonihormielementit tai paikallaan tehdyt hormit, mutta haastattelun antanut Ruth kertoi, että kustannusvertailut ovat vielä kesken.

Havaittuja ongelmia toimittajan puolella ovat samat kuin työmaalla havaittiin, eli Cefo-elementtien kokonaisuutta ei huomioida tarjouslaskennassa tai kustannuslaskennassa rakennusliikkeessä. Näistä kerrotaan lisää kappaleessa 4 Kohde Timanttikuja 1. Muita ongelmia tulee siitä, että suunnittelijat ovat laatineet elementtisuunnitelmia, joita ei voi toteuttaa sellaisinaan. Tämä on aiheuttanut uudelleensuunnitteluja nopealla aikataululla. Toimittaja on huomionnut ongelmat tulevaisuudessa ja pyrkii antamaan lisäkoulutusta tuotteesta niin suunnittelijoille kuin rakennusliikkeille.

Cefo-elementtien asennukseen ei välttämättä tarvita putkiasentajan koulutusta mutta kaikki putkiliitokset on tehtävä hyväksyttävästi, joten elementtien toisiinsa kytkemisen tekee yleensä putkiasentajan koulutuksen saanut henkilö.

Toimittaja saama palaute on ollut lähinnä positiivista, koska Cefo-elementit eivät sido nosturia, ne ovat nopeita asentaa, ne säästävät tilaa ja toimitusajat ovat paikkansapitäviä. Lähinnä negatiivinen palaute on ollut tiedon puute järjestelmästä.

## 2.1 Ominaisuudet

Cefo-elementit on suunniteltu noudattamaan asetuksia ja rakennusmääräyksiä. Cefo-elementit suunnitellaan kohteittain niin kuin myös muutkin nousulinjavaihtoehdot ja niiden nousulinjoissa voidaan viedä kaikki LVIS-linjat. Cefo-elementeistä löytyy muitakin erikoisia vaihtoehtoja esim. lattialämmityselementti.

Cefo-elementtien runko valmistetaan 1,0 mm tai 1,5 mm sähkösinkitystä teräslevystä ja sillä on runkomateriaalin tyyppihyväksyntä. Kaikki käytettävät eristeet ovat eri valmistajien tuottamia ääni- palo- ja kosteuseristeitä sekä massatuotteita joilla on tyyppihyväksynät. Valmistajia ovat mm. Paroc, Saint Gobain, Würth jne. Vesijohdot ovat Uponorin omia komposiittiputkia ja viemäriputkina käytetään Uponorin Decibel-putkia. Kaikki Cefo-elementtien elementtikasetit ovat palo- ja äänieristettyjä. Mikäli Cefo-elementit ovat porraskäytävillä, käytetään eristeenä yleensä mineraalivillaa, koska silloin ääneneristävyys ei ole ensiarvoisen tärkeää. Kaikilla Cefo-elementtien valmistamiseen käytettävillä tuotteilla on Suomessa tyyppihyväksyntä. [3.]



Kuva 2. Cefo- ja betoniormielementti vierekkäin kylpyhuoneessa

## 2.2 Työvaiheet

Työvaiheissa käsitellään Cefo-elementtiurakkaan ja rakennusurakoitsijalle kuuluvia töitä sekä esimerkkikohteessa tapahtuneita työvaiheita. Cefo-elementit tilataan työmaalle sovitusti. Toimitusajankohta voidaan sopia myös runkotöiden jälkeen, koska Cefo-elementit eivät ole sidottuja nosturin käyttöön. Cefo-elementit voidaan asentaa porrashuone, linja tai kerros kerrallaan.

Kun Cefo-elementit saapuvat työmaalle, lajitellaan ne asennuspaikoilleen tai riippuen siitä, miten on sovittu toimittajan kanssa nostaako tilaaja ne kerroksiin. Cefo-elementtien asennus alkaa kumminkin Cefo-elementtien lajittelusta nousulinjoille. Cefo-elementit saapuvat runkokasetteina työmaalle ja työmaan edetessä Cefo-elementteihin tulee ns. täytettä eli vesijohtoja yms. Työmaan edetessä Cefo-elementit muuttavat muotoaan eristyksillä ja levytyksillä. Yhdessä runkokasetissa kulkee aina yksi nousulinja.

Asennus alkaa linjan mittaamisella, jonka yleensä mittamies merkkää. Kun linja on saatu, kiinnitetään ensimmäinen Cefo-kasetti rakenteeseen kiinni betoniruuville tai riippuen seinärakenteesta, mahdollisesti myös puuruuvilla. Cefo-elementit täytyy kiinnittää tukevaan rakenteeseen. Tämän jälkeen runkokasetit kiinnitetään toisiinsa kiinni, jolloin muodostuu yhtenäinen nousuhormi huoneeseen. Linjojen liittämiset tapahtuvat linjan noustessa ylös. Samalla asennetaan tarvittavat palomansetit sekä muut liitäntä- ja eristekappaleet.



Kuva 3. Cefo-elementin varaus ontelovälipohjassa, tässä elementissä on kolme runkokasettia

Linjan tai kerroksen ollessa valmis, aloitetaan välipohjien putkivarausten muottityöt. Kuvassa 3 huomaa, kun varaus on jätetty liian suureksi ontelolaatoissa, tulee muottitöitä enemmän sekä kaikkien vesijohtojen läpiviennit pellistä joutuu myös tukkimaan. Kuvassa 4 näkee kuinka väljät peltien läpiviennit ovat vesijohtojen kohdalla. Tämän jälkeen varaukset saadaan valettua umpeen. Vesi- ja lämpöjohdot koeponnistetaan putkiurakoitsijan toimesta ja kun ponnistus on onnistuneesti tehty, voidaan aloittaa kyseisten linjojen eristäminen. Eristys kuuluu Cefo-elementtiurakkaan.



Kuva 4. Cefo-elementtien vuodonilmaisimet lämpöjohdoissa

Kun vesi- ja lämpölinjat on eristetty, voidaan aloittaa vuotokaukaloiden muotti- ja valutyöt. Nämä työt kuuluvat rakennusurakoitsijalle. Vuotokaukalovalujen jälkeen aloitetaan Cefo-elementtien ylilevytys, joka kuuluu yleensä Cefo-elementti urakkaan. Jos kyseessä on kylpyhuone, ylilevytyksen jälkeen Cefo-elementit vesieristetään samoin vuotokaukalo. Kuvassa 4 näkee lämpöjohtojen vuodonilmaisimien suppilot, samanlaisia käytetään myös betonihormielementeissä.



Kuva 5. Cefo-elementti laatoitettuna



Laatoitus tai muut pinnoitustyöt voidaan aloittaa vesieristämisen tai ylilevytyksen jälkeen. Jos kyseessä on kylpyhuone, niin kuin esimerkikohteessa, laatoituksen jälkeen Cefo-elementtien vuotokaukaloiden päälle asennetaan magneettilevy. Kuvassa 5 näkee Cefo-elementin laatoitettuna, vesijohtojen päälle tulee lopuksi magneettilevy, joka toimii huoltoluukkuna.

### 3 Muut nousulinjat

#### 3.1 Betonihormielementit

Betonihormielementti on rakennuksen runkotyövaiheessa kerroksittain asennettava talotekniikkaelementti. Betonihormielementtiin pystytään sijoittamaan kaikki tarvittavat talotekniikkanosat. Myös sähkörasioita ja muita varauksia pystytään tekemään betonihormielementteihin. Nämä soveltuvat käytettäväksi elementti- tai paikallavalurakenteiden kanssa. Betonihormielementit ovat kustannustehokas ratkaisu, jossa saadaan kaikki LVIS-nousut samaan pakettiin ja näin ollen tilojen käytettävyys paranee. [4, 5.]

Betonihormielementtejä valmistaa Suomessa kaksi toimittajaa; Lujabetoni Oy ja Lohjan Rudus Oy.

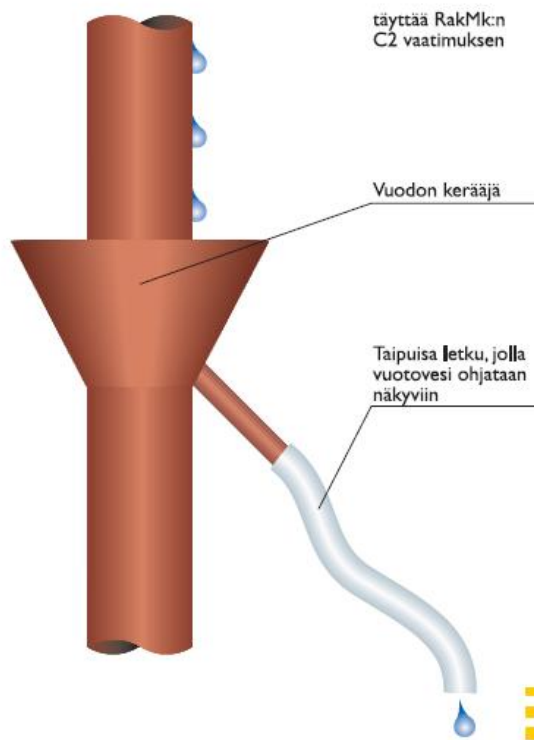


Kuva 6. Betonihormielementti asennusvaiheessa

### 3.1.1 Ominaisuudet

Betonihormielementit täyttävät hyvin nykyiset asetukset ja määräykset jotka koskevat ääntä ja melua sekä paloturvallisuutta. Massiivisen rakenteen ansioista betonihormielementit täyttävät kaikki vaadittavat määräykset. [6.]

Massiivinen rakenne tekee myös sen, että betonihormielementtejä voidaan käyttää huoneistoja erottavana rakenteena, koska se täyttää asetuksen määrittämän rakenteen ilmanmääräeristysluvun 55 dB [7].



Kuva 7. Periaatekuva betonihormielementtien vuodonilmaisimesta

Kaikki LVV-linjat saadaan kulkemaan myös betonihormielementeissä. Liitoskohdat jätetään yleensä auki, että putkiurakoitsija saa juotettua LVV-linjat toisiinsa. Koeponnistuksen jälkeen avonaiset kohdat mahdollisesti eristetään ja levytetään toimittajalta saadulla lujalevyllä. Toimittaja toimittaa myös vuodonilmaisimet hormien mukana, kuvassa 7 on periaatekuva vuodonilmaisimesta.

Huoneistotilojen kannalta betonihormielementit ovat kannattavia, koska ne pystytään sijoittamaan helposti seinien jatkeeksi. Muutenkin betonihormielementteihin sijoitetut

LVIS-nousut ovat pienemmässä tilassa kuin paikallaan tehdyt nousulinjat. Samalla säästyy huoneliöitä. Hormin suunnittelu ja piirustukset tulevat yleensä hormitoimittajalta, joka tekee hormipiirustukset kohteen LVIS-suunnitelmien mukaan. [8.]

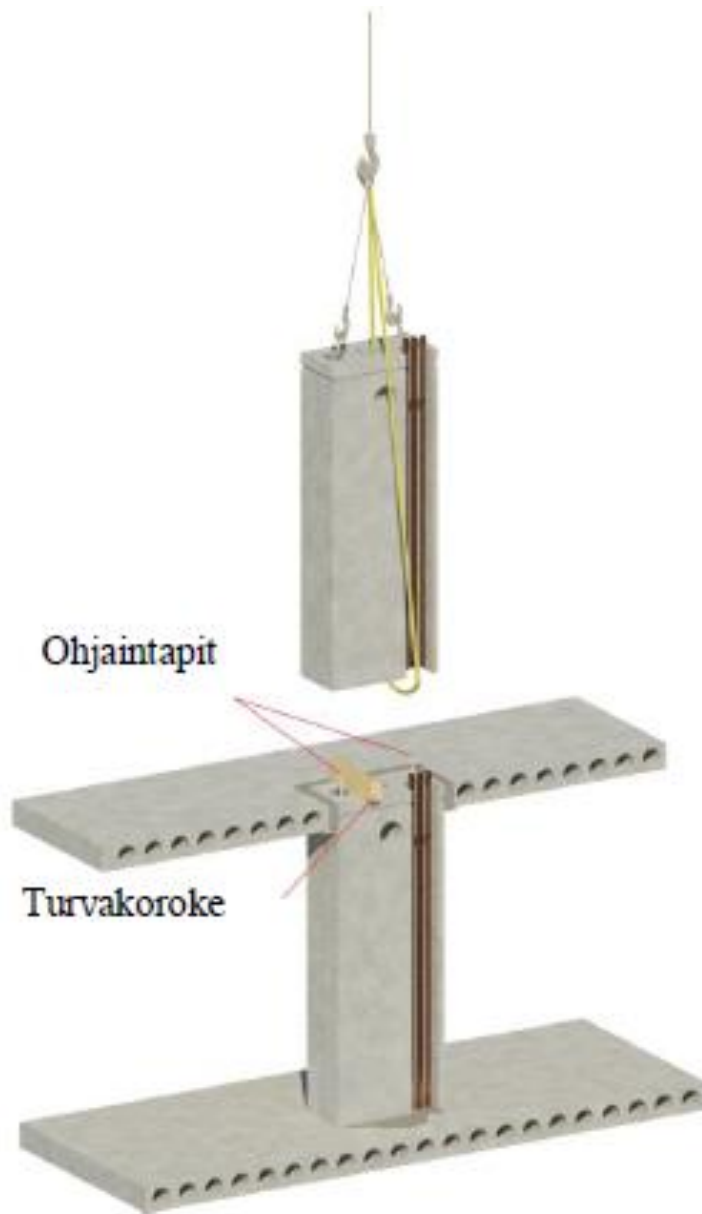
### 3.1.2 Työvaiheet

Betonihormielementtien työvaiheet työmaalla alkavat niiden tilaamisesta työmaalle. Kun betonihormielementit saapuvat työmaalle, ne puretaan niille sijoitettuun varastointipaikkaan. Elementit tilataan ja valmistetaan kerroksittain runkotyövaiheiden mukaan.

Elementtien kuorman purkamisessa ja niiden asennuksissa tarvitaan nosturikalustoa, koska elementit voivat helposti painaa muutamia tonneja. Betonihormielementtien asennuksen suunnittelu tulee ottaa huomioon elementtien asennussuunnittelussa.

Ennen asennusta on mitattava elementtilinjat sekä tarkistettava oikeat korot elementille. Kun betonihormielementtien asennus on ajankohtainen, tulee elementti nostaa ja asentaa toimittajan ohjeiden mukaan. Nostaessa elementtiä tulee elementtiin asentaa turvaliina varmistukseksi turvallisesta nostosta ilmanvaihtokanavan ulostuloaukosta. Kuvassa 8 näkee periaatteen turvallisesta kiinnityksestä. Turvaliina irrotetaan elementistä vasta sitten kun elementti on asennettu kohdilleen ohjaintappeihin sekä kiilattu kiilojen avulla ylemmän tason holvikenttään tai tuettu elementtitiilla. [6.]





Kuva 8. Betonihormielementtien asennusperiaate

Betonihormielementtien liitoksissa käytetään liitinkappaleita, jotta saataisiin putkistoista ja kanavista tiiviitä. Ennen liitinkappaleiden asentamista asennettavaan elementtiin, tulee alempaan elementtiin asentaa ohjaintapit. Ohjaintapit uppoavat ylemmän elementin vastaaviin reikiin jolloin elementti tulee oikeaan linjaan. Kuvassa 8 näkee turvallisen asennuksen periaatteen. Kun elementti on asennettu paikoilleen, tulee sen yläpää valaa kiinni rakenteisiin.

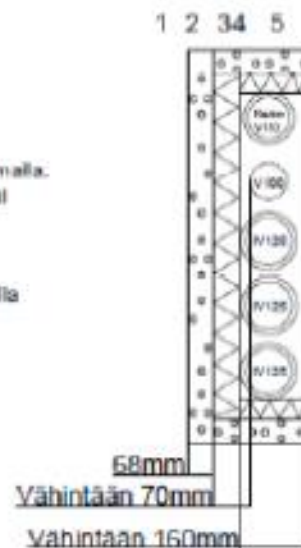
Rungon noustessa ylös on betonihormielementillä tehdyt nousulinjat myös valmiita talotekniikan asentajille. Ilmastointikanavien ulostulot ovat sellaisenaan valmiita ilmastointiasentajalle, viemäriulostulot ovat putkimiehelle myös sellaisenaan valmiita. Mutta kupariset vesijohdot tulee liittää kerroksien välissä juottamalla kiinni toisiinsa, tämä työ kuuluu yleensä LVV-urakkaan.

### 3.2 Paikallatehdyt nousuhormit

Paikallatehtyjä hormilinja näkee nykyään harvemmin ainakin uudisasuinkerrostalotuotannossa. Nykyään käytetään laajasti betonihormielementtejä työmaalla tehtävien hormien sijaan. Työmaalla tehtävin hormonein saadaan täysin toimivat ja määräykset sekä asetukset täyttävät hormilinjat. Kuvissa 9 ja 10 on periaatekuvat paikalla tehtävistä nousuhormeista. Kyseessä on aco-levyllä muurattu nousuhormi sekä perinteinen kipsilevytysverhoushormi.

#### ACO-HORMI

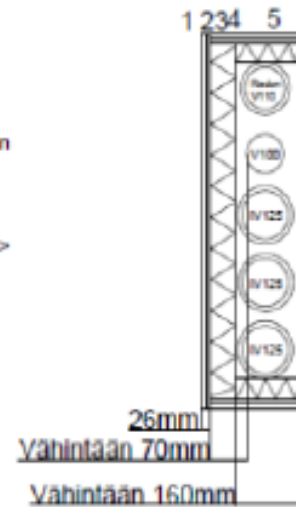
1. Pintamateriaali  
Pintamateriaali ja käsitely huoneeseilyksen mukaan
2. Aco-harkko(68mm)  
Paloluokka EI30  
Seinien pysty- ja alasaumat tiivistetään muurauslaastilla tai Aco-limalla.  
Ylösauma tiivistetään paloluokitellussa seinässä mineraalivillalla tai laastilla
3. Eristys  
Mineraalivilla vähintään 50mm, paino > 60kg/m<sup>3</sup>, vähintään kahdella seinällä
4. Hummitila  
Viemärin etäisyys harkon pinnasta > 70mm
5. Valurautaviemäri ja IV-kanavat  
IV-kanavat ja radon eristetty 13 solukumienateolla



Kuva 9. Periaatekuva aco:lla muurattu nousuhormi.

## LEVYRAKENTEINEN HORMI

1. Pintamateriaali  
Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
2. Rakennuslevy  
2 x 13mm EK - kipsilevy, asennetaan limittäin  
Katon ja seinien väliset saumat sekä levyjen rajasaumat tiivistetään elastisella saumamassalla
3. Runko  
Teräsranka R 66/40 k400 + mineraalivilla vähintään 50mm, paino > 60kg/m<sup>3</sup>, vähintään kahdella seinällä
4. Hormitila  
Viemärin etäisyys kipsilevyn pinnasta > 70mm
5. Valurautaviemäri ja IV-kanavat  
IV-kanavat ja radon eristetty 13 solukumieristeellä



Kuva 10. Periaatekuva levytetystä nousuhormista

### 3.2.1 Ominaisuudet

Paikalla tehdyt pystyhormit saadaan tehtyä määräykset ja asetukset täyttäviksi. Tämä vaatii kuitenkin tarkkaa suunnittelua ja laadukasta työnjälkeä. Kuilujen seinämät toteutetaan yleensä levy- tai kivrakenteisina ja seinämät verhoillaan palo- ja äänitekniset vaatimukset täyttävällä suojaverhouksella. Vesi- ja viemärilaitteet tulee kiinnittää massiiviseen rakenteeseen eikä kuilun seinämään, muuten äänitekniset vaatimukset eivät täyty. Myöskään kuilun seinämiä ei tulisi asentaa kiinni vesi- ja viemärilaitteisiin, koska tämä saattaa aiheuttaa haittaavaa melua. Seinämän ja laitteen väliin on jätävä ilmarako. [9, 10.]

Hormien ja nousukuilujen suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon laitteiden ja linjojen huollettavuus ja tarkastettavuus. Sekä vuotojen havaittavuus on myös huomioitava. Linjojen tarkastusluukut eivät saa heikentää ääni- ja paloteknisiä ominaisuuksia. Luukkujen, välipohjarakenteiden ja muiden saumojen tulee olla tiiviitä, sillä muuten ne heikentävät vaadittavia vaatimuksia. Palotekniset vaatimukset tulee täyttää rakentamismääräyskokoelman osan E1 ja nykyisen asetuksen vaatimukset. Mikäli hormien seinämät jostain syystä eivät täytä määräyksiä, tulee ilmanvaihtokanavat paloeristää vähintään 50 mm paksuisella mineraalivillalla, jonka tiheys oltava 80 kg/m<sup>3</sup>. [9.]

### 3.2.2 Työvaiheet

Paikallaan tehtävät pystyhormit teettävät töitä monella eri urakoitsijalla. Yleensä nousulinjojen työt teetetään erikseen LVI-urakoitsijalla. Työt tehdään erikseen irrallisilla osilla, erillistä putkista ja kanavista ja nämä kannakoidaan riittävän massiivisiin rakenteisiin. Putkien ja kanavien eristystyöt yleensä sisällytetään LVI-urakoitsijalle, joka mahdollisesti teettää sen erikseen eristystöihin erikoistuneella urakoitsijalla. Muita töitä, joita joudutaan teettämään vaiheeseen erikoistuneella urakoitsijalla, ovat kaikki läpivientien ja muiden erikoiskohtien palokatkot. Yleensä rakennusurakoitsijalle jää hormien seinämien teko. Hormilinjat pyritään tekemään rungon mukana tai ainakin heti perässä, jotta sisävalmistusvaiheessa ei tulisi liian kiire nousulinjojen kanssa.

Valmishormielementeissä liitoksissa yleensä ilmenee ongelmia linjojen kuvauksissa. Tämä johtuu siitä, että linjoissa on muutaman millimetrin eroja elementteihin yhdistäessä, joka rikkoo liitoskappaleen. Paikallaan tehdyissä linjoissa tuskin tulee liitosongelmia, koska linjat saadaan tehtyä rakennuksen mukaan ja kannakoitua linjojen mukaan. Jätettä tulee varmasti enemmän paikallaan tehdyissä pystyhormeissa kuin valmishormielementeissä. [8.]

## 4 Kohde Timanttikuja 1

SSR Uusimaa rakentaa kokonaisurakkana A-Kruunu Oy:lle ARA-asuinvuokratalon Vantaan Kivistöön. Kehäradan viereen rakentuvaan rakennukseen tulee 70 asuntoa. Kerroksia tulee 6 ja 7. kerros on ullakkotila, jossa on yleiset saunatilat ja teknisiä tiloja.

Rakennustyöt on käynnistetty tammikuun 2017 alusta maanrakennustöillä. Kohde valmistuu alkuvuodesta 2018. [11.]



Kuva 11. Havainnekuva kohteesta

Kohteen perustiedot:

- Rakennusvaihe: Rakenteilla (21.2.2018)
- Arvioitu valmistumisaika 3/2018
- Tilaaja, A-Kruunu Oy
- Pinta-ala 5 123 m<sup>2</sup>
- Tilavuus 16 452 m<sup>3</sup>
- Asuntojen lkm 70 kpl
- Asuntoneliöt 3 515 m<sup>2</sup>

Timanttikuja 1:ssä Cefo-elementit olivat sijoitettuna yleensä kylpyhuonetiloihin, joissa kulki vesi- ja lämpöputket sekä viemäriinjat, joten tämä täytti vaatimattoman äänentason vaatimukset. Muutamassa moduulilinjassa viemärinousut kulkivat keittiön kohdalla.

Näissä linjoissa oli eroja hormielementeissä, yksi linja oli Cefo-elementeillä ja muut linjat betonihormielementeillä. Ilmastointikanavien nousulinjat kulkivat yleisesti eteistilassa tai kylpyhuoneessa. Ilmastointilinjat olivat betonihormielementtejä, jotka täyttävät vaativamman ääneneristystason.

Timanttikuja 1 oli SSR Uusimaalle ensimmäinen kohde, jossa käytettiin vaihtoehtona nousulinjoissa Cefo-elementtejä. Kohteessa oli rinnakkain myös betonihormielementtejä. Cefo-elementit olivat kylpyhuoneissa, keittiössä ja vaatehuoneessa. Kylpyhuoneiden Cefo-elementeissä kulki lämpö- ja vesijohdot sekä viemärit, keittiöiden ja vaatehuoneiden Cefo-elementeissä kulki sadevesiviemäri. Kaikissa huoneistoissa ei kuitenkaan kulkenut sadevesiviemäriinjaa keittiön tai vaatehuoneen Cefo-elementeissä. Betonihormielementeissä kulkivat kaikki kohteen ilmanvaihtokanavat, sekä osa lämpö- ja vesijohdoista sekä viemäriinjoista. Betonihormielementtejä oli sijoitettuna melkein jokaiseen tilaan, kylpyhuoneisiin, wc-tiloihin, vaatehuoneisiin, yhdistetyssä eteis- ja olohuoneessa ja makuuhuoneen ja wc-tilan jakavana seinänä.

Cefo-elementtien asennus eteni noin porraskerros päivässä. Eli runkokasetteja asennettiin noin 15-20 kpl päivässä. Yhdessä runkokasetissa kulki aina yksi nousulinja vesi- tai lämpöjohtoja tai viemäriinjaa.

#### 4.1 Havaitut ongelmat

Ongelmat, joita ilmestyi työn edetessä, olivat lähinnä työhön liittyviä, eivät elementtien laadussa.

Cefo-elementit olivat kaikille työmaalla uusi tuttavuus ja niihin perehtyminen vei aikaa. Se tuli huomioida rakennustöiden etenemisen kanssa. Työnjohtajana joutuu tekemään työsuunnittelua ja koska Cefo-elementtien kanssa ei kukaan ollut aiemmin tekemisissä, niin asiaan joutui perehtymään paljon enemmän, kuin esimerkiksi tuttuihin betonihormielementteihin. Tämä asia ei niinkään ollut ongelma, mutta vei aikaa muulta työsuunnittelulta huomattavasti enemmän ja jouduttiin myös kyselemään toimittajalta enemmän tietoa.

Koska kyseessä oli uudiskerrostalo, eikä toimittajakaan aikaisemmin ollut kovin monessa uudiskerrostalossa asentanut Cefo-elementtejä, ei heilläkään täysin ollut

varmuutta, mikä on rakennusurakoitsijan seuraava vaihe Cefo-elementtiasennuksien edistämiseksi, joten heidän ei pitänyt osanneet aina neuvoa.

Ensimmäinen varsinainen ongelma ilmeni, kun kohteen putkiurakoitsija oli kytkemässä omia vesijohtoja Cefo-elementin vesijohtoihin. Putkiurakoitsija käytti eri valmistajan tuotteita ja eri materiaaleja, joihin ei heti löytynyt liitoskappaleita Cefo-elementin vesijohtoihin. Tässä oli putkiurakan ja Cefo-elementtiurakan rajapiste, alkuun oli hieman epäselvyyttä, kummalle kuului liittimien toimittaminen. Aluksi Cefo-elementtien toimittaja toimitti liittimet, jatkossa asiaan perehdyttiin tarkemmin ja todettiin liittimien kuuluvan putkiurakkaan. Tämä asia on syytä huomioida jatkossa, putkiurakoitsijan kanssa.



Kuva 12. Cefo-elementtien välipohjan palokatko valu

Toinen ongelma, jota ei huomioitu rakennusurakoitsijan toimesta, oli Cefo-elementtien välipohjien täyttövalut. Tämä on esitetty Cefo-elementtien urakkarajoissa. Kun kerrokseen oli Cefo-elementit asennettu ja seuraavan kerroksen kaatolattiavalmisteluja alettiin tekemään, kävi ilmi, että Cefo-hormien välipohjan palokatkon täyttövalu täytyy tehdä. Kuvassa 12 näkee Cefo-elementti varauksen johon on tehty ämpäriä palokatkon



täyttövalu. Valun paksuus vaihteli 5-10 cm välillä eli aina varaukseen meni noin 2-5 ämpärillistä betonia, kun varauksien koot vaihtelivat. Tätä ei oltu huomioitu, koska kuviteltiin kaatolattiavalun täyttävän sen. Se kyllä pitää paikkansa, mutta Cefo-elementeissä olevat läpivientipeltien varaukset olivat liian suuret ja pellit eivät täyttäneet läheskään koko Cefo-elementin varausta, eikä pelti todennäköisesti olisi kestänyt koko kaatolattian valupainetta. Tällaista riskiä ei tietenkään haluttu ottaa, mistä syystä välipohjan alapinta muotitettiin ja täyttövalu tehtiin ns. ämpärivaluna. Muotituksen ja valun lisäksi työaika kului muotin purkamisessa sekä työnjohtajalla uuden työvaiheen huomioimisena tulevissa kerroksissa.

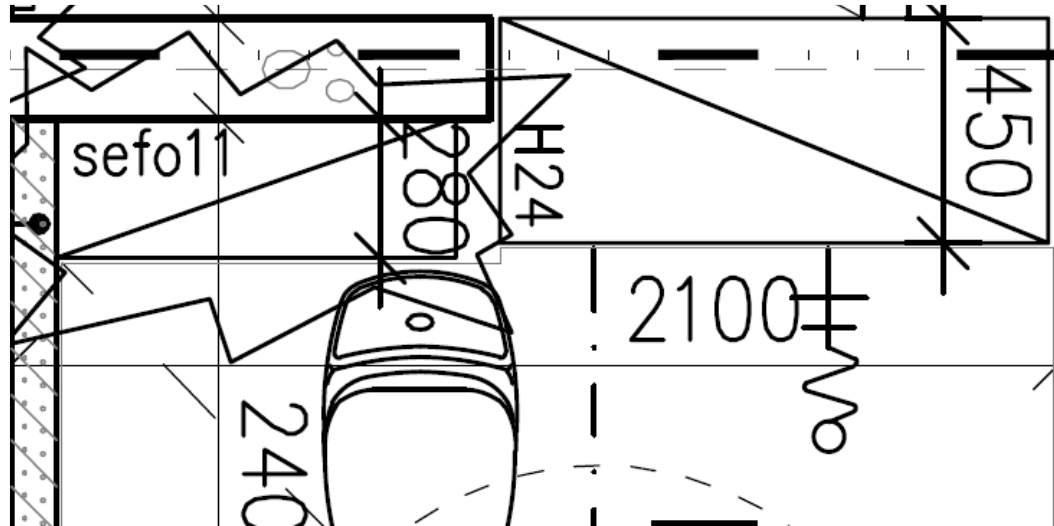


Kuva 13. Vuotokaukaloiden valu

Ennen Cefo-elementtien levytystä jouduttiin valamaan vuotokaukalot Cefo-elementtien vesijohtojen alapäähän. Tämä oli huomioitu, mutta ei sitä, että ne jouduttiin taas



muotittamaan, ettei tuorebetoni pursua Cefo-elementtien alapäästä pois ja teetä lisätöitä etuputsauksella. Kuvassa 13 näkee, kuinka vuotokaukalo, on valettu vesijohtojen alapäähän Cefo-elementissä.



Kuva 14. Ote pohjapiirustuksesta, Cefo-elementin(sefo11) ja betonihormielementin(H24) pykällys

Ylilevytyksen aikana todettiin, mikä suunnitelmissa jo näkyi, mutta reagoitiin vasta sen vastaan tullessa. Cefo- ja betonihormielementtien ollessa vierekkäin tuli näiden kokoerojen takia pieni pykällys noin 1 – 3 cm, joka hankaloitti taas laatoitustyössä todella paljon. Tämä ratkaistiin betonihormielementtien ylilevytyksellä, jota ei tietenkään oltu huomioitu työvaiheena. Kuvassa 14 näkee, kuinka pohjapiirustuksissa on jo mainittu pykällys hormien kesken.

Kun vuotokaukalot ja levytykset oli tehty, pääsi vedeneristäjä eristämään seinämät sekä vuotokaukalon ja sitten laatoitustyöt voitiin aloittaa. Vedeneristystä ei saatu tehtyä kunolla vuotokaukaloon, joten kaukaloa piti käydä eristämässä useamman kerran ennen kuin se oli hyväksyttävä. Laatoitusta haittasi vesi- ja lämpöjohtojen vuotokaukalon luukku. Se teetti lisätöitä laatoittajalle, laatoitusjaon selvittämistä ja lisää leikkaamista. Tästä laatoittajat pyysivät lisätöitä, koska he eivät olleet huomioineet luukkuja, ilmeisesti sitä ei oltu riittävän selvästi esitetty heille.

## 4.2 Lisäkustannukset

Selkeästi rakennusurakoitsijalle tuli Cefo-elementeistä lisäkustannuksia. Materiaalikustannukset olivat todella mitättömät ja niitä ei voida luetella lisäkustannukseksi. Suurimmat kustannukset koituivat rakennusurakoitsijalle ns. ylimääräisten töiden teettämällä mitä ei oltu huomioitu mitenkään kustannuslaskennassa tai aikataulussa.

- Välipohjien muotitus-, valu- ja purkutöihin meni noin 1,5 työvuoroa per kerros
- Vuotokaukaloiden muotitus noin 0,5 työvuoroa per kerros
- Vuotokaukaloiden valu, huomioitiin työsuunnittelussa mutta ei kustannuksissa, noin 1 työvuoro per kerros
- Betonihormien ylilevytys 1 työvuoro per kerros
- Laatoittajan vaatima 1 h per huoneisto, Cefo-elementin hankalasta laatoittamisesta

Kerroksissa oli huoneistoja 6 - 7 riippuen rappukäytävästä. Jokaisessa huoneistossa oli Cefo-elementtien hormilinja.

## 4.3 Urakkarajat

Kuten aiemmin todettiin urakkarajoista, putkiurakan ja Cefo-elementtiurakan rajapisteessä tuli urakoitsijoiden kesken ristiriitaisuuksia, ainakin alussa. Liitteessä 1 on selventävä kuva Cefo-elementin urakkarajoista, jossa on huomioitu rakennusurakka, Cefo-elementtiurakka sekä putkiurakka. Esimerkkikohteessa urakkarajat tulivat ilmi aiemmassa luvussa putkiurakoitsijan kanssa.

## 5 Kustannukset

Kustannuksissa käsitellään rakennusurakoitsijalle koituvia kustannuksia. Vertailussa käsitellään esimerkkikohteen Cefo- ja betonihormielementtien hankintakustannuksia sekä niihin liittyvien töiden kustannuksia. Cefo- ja betonihormielementtien kustannukset eivät täysin ole vertailukelpoisia, koska Cefo-elementeistä puuttui ilmastointikanavat, kun taas betonihormielementeissä oli jokaista talotekniikkanosua. Kustannukset ovat könttäsummia ilman selkeitä erittelyjä, joten tästä syystä niistä ei saa myöskään täysin vertailukelpoisia mutta vertailussa näkee kustannusten suunnan. Paikalla tehtyjen tekniikkanosujen kustannukset on laskettu työmenekkien mukaan sekä rakennusurakoitsijalle jäävien materiaalihankintojen mukaan. Materiaalihintojen laskennassa on käytetty rautakauppojen kuluttajahintoja ilman arvonlisäveroa. Levytys tai muurattavissa hormeissa ei tule merkittävää hintaeroa, joten käytetään kalliimpaa vaihtoehtoa. Talotekniikkamateriaaleja ei ole huomioitu paikallatehtyjen hormilinjoiden laskennassa, koska kyseiset materiaalit jäävät alihankkijan hankittavaksi. LVI-työmenekkien mukaan on laskettu työlle hinta talotekniikan osalta, jossa on käytetty talotekniikka-asentajan tunti-laskutus-hintaa 45 €/h alv. 0%, joka on eri urakoitsijoiden mediaani tuntihinta. Rakennusurakoitsijalle jäävien töiden hintana on käytetty 42 €/h alv. 0%, joka on rakennusammattimiehen laskutustuntihinta, mikä on myös saatu eri urakoitsijoilta yleisesti. Lisäkustannuksissa on käytetty rakennusmiehen tunti-laskutus-hintaa 30 €/h alv. 0%, koska lisäkustannuksissa on yleensä ollut rakennusmies työstämässä. Kustannukset on laskettu siten, että oletetaan esimerkki kohteessa olevan pelkästään paikalla tehtyjä pystyhormeja, Cefo-elementtejä tai betonihormielementtejä. Nousulinjojen paikat on laskettu ja oletetaan niissä kulkevan huoneistoon vaadittavat lämpöjohdot, vesijohdot ja ilmanvaihtokanavat. Sähkönousuja ei oteta huomioon kustannuksissa eikä aikatauluvertailuissa.

### 5.1 Kustannusvertailu

Cefo-elementtien ja betonihormielementtien hinnat on laskettu kohteen hankintahintojen perusteella ja näin ollen verrattu tuotteiden hintoja keskenään. Betonihormielementtejä ei ole eroteltu ns. runkokasetteihin tai omiin nousuihin, vaan on laskettu yhteen kohteen kappalemäärät ja jaettu hankintahinnalla sekä lisätty asennushinta siihen. Cefo-elementeissä oli eritelty kaikki nousulinjat eli kasetit. Mikäli Cefo-elementtien hankintahinnan jakaa kaikilla nousukaseteilla mitä kohteeseen tuli, niin luonnollisesti Cefo-elementtien kappalehinta on halvempi kuin betonihormielementtien, koska kasetteja on niin paljon.

Tällä menetelmällä laskettuna Cefo-elementit ovat noin 37% halvempat kuin betoni-hormielementit. Mutta mikäli Cefo-elementit lasketaan piirustusten varauksien mukaan, koska Cefo-elementtejä on paljon vähemmän, tällöin kappalehinta on noin 60 % kalliimpi kuin betonihormielementtien samaa laskutapaa käyttäen. Eli riippuen laskutyylistä, Cefo-elementin kappalehinnasta tulee edullisempi ja taas toisinpäin. Paikalla tehtyjen hormi-linjojen talotekniikkatyöt eivät perustu kenenkään urakoitsijan urakkahintaan, vaan on oletettu TATE-urakoitsijan keskituntilaskutushinta, jonka mukaan on laskettu työmenek-kejä käyttäen kohteelle hinta. Laskennassa on laskettu könttäsomma koko kohteelle ja sen jälkeen jaettu horminousujen kappalemääriin. Talotekniikkamateriaalit on jätetty huomioimatta hinnassa. Ilman talotekniikkamateriaaleja, kohteessa paikalla tehdyt hor-mit ovat arviolta noin 3% tai 52% kalliimmat kuin halvin vaihtoehto. Paikalla tehdyt hormit ovat 3% kalliimmat verrattuna betonihormielementteihin, jolloin Cefo-elementit, on va-rauksien mukaan laskettu. Paikalla tehdyt hormit ovat 52% kalliimmat verrattuna Cefo-elementteihin, jolloin Cefo-elementit, on runkokasettien mukaan laskettu.

Taulukossa 1 ja 2 on hankintavaiheen kustannukset. Paikalla tehtyjen hormien hinnat on esitetty omien laskelmien mukaan ilman talotekniikan materiaaleja. Cefo- ja betoni-hormielementtien hinnat ovat esitettynä X:llä, koska hintoja ei saa näyttää, joten hintojen erot on laskettu prosentteina halvimpaan nähden.

Taulukko 1. Cefo-elementit runkokasettien mukaan laskettuna

Cefo-elementit runkokasettien mukaan laskettuna			
	Paikalla tehty hormi	Betonihormielementit	Cefo-elementit
Materiaalit (raken-nusliike)	21 000€	x	x
Työ (rakennusliike)	25 000€	x	x
Alihankinta (TATE)	115 200€ +materiaalit	x	x
Yht.	161 200€ +tate materiaalit	x	x
	52% kalliimpi kuin Cefo-elementit runkokasetti	49% kalliimpi kuin Cefo-elementit runko-kasetti	halvin

Taulukko 2. Cefo-elementit varauksien mukaan laskettuna

Cefo-elementit varauksien mukaan laskettuna			
	Paikalla tehty hormi	Betonihormielementit	Cefo-elementit
Materiaalit (rakennusliike)	21 000€	x	x
Työ (rakennusliike)	25 000€	x	x
Alihankinta (TATE)	115 200€ +materiaalit	x	x
Yht.	161 200€ +tate materiaalit	x	x
	3% kalliimpi kuin betonihormielementit	halvin	60% kalliimpi kuin betonihormielementit

Tarkemmassa vertailussa ja kohteen seurannan mukaan, ylimääräisiä kuluja tuli rakennusurakoitsijalle erilaisista muotitus- ja valutöistä valmishormielementtien kanssa. Betonihormielementteihin voi myös ylimääräiseksi kuluksi laskea betonin ja muotitusmateriaalit, mutta jos elementtityö on myyty aliurakaksi, niin kustannuslaskennassa on huomioitu muottimateriaalit sekä betoni. Cefo-elementteihin joutuu laskemaan materiaalien lisäksi työnhinnan, koska urakka on myyty siinä uskossa, että hormilinjat ovat valmiit, eikä niille tarvitsisi tehdä enää mitään. Tätä käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

## 5.2 Valmishormielementtien todelliset kustannukset

Todelliset kustannukset määräytyvät ylimääräisten töiden ja materiaalien mukaan. Betonihormielementeissä työtä ei voi laskea ylimääräiseksi kuluksi, koska kyseessä on työurakka aliurakoitsijalla ja työhön kuuluu betonihormielementin juotos, johon kuuluvat mahdolliset muotittimet. Materiaalit on myös otettu kustannuslaskennassa huomioon elementteihin liittyväksi. Ylimääräisiä kustannuksia kertyy, mikäli holvin varaukset on jätetty liian pieniksi ja näitä joudutaan suurentamaan. Tämä on työkustannus ja kuuluu elementtityöhön liittyväksi, mutta ei välttämättä aliurakoitsijan tehtäväksi, jolloin syntyy lisäkustannus. Elementtityön avustaviin töihin on laskettu kustannuslaskennassa yleensä varoja. Violliset liitoskohdat tai mahdolliset puutteet hoitaa betonihormitehtaan oma asentaja ja nämä menevät tehtaan laskuun. Jos havaitaan, että työn aikana aiheutuu tuotteen rikkoutuminen, peritään korjauskustannukset asentajayritykseltä, mikäli

voidaan todeta rikkoutumisen aiheutuneen huolimattomasta työstä. Näin ollen ylimääräisiä kuluja ei pääse kovin helpolla syntymään.

Cefo-elementtien ylimääräiset kustannukset kertyivät työ- ja materiaalikustannuksista. Enemmän kustannuksia kertyi työkustannuksista, mitä ei oltu huomioitu kohteen kustannuslaskennassa. Materiaalikustannuksia ei kannata huomioida, koska työmaalla on kyseisiä tarvikkeita yleensä saatavilla (esim. puutarvikkeita) ja jotka ovat mahdollisesti jääneet aiemmista urakoista yli. Välttämättä ei myöskään tarvitse erikseen tilata materiaaleja Cefo-elementtien täyttötöihin. Työkustannukset kertyivät lähinnä välipohjien muotitus- ja valutöistä sekä vuotokaukaloiden muotitus- ja valutöistä. Muita kustannuksia oli betonihormielementtien ylilevyttäminen mikä ei kuulunut kenenkään urakkaan. Aiemmassa luvussa on listattu ylimääräiset työkustannukset, jotka on laskettu yhdelle rakennusmiehelle. Jos nämä työvuorot lisätään Cefo-elementtien kustannuksiin, tulevat Cefo-elementit olemaan betonihormielementteihin verrattuna noin 86 % kalliimmat per kappale. Tässä laskelmassa on käytetty piirustusten mukaisia varauksia. Mutta mikäli käytetään Cefo-elementtien runkokasettien laskutyöliä niin tällöin Cefo-elementit noin 27 % halvempat. Mikäli ajatellaan, että kohteessa on vain Cefo-elementtejä niin jää hormien levytys kokonaan pois, jota ei ole huomioitu laskennassa. Aikatauluvertailun mukaan Cefo-elementit ovat työläämmät ja hitaammat työstää kuin esimerkiksi betonihormielementit. Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty toteutuneet kustannukset esimerkki kohteessa, eli lisätyöt tulleet hankinnan lisäksi.

Taulukko 3. Cefo-elementit runkokasettien mukaan laskettuna

Cefo-elementit runkokasettien mukaan laskettuna			
	Paikalla tehty hormi	Betonihormielementit	Cefo-elementit
Materiaalit (rakennusliike)	21 000€	x	x
Työ (rakennusliike)	25 000€	x	x
Alihankinta (TATE)	115 200€ +materiaalit	x	x
Yht.	161 200€ +tate materiaalit	x	x
Lisätyöt	-	x	14 000 €
	39% kalliimpi kuin Cefo-elementit runkokasetti	36% kalliimpi kuin Cefo-elementit runkokasetti	halvin

Taulukko 4. Cefo-elementit varauksien mukaan laskettuna

Cefo-elementit varauksien mukaan laskettuna			
	Paikalla tehty hormi	Betonihormielementit	Cefo-elementit
Materiaalit (rakennusliike)	21 000€	x	x
Työ (rakennusliike)	25 000€	x	x
Alihankinta (TATE)	115 200€ +materiaalit	x	x
Yht.	161 200€ +tate materiaalit	x	x
Lisätyöt	-	x	14 000 €
	3% kalliimpi kuin betonihormielementit	halvin	86% kalliimpi kuin betonihormielementit

## 6 Aikataulu

Cefo-elementeillä ei ole työmenekkiä, joten tämä perustuu esimerkki työmaan seurantaan. Muuten vertailut perustuvat paikalla tehtyjen pystyhormiin liittyviin ja betonihormielementtien olemassa oleviin työmenekkeihin. Paikalla tehtyjen pystyhormien työmenekkeissä pitää laskea talotekniikkaurakoitsijoiden työt myös mukaan.

### 6.1 Aikatauluvertailu

Työmenekit paikalla tehdyille pystyhormeille sekä betonihormielementeille.

- IV-runkokanavat, hajautettu järjestelmä, runkotyö 0,02 tth/brm<sup>2</sup>
- IV-kanavien eristystyöt 0,18 tth/brm<sup>2</sup> [13, s.6]
- LVV-työt nousujohtot, Lämpö 0,10, vesi 0,06, viemäri 0,02, eristystyöt 0,12 tth/brm<sup>2</sup> [14 s. 7]

- Hormielementin asennus 0,9 ja juotos 0,4 tth/kpl
- Hormimuuraus, harkko 0,8 tth/jm, mittaus hormi 0,6 tth/kpl, laastin valmistus hormi 0,1 tth/erä
- Äänenvaimennusverhous, mekaaninen kiinnitys suuri kohde 0,13 tth/m<sup>2</sup>
- Palokatko, betonitäyttö poikkipinta-ala 0,06m<sup>2</sup> 0,85 tth/betoni-m<sup>3</sup>, poikkipinta-ala 0,09m<sup>2</sup> 0,65 tth/betoni-m<sup>3</sup>
- Väliseinälevytys metallirunko k600 0,11 tth/seinä-m<sup>2</sup>, eristys k600 0,04 tth/seinä-m<sup>2</sup>, sisäseinän kuitusementtilevy verhouslevytys 0,15tth/seinä-m<sup>2</sup> [15 s.102.]

Paikalla tehdyssä hormilinjassa on käytetty levytettävää ja muurattavaa vaihtoehtoa, näissä ei aikataulullisesti suurta eroa tullut. Mutta kustannuksissa oli jo varteen otettava ero. Muurattavassa hormilinjassa on otettu erikseen ääneneristys mukaan, mutta levytysvaihtoehdossa tätä ei ole huomioitu. Levytysverhoilussa on otettu väliseinän eristystyön työmenekki mukaan, jolla korvataan ääneneristys. Paikalla tehdyt hormit ovat selkeästi työläämmät kuin valmishormielementit. Työmenekkien mukaan esimerkki kohteen pystyhormien tekemiseen menisi työryhmistä riippuen 4-6 kuukautta.

Kohteen betonihormielementtien työt kestäisivät noin 1,5 kuukautta mikäli ne asennettaisiin putkeen kaikki työmenekkien mukaan.

Mikäli kaikki Cefo-elementit päästäisiin asentamaan myös suoraan, niin siinä kestäisi myös noin 1,5 kuukautta mutta kyseessä olisi vain Cefo-elementtien runkokasettien asennus, tämän jälkeen pitäisi odottaa putkiurakoitsijan koeponnistus ja muut liitokset. Sitten päästäisiin vasta seuraavaan työvaiheeseen joka olisi eristystyöt. Tätä enää muita työvaiheita ollut enää seuraamassa työmaalla, mutta näissä voi käyttää olemassa olevia työmenekkejä.

IV-kanavien eristystyöt 0,18 tth/brm<sup>2</sup>, LVV-eristystyöt 0,12 tth/brm<sup>2</sup>. Tämän jälkeen voidaan käyttää palokatkojen välipohjan betonitäyttöjen työmenekkiä välipohjien valamiin poikkipinta-ala 0,09 m<sup>2</sup> 0,65 tth/betoni-m<sup>3</sup> sekä vuotokaukaloihin, sitten voisi ottaa käyttöön väliseinien levytystyömenekin sisäseinän kuitusementtilevy verhouslevytys 0,15 tth/seinä-m<sup>2</sup>. Näiden työmenekkien mukaan Cefo-elementtien runkokasettien



asennus mukaan lukien Cefo-elementtien asennustyö suoriltaan tehtynä kestää noin 3,5-5,5 kuukautta riippuen työryhmästä.

## **7 Nousuhormeja koskevat asetukset ja määräykset**

Nousuhormien rakentamiseen vaikuttavat myös erilaiset määräykset, asetukset ja ohjeet jotka ovat rakentamisessa keskeisessä osassa. Tässä luvussa esitetään nykyaikaiset asetus- ja määräysvaatimukset sekä ohjeita, jotka liittyvät nousuhormeihin. Tammi-kuussa 2018 kumoutui suurin osa Suomen rakentamismääräyskokoelmista ja voimaan tulivat uudet ympäristöministeriön asetukset. Rakennustietokannasta löytyi vielä tietyistä osa-alueista asetus ja määräys, joten oletettavasti rakentamisessa joudutaan noudattamaan asetuksia ja määräyksiä.

### **7.1 Asetus rakennuksen ääniympäristöstä**

Viemäri- ja vesilinjoissa syntyvät suurimmat äänihaitat, vesi- ja ilmavirtauksien vuoksi. Lähtökohtana on suunnitella äänitekniset ominaisuudet riittävän hyväksi, jotta työmaalla toteutusratkaisut valittaviin materiaaleihin ja laitteisiin toteuttaisivat määräysten ja asetusten mukaisuuden. Jälkikäteen korjattavat meluisat putkistot tulevat kalliiksi.

Äänet syntyvät, kun neste ja ilma virtaavat putkistoissa ja iskeytyvät putkiston seinämiin. Putkistojen linjoja pitkin ääni siirtyy eteenpäin ja kannattimien kohdalla osa äänestä siirtyy seinärakenteisiin. Tällöin seinärakenteeseen syntyy värähtelyä ja tämä aiheuttaa taas ääntä huonetilaan. Putkien kannattimet seinärakenteissa sekä putkiston ja seinärakenteen äänitekniset ominaisuudet vaikuttavat äänitason voimakkuuteen. [15.]

Ääneneristysvaatimukset asuinhuoneiston viemärlaitteiden suunnittelussa ja asennuksissa esitetään ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä sekä muiden LVI-laitteiden ja niihin rinnastettaviin laitteisiin suurimmat sallitut äänitasot esitetään taulukossa 5.

Taulukko 5. Äänitasovaatimukset [16, 4§]

Tila	Keskiäänitaso, $L_{A,eq,T}$ (dB)	Enimmäisäänitaso, $L_{A,max}$ (dB)
Keittiö	33	38
Muut tilat (mh, oh)	28	33
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43

Taulukossa olevat arvot eivät koske samassa huoneistossa tapahtuvan vedenlaskun aiheuttamaan ääntä.

Asuinhuoneiston ja sitä ympäröivien tilojen välillä vaaditaan Suomen rakentamismääräyskokoelman ja uuden asetuksen mukaan 55 dB:n eristävyys ja mikäli pystynousut halutaan sijoittaa huoneistojen väliselle seinälle, tulee tämän raja-arvo täyttyä. Kyseistä raja-arvoa ei mitata asuinhuoneistoon kuuluvista tiloista kuten wc, kylpyhuone ja sauna. Nämä tilat on otettava suunnittelussa ja rakentamisessa huomioon niin, että asunnossa saavutetaan hyvät ääniolosuhteet. Nämä mainitut tilat ovat ääniteknisesti määräysten mukaan vaatimattomia. Mikäli nousulinjat suunnitellaan ääniteknisesti vaativampiin tiloihin, kuten makuu- tai olohuoneisiin, tulee pystyhormien täyttää vaativampi ääneneristävyys. Myös hormien huollettavuus pitää ottaa huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa.

”Rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuspaikan melu- ja värinäolosuhteet. Rakennuksen ääniympäristöä

koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy, jos rakennuksen ääneneristys, melun- ja värinäntorjunta sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen tämän asetuksen (rakennuksen ääniympäristö) mukaisesti.” [16, 3§.]

”Jos asunto, majoitus- tai potilashuone kytkeytyy rakenteellisesti tiloihin, joissa syntyy voimakasta, erityisen häiritsevää tai pienitaajuisia ääntä, riittävän ääneneristykseen toteutumiseen on kiinnitettävä suunnittelussa ja toteutuksessa erityistä huomiota. Impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun yhden tunnin keskiäänitaso ei saa ylittää nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä.” [16, 4§.]

Eli mikäli asunnon huoneisto sijoittuu esimerkiksi teknisten tilojen viereen, on huomiotava rakenteen eristävyys ääneneristykseen kannalta myös, jotta asetuksen keskiäänitaso desibelit eivät ylitä. Mikäli huoneiden välillä on nousuhormeja, tulee ääneneristävyys täyttää samat vaatimukset kuin huoneiden välisen seinän.

”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 taulukon 3 mukaisia lukuarvoja.” [16, 5§.]

Nousuhormien äänitasojen on pysyttävä taulukon 3 mukaisissa tasoissa, huonetilasta riippuen. Mikäli nousuhormit ovat makuuhuoneissa, ovat äänitasot tiukemmat kuin esimerkiksi keittiössä tai porrashuoneessa sijaitsevassa hormissa.

## 7.2 Asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

”Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelijan on rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus.” [17,3§.]

”Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöajan ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa.” [17,3§.]

”Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin. Sadevesi tai lumi ei saa kulkeutua eikä kosteus saa kerääntyä vaipparakenteeseen myöskään ikkunoiden, ovien tai muiden vaippaan liittyvien rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden kautta. Rakennuksen vaipan ja sen rakennekerrosten ja liitosten on muodostettava kokonaisuus, joka estää tuulta, viistosadetta ja tuulenpainetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin.” [17,5§.]

Nousuhormit on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakennusaikaiset kosteuslähteet ei pääse vahingoittamaan rakenteita tai nousulinjoja. Nousulinjoissa on huomioitava mahdollinen kondensoituminen, eli suunnittelijan on huomioitava vaadittavat eristykset nousulinjoissa ja rakennuttajan on huolehdittava suunnitelmien mukaisesta rakentamisesta.

”Rakennuskosteuden ja rakenteisiin ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua haittaa aiheuttamatta. Pinnoiltaan kastuvien rakenteiden on kestettävä veden vaikutus.” [17.5§.]

”Rakenteellisten ratkaisujen on ohjattava uuden rakennuksen ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytyslaitteistosta tai muusta laitteistosta sekä niihin liitetyistä laitteesta aiheutuva vesivuoto näkyville. Jos kyseisiin laitteistoihin tai laitteisiin liittyy vesivuodon mahdollisuus, on niiden oltava tarkastettavissa, korjattavissa ja uusittavissa. Rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön ja käyttötarkoituksen muutokseen sovelletaan 4 §:n säännöksiä.” [17,10§.]

- 4§ Rakennuksen kosteustekninen toimivuus rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa.

Hormeihin on tehtävä mahdolliset huoltoluukut ja ns. nuohousluukut, joista pääsee helposti käsiksi nousulinjoihin ja havaita mahdolliset vuodot.

”Vesi ei saa jäätyä laitteistojen putkistoissa, kanavissa ja laitteissa. Vettä ei saa tiivistyä haittaa aiheuttaen laitteistojen putkien, kanavien ja laitteiden pinnoille tai tiivistyvä vesi on oltava johdettavissa pois haittaa aiheuttamatta.” [17, 10§.]

”Rakenteissa käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksien on vastattava suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia ja rakennustuotteiden on oltava rakennuspaikan olosuhteisiin soveltuvia. Rakennustuotteen on oltava käyttötarkoituksensa mukaisessa kunnossa sitä asennettaessa. Rakennustuotteen on kestettävä asentamisen sekä asennus- ja käyttöolosuhteiden aiheuttamat rasitukset koko rakenteen käyttöiän tai suunnitellun huolto- ja korjausvälin ajan.” [17,11§.]

### 7.3 Asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista

”Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelussa siitä, että rakennus täyttää käyttötarkoituksen mukaisesti vesi- ja viemärlaitteistojen turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyYTEEN ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset. Suunnitelmasta on käytävä ilmi vesi- ja viemärlaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit.” [18,3§.]

”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. Märkätilan lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä.” [18,13§.]

”Vesivuotojen havaitsemiseksi on käytettävä rakenteellisia ratkaisuja, jotka ohjaavat vuotoveden näkyville. Pystyjakojohtojen on oltava mekaaniset tai rakenteelliset vuodonilmaisimet kerroksittain, elleivät jakojohdot ole näkyvissä.” [18,13§.]

Mikäli vesivahinko (esim. putkivuoto) syntyy, sen nopeaan havaitsemiseen tulee varautua niin, että rakenteilla ohjataan vuoto näkyviin ja estetään haitallinen tunkeutuminen rakenteisiin. Vesivahingon mahdollisuus laitteissa tulee olla helposti tarkastettavissa eli huoltoluukkujen sijainti tulee olla selkeästi havaittavassa paikassa.

”Vesilaitteiston on oltava tiivis. Vesilaitteiston tiiviys on varmistettava käytämällä tuotteita, osia ja materiaaleja, jotka ovat yhteensopivia.” [18,14§.]

”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 käyttöympäristönsään korroosionkestäviä.” [18,16§.]

”Vesilaitteistossa on oltava sulkemismahdollisuudet siten, että laitteistoa on helppo käyttää, huoltaa ja korjata. Sulkuventtiileiden on sijaittava: 1) talokohtaisesti 2) huoneistokohtaisesti 3) pystyjakojohtojen 4) jakojohdoin asennettujen laitteiden molemmin puolin 5) ennen laitetta tai kalustetta, joka on liitetty kytkentäjohtoon 6) vesimittareiden molemmin puolin.” [18,17§.]

Monesti nousulinjojen jakokohdissa on alakattoon tehty huoltoluukku, jonka kohdalla on sulkuventtiilit.

”Erityisalan työnjohtajan on huolehdittava, että vesilaitteiston tiiviys on koestettu ennen rakennuksen käyttöönottoa. Vesilaitteiston tiiviys on varmistettava vesipainekokeella. Koe on tehtävä siten, että vesijohdot liitoksiin ovat eristämättömiä ja helposti havaittavissa. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan vesilaitteiston tiiviuden toteamisesta.” [18,20§.]

Nousulinjojen liitoskohtia ei saa eristää esimerkiksi betonihormielementeissä ennen kuin vesijohdot on koepaineistettu. Sama pätee paikalla tehtyihin nousulinjoihin ja Cefo-elementteihin.

”Erityisalan työnjohtajan on huolehdittava, että vesijohtolaitteisto on huuhdeltu ennen käyttöönottoa. Huuhtelu on tehtävä talousvedellä, jotta mahdollinen lika ja irtoaines saadaan poistettua putkistosta. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä huuhtelusta rakennustyön tarkastusasiakirjaan.” [18,21§.]

Talotekniikkaurakoitsijan on huolehdittava nousulinjojen putkien ja vesijohtojen puhtaudesta ennen asennusta ja asennuksen jälkeen. Mikäli havaitaan likaisuutta putkissa ja muissa nousulinjoissa on huolehdittava tarpeen mukaisesta puhdistamista siihen määrätyillä puhdistusaineilla.

”Viemärien on oltava kannatettuja ja kiinnitettyjä rakenteisiin niin, että mekaaniset voimat ja lämpölaajeneminen eivät aiheuta painaumuksia tai haitallisia muutoksia viemäreissä. Viemäriin on oltava ankkuroitu, jos jäteveden virtauksesta aiheutuvat voimat ovat niin voimakkaita, että viemäri ei muuten pysy haittaa aiheuttamatta paikoillaan. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään korroosionkestäviä.” [18,30§.]

Kevyisiin rakenteisiin ei tulisi lähtökohtaisesti suoraan kiinnittää melua aiheuttavia putkia vaan pitäisi pyrkiä asentamaan putket massiivisempaan seinään. Huomiota pitää kiinnittää myös kannakointiin, ankkurointiin ja värinäeristykseen sekä sen suunnitteluun. Muita huomioitavia asioita ovat erilaisten rakenteiden liittyminen sekä saumojen ja läpivientien tiivistäminen. [8.]

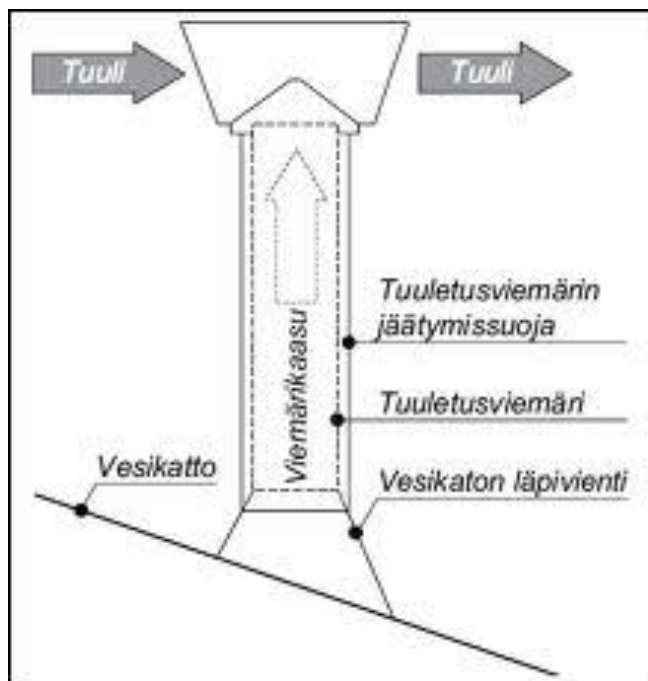
”Pinnoittamalla tai sukittamalla korjatun viemäriin kannakkeiden on oltava kunnoltaan sellaisia, että ne kestävät korjatun viemäriin käyttämisestä aiheutuvat rasitukset.” [18,30§.]

”Jätevesilaitteiston on oltava tiivis. Materiaalien ja liitosten on oltava yhteensopivia. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan jätevesilaitteiston tiiviuden toteamisesta. Jätevesilaitteistossa on oltava helposti käsiteltävät, suljettavat

puhdistusaukot sekä vaaka- että pystyviemäreissä. Puhdistusaukkojen on sijoitettava niin, että putkisto voidaan puhdistaa kokonaan.” [18,31§,34§.]

”Rakennuksen jätevesilaitteistosta ei saa aiheutua terveydellistä vaaraa, hajuhaittaa, viemäritulvia, melua eikä ympäristöhaittaa. Viemärlaitteistosta ei saa aiheutua hajuhaittaa. Viemäreiden on oltava yhteydessä rakennuksen vesikaton yläpuolelle ulottuvaan tuuletusviemäriin. Kylmässä tilassa olevan tuuletusviemäriin on oltava lämmöneristetty.” [18,25§.]

Hajuhaittojen estämiseksi asennetaan viemärituuletuksia jäteveden nousulinjaan Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksen mukaan ”Rakennukseen tehdään vähintään yksi ulkoilmaan johtava tuuletusviemäri” Käytännössä on asennettava se jokaiseen jäteveden nousulinjaan. Huoneistoihin liittyviin viemärihaaroituksiin pitää tehdä vesilukko, jossa vedenpinnan ja viemäriin liitoskohdan alapinnan korkeusero on vähintään 100 mm. [8.]



Kuva 15. Periaatekuva tuuletusviemäristä

Tuuletusviemärin tarkoituksena on estää hajuhaitat huoneistoihin ja se tulee vesikatteesta läpi. Jolloin se kuljettaa haitalliset kaasut ja viemärin hajun suoraan ulkoilmaan. Näin ollen se on syytä eristää kylmältä, ettei se jäädy ja näin estetään haitallisten kaasujen ja hajujen kulkeutuminen asuinhuoneistoihin. Tuuletusviemärin yleisin koko on 110 mm viemäriputki. Lisäksi tuuletusviemärin tehtävänä on jakaa ilmaa viemäreille ja estää asuinhuoneistojen vesilukkojen tyhjentymisen. Kuvassa 15 periaate tuuletusviemärin toiminnasta.



Kuva 16. Periaatekuva betonisesta ääniloukusta

Viemäriin olisi sijoitettava hormitilaan, joka ei rajoitu ääniteknisesti vaativaan tilaan, kuten ääniympäristö osiossa selvitetään. Nousulinjan viemärin suunnanmuutoksia tulisi välttää. Viemäriin alapää on tehtävä loivakaarisena kulmana. Pystyviemäri ja sen pohjakulma on yleensä eniten ääntä tuottava, sen takia viemärit tulisi sijoittaa ääntä eristävään hormitilaan. Asuinkerrostaloissa pohjakulman ympärille tulisi tehdä 100 mm paksuinen ja 1 m pituinen massiivinen kerros. Tämän pitää olla kiinteästi kiinni väli- tai pohjarakenteessa. Vaihtoehtoinen menetelmä on kiinnittää pystyviemäri rakenteisiin ääntä eristävillä kannakkeilla. Pohjakulmaa kutsutaan ns. ääniloukuksi ja se tehdään yleensä betonista. Kuvassa 16 on periaatekuva betonisesta ääniloukusta.



Hormin rakennemateriaali vaikuttaa hormin sisällä olevan talotekniikan huollettavuuteen. Mikäli kyseessä on kevyt hormi, eli paikallaan tehty ja levytetty umpeen, niin hormin purkamisen on yleensä helpompaa kuin esimerkiksi betonielementtihormin. Nousulinjojen vaihtaminen on aina työläs ja kallis toimenpide.

Pystykokoojaviemäreissä harvemmin tapahtuu suunnan muutoksia viemäreissä. Mutta yleensä viemäreiden suunnanmuutokset tehdään 45° kulmalla tai enintään loivalla 90° kulmalla. Eri huoneistojen vaakaviemäreitä ei saa kytkeä toisiinsa samassa tasossa olevaan vaakaviemäriin.

Hormien alapäähän on tehtävä tarkastusluukku vähintään 400 mm korkeudelle lattiasta. Kyseisen luukun on vastattava putkia peittävän seinän palo-, ääni- ja vedeneristys ominaisuuksia.

#### 7.4 Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta

Normaalisti jäteilma johdetaan rakennuksen korkeimman osan eli vesikaton yläpuolelle ja puhallus on suunnattuna suoraan ylöspäin, jotta jäteilman pääsy ikkunoihin, oleskelualueille ja ulkoilmalaitteille estetään. Mikäli kyseessä on painovoimainen ilmanvaihto, sijoitetaan jäteilman poisto katon harjan yläpuolelle, tehostimina käytetään tarvittaessa tuuliohjaimia- ja roottoreita tai vastaavia laitteita.

”Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia.” [19, §8.]

”Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta tai ulkoilmanlaatua pilaavien lähteiden läheisyydestä. Ulkoilmalaitteiden kautta ei saa päästä ilmanvaihtojärjestelmään siinä määrin lunta tai sadevettä, että se aiheuttaisi vahinkoa järjestelmälle tai ilmanlaadulle tai häiritäisi järjestelmän toimintaa. Ulospuhallusilman johtaminen ulos rakennuksesta on suunniteltava siten, ettei rakennukselle tai muille rakennuksille, ympäristölle tai niiden käyttäjille aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa. Ulospuhallusilma on johdettava rakennuksen vesikaton yläpuolelle, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei toisin edellytä. Poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta (seinäpuhallus), jos muutoin tässä momentissa esitetyt vaatimukset täytetään.” [19, 14§.]

”Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhauksien siirtymistä sisäilmaan. Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava rakennuksen vaipan ja sisärakenteiden ilmanpitävyys ja hormivaikutuksen hallinta siten, että edellytykset ilmanvaihdon toiminnalle voidaan varmistaa ja vältetään rakenteissa olevien epäpuhauksien, maaperässä olevien epäpuhauksien ja radonin siirtymistä sisäilmaan ja vältetään kosteuden siirtymistä rakenteisiin.” [19, 21§.]

Lämpimissä tiloissa, kuten asunnot, ulkoilmakanava ja jäteilmakanava lämmön- ja kosteudeneristetään. Eristämiseen käytetään yleensä solumuovikumityypistä eristettä, joka on tarkoitettu kanavien eristämiseen.

”Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmanvaihtojärjestelmä ja sen huoltoväylät siten, että ilmanvaihtojärjestelmän osat voidaan helposti ja turvallisesti puhdistaa, huoltaa, korjata ja vaihtaa. Ilmanvaihtokoneiden huolto ja korjausta varten on varattava vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa.” [19, 24§.]

”Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmanvaihtokanavien, -kammioiden ja -koneiden lämmön- ja kosteudeneristys siten, ettei ilma jäähydy tai lämpene lämpötilanhallintaa ja viihtyisyyttä haittaavasti eikä kosteus tiivisty rakenteita vahingoittavasti tai sisäilman laatua heikentävästi.” [19, 25§.]

Huoltoluukkuja on tehtävä tarpeen mukaan nousulinjoihin, suunnittelijan on suunniteltava tarpeelliset huoltoluukut nousuhormeille, jotta ilmanvaihtokanavat päästään puhdistamaan kunnolla.

## 7.5 Asetus rakennusten paloturvallisuudesta

Suomen asetusten mukaan rakennukset luokitellaan paloluokkiin ja asuinkerrostalot kuuluvat yleensä luokkaan P1. Paloluokka P1 tarkoittaa rakennuksen kantavien rakenteiden kestävän palossa sortumatta ilman, että rakennuksen kokoa tai henkilömääriä on rajoitettu.

”Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää paloturvallisuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Paloturvallisuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset täytyvät, jos rakennus suunnitellaan ja rakennetaan noudattaen tässä asetuksessa esitettyjä luokkia ja lukuarvoja. Paloturvallisuusvaatimukset täytyvät myös, jos rakennus suunnitellaan ja

rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimuksen täytyminen on todennettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö. Oletettuun palonkehitykseen perustuvassa suunnittelussa on käytettävä menetelmiä, joiden kelpoisuus on osoitettu. Suunnittelun perusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset on esitettävä rakennuslupamenettelyn yhteydessä.” [20,3§.]

Paloteknisellä suojauksella, sekä palo-osastoinnilla on tarkoitus estää tai ainakin hidastaa palon leviämistä seuraavaan palo-osastoon.

”Osastoivan rakennusosan läpi johdetut putket, roilot, kanavat, johdot, savupiiput ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit eivät olennaisesti saa heikentää rakennusosan osastoivuutta.” [20,18§.]

Talotekniikan pystynousujen läpiviennit välipohjissa tulee palosuojata esimerkiksi betonivalulla ja putkiläpiviennit eristää palamattomalla eristeellä esim. mineraalivillalla, tarkoitukseen sopivalla solumuovikumieristeellä, nykyaikaisilla läpivientiholkeilla, jotka täyttävät palotekniset ominaisuudet tai erilaisilla palomassoilla, jotka turpoavat tietyssä lämpötilassa.

”Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Useaa palo-osastoa tai -osaa palvelevien ilmakehien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.” [20,19§.]

Luokitus A2-s1, d0 tarkoittaa, että tarvikkeiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu, eikä niistä synny savua eikä palavia pisaroita tai osia.

”Rakennuksesta on voitava poistua turvallisesti tulipalossa. Rakennuksessa on oltava riittävästi sopivasti sijoitettuja, tarpeeksi väljiä ja helppokulkuisia uloskäytäviä niin, että poistumisaika rakennuksesta ei ole vaaraa aiheuttavan pitkä. Uloskäytävän on johdettava ulos maan pinnalle tai muulle palon sattuessa turvalliselle paikalle. Uloskäytävää tai palosulkua ei saa rakentaa sellaisista tarvikkeista tai rakennusosista eikä niihin saa sijoittaa laitteita tai asennuksia, jotka lisäävät palokuormaa tavalla, jota ei voi pitää hyväksyttävänä tai jotka savunmuodostuksensa takia vaarantavat henkilöturvallisuutta.” [20,31§.]

Nousulinjojen ja hormien suunnittelussa tulee ottaa huomioon, jos linjoja suunnitellaan esimerkiksi rappukäytäviin tai muihin yleisiin tiloihin, niin jokaiselta poistumisalueelta tulee pystyä kantamaan liikuntakyvytön henkilö paareilla ulos.

## 7.6 RakMK osa E7 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus (2003)

"Ilmakanavan ja kanavaosien seinämien materiaalit ja paksuudet valitaan siten, että kanava ja kanavaosat kestävät niihin kohdistuvat rasitukset, kuten kuumuuden ja puhdistuksen. Ilmakanavan ja kanavaosien seinämät tehdään yleensä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista" [21 kohta 3.1.]

"Poistettavan ilman sisältäessä kanavan kestävyys kannalta haitallisessa määrin syövyttäviä kaasuja, tehdään kanava kyseisiä olosuhteita kestävästä rakennustarvikkeista. Näissä tapauksissa voidaan harkinnan mukaan käyttää myös muita kuin luokan A2-s1, d0 rakennustarvikkeita. Kanava on tällöin kuitenkin johdettava omana kanavana mahdollisimman suoraan ulos rakennuksen vesikatolle." [21 kohta 3.1.]

Kanavat pitää kiinnittää ja kannakoida palonkestoajan vaatimusluokan mukaisesti.

Asuinrakennuksissa olevat keittiöt, talousirtaimiston säilytystilat sekä pinta-alaltaan enintään 300 m<sup>2</sup> suuruiset toimistot ja kokoontumistilat voidaan yhdistää asuntojen kanssa yhteiseen keskusilmanvaihtolaitteistoon käyttäen erillisiä kanavia." [21 kohta 4.1.]

"Asennettaessa ilmakanavia roiloon, sen seinämien palonkesto aika valitaan siten, ettei palo määrättyssä ajassa pääse leviämään palo-osastosta toiseen. Roilon seinämän palonkesto aika voidaan huomioida rakenteen kokonaispalonkesto aikaa laskettaessa." [21 kohta 4.5.]

"Ilmakanava varustetaan roilon seinämän kohdalla palonrajoittimella. Tällöin roilossa olevilta kanavilta ei edellytetä paloeristystä, mikäli roilon seinämä on mitoitettu suurimman paloluokkavaatimuksen omaavan kanavan paloluokan perusteella." [21 kohta 4.5.]

"Asennettaessa ilmakanavia kevytrakenteiseen koteloon, estetään palon leviäminen palo-osastosta toiseen palonrajoittimin ja palonkestävin kanavien määrätyn palonkestoajan kuvassa 6 esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Kevytrakenteinen kotelo katkaistaan A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeella osastoivan vaakarakenteen kohdalla siten, ettei osastoivuus olennaisesti heikkene." [21 kohta 4.5.]

"Kevytrakenteinen kotelo tehdään siten, että se täyttää kyseisen osaston sisäisille rakennusosille esitetyt palotekniset vaatimukset." [21, kohta 4.6.]

"Tarkastus- ja puhdistusluukut varustetaan näkyvään paikkaan sijoitetulla luukun sijainnin osoittavalla pysyvällä merkinnällä. Mikäli ilmakanavaan on asennettu palonrajoitin, joka sulkeutuessaan saattaa aiheuttaa onnettomuuden, varustetaan palonrajoittimen tarkastus- ja puhdistusluukku tästä ilmoittavalla varoituksella." [21 kohta 9.]

## 7.7 Asetus rakennusten esteettömyydestä

Pyörätuolin pyörähdysympyrän halkaisija on 1500 mm kulkuväylillä ja tiloissa. Sitä käytetään suunnittelussa sekä sisä- että ulkotiloissa. Asuinhuoneiden vähimmäismitta on 1300 mm, mutta asuinhuoneen wc- ja pesutiloissa tulee käyttää 1500 mm pyörähdysympyrää. Hormien sijoitusten suunnittelussa tulee ottaa huomioon pyörätuolilla liikkuminen.

”Asunnossa, joka on tarkoitettu palveluasumiseen tai liikkumis- tai toimimisesteisen henkilön tuettuun asumiseen, on oltava vähintään yksi wc- ja pesutila, jossa on halkaisijaltaan vähintään 1500 millimetriä vapaa tila. Kiinteät kalusteet on sijoitettava vapaaseen tilaan nähden siten, että liikkumisesteinen henkilö voi käyttää niitä. Lisäksi wc-istuimen toisella puolella on oltava vapaata tilaa vähintään 800 millimetriä. Tällaisen wc- ja pesutilan on oltava varustettavissa liikkumisesteiselle henkilölle sopivaksi.” [22, 9§.]

## 8 Yhteenveto ja pohdinta

Cefo-elementtien kannattavuudesta uudishankkeissa voi sanoa, että Cefo-elementit ovat kilpailukykyiset tuttuihin betoni-hormielementteihin verrattuna ja myös paikalla tehtyihin pystyhormeihin nähden. Käytännössä Cefo-elementit ovat kuitenkin työläitä, vaikka ne ovatkin valmishormielementtejä, johtuen niiden monesta eri työvaiheesta toimittajalta. Näitä työvaiheita ei pysty kerralla tekemään sekä rakennusurakoitsijalle jää myös lisätöitä. Myös yksi vaikuttava tekijä on putkiurakoitsijan käyttämät materiaalit, koska eri materiaalien liitettävyydessä havaittiin ongelmia, joka on syytä huomioida putkiurakoitsijan kanssa.

Cefo-elementtien hintaan vaikuttavat nousulinjojen määrät, joka vaikuttaa tietenkin toimittajan valmistuskustannuksiin. Kun rakennusliike tilaa Cefo-elementtejä piirustusten mukaan katsotaan vain Cefo-elementeille määrättyä varausta pohjakuvassa, eikä huomioida nousulinjojen määrää. Cefo-elementtejä katsotaan samalla lailla kuin betoni-hormielementtejä, mikä aiheuttaa ristiriitoja kustannusten vertailussa.

Se, mikä myös vaikuttaa oleellisesti kustannuksiin sekä aikatauluun, on pystyhormien samanlaisuus. Kuten esimerkkikohteessa oli kahta erilaista pystyhormia; Cefo-elementtejä ja betoni-hormielementtejä, jotka vaikuttivat sekä aikatauluun että kustannuksiin. Aikataulussa ei huomioitu, että Cefo-elementit työllistävät yhden tai kahden

rakennusmiehen moneksi tunniksi tai työvuoroksi, joka vaikutti muiden töiden jäämisenä jälkeen ja näin ollen aikataulun venymiseen. Toimittaja oli saanut palautetta tuotejärjestelmän kokonaisuuden selventämisestä tilaajaosapuolelle ja tähän he ovat jo reagoineet tulevilla projekteilla.

Työtä tehdessäni toimittaja Uponor oli jo lanseerannut uuden tuotejärjestelmän, joka vastasi Cefo-elementtejä mutta kyseessä ei kuitenkaan aivan ole Cefo-elementit vaan Riser port- tuotejärjestelmä. Tämän seurauksena Cefo-elementit ovat jo "vanhentunut" tuote. Toinen asia mikä hankaloitti työtä, olivat tammikuussa poistuneet Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset suurimmalta osin, koska olin käyttänyt määräyksiä työni lähteenä ja aloittanut työni vuoden 2017 puolella. Ristiriitaista on myös, että kaikki määräykset eivät ole täysin poistuneet, mutta ovat poistumassa ainakin, jos Rakennustiedon tietokannan mukaan menee, koska tietyissä osa-alueissa on määräys ja asetus tällä hetkellä voimassa.

Mikäli Cefo-elementtejä aiotaan käyttää tulevaisuudessa eri hankkeissa, olisi hyvä, että kaikki nousuhormit olisivat samalta toimittajalta. Tämä helpottaisi työsuunnittelua. Silloin olisi myös selkeämmät rajat esim. putki-, Cefo-elementti- ja rakennusurakassa. Cefo-elementit pitäisi huomioida tällöin myös aikataulussa kriittisemmin.

Tutkimusta voitaisiin jatkaa helposti perehtymällä enemmän Cefo-elementtien asennuksiin. Tällöin saataisiin tarkempi kuvaus Cefo-elementtien asennusnopeudesta sekä kustannusvertailussa pitäisi perehtyä tarkemmin Cefo- ja betonihormielementeistä syntyviin kustannuksiin. Voisi myös pyytää molemmilta toimittajilta eriteltyjä tarjouksia tai heidän kustannusvertailujaan.

## Lähteet

- 1 Uponorin Riser Port tiedot, [https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikka-elementit/riserport\\_talotekniikkahormi](https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikka-elementit/riserport_talotekniikkahormi) luettu 8.1
- 2 Uponorin Cefo-elementtien tiedot, <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/linjasaneeraus-uponor-cefo##cefoelements> luettu 8.1
- 3 Uponor Cefo suunnittelu- ja asennusohje. 2012.
- 4 Ruduksen tuote ELPO-hormi, <http://www.rudus.fi/tuotteet/elpo-hormit> , luettu 7.1
- 5 Lujabetonin tuote LUJA-hormi, <http://www.lujabetoni.fi/tuotteet/rakennuselementit/hormielementti/> luettu 7.1
- 6 Varonen Ville, 2010, Luja hormielementtien asennusohjeet, Insinööriyö, Savonia ammattikorkeakoulu, Theseus-tietokanta
- 7 Lahtinen Roope, 2017, Elpo-hormien asennuksien kehittäminen, Insinööriyö, Tampereen Ammattikorkeakoulu, Theseus-tietokanta
- 8 Salminen Taneli, 2012, Talotekniikan pystynousujen vaihtoehtoiset toteutustavat uudiskerrostalo rakentamisessa, Insinööriyö, Tampereen Ammattikorkeakoulu, Theseus-tietokanta
- 9 LVI 06-10426, LVI, sähkö- ja teleasennusten reitit ja asennustilat korjausrakentamisessa
- 10 LVI 20-10348, Putkistojen asennus
- 11 SSR Uusimaa kotisivut kohdetiedot, <https://www.ssrgroup.fi/projekti/vantaan-timanttikuja-1/> Luettu 13.2
- 12 LVI 04-10411, Ilmastointityöt
- 13 LVI 04-10410, Lämmitys, vesi- ja viemäryöt
- 14 Rakennustöiden menekit 2015
- 15 LVI 20 -10328, Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänen- vaimennus

- 16 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, 796/2017, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>, luettu 19.2
- 17 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782> luettu 19.2
- 18 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, 1047/2017, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047> luettu 19.2
- 19 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009> luettu 19.2
- 20 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, 848/2017, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848> luettu 19.2
- 21 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 22 Valtioneuvoston asetus rakennuksen esteettömyydestä, 241/2017, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170241> luettu 19.2

#### Kuvat

- 1 Modulaarinen tekniikkaseinä Cefo-elementistä, [http://www.cefo.fi/wp-content/uploads/2017/01/Uponor\\_R2iW-24.jpg](http://www.cefo.fi/wp-content/uploads/2017/01/Uponor_R2iW-24.jpg) luettu 15.2
- 2 Cefo- ja betonihormielementti, omakuva
- 3 Cefo-elementin varaus ontelovälipohjassa, tässä elementissä kolme runkokasettia, omakuva
- 4 Cefo-elementin vuodonilmaisimet lämpöjohdoissa, omakuva
- 5 Cefo- elementti laatoitettuna, omakuva
- 6 Betonihormielementti asennus vaiheessa, <http://www.rudus.fi/image/26085/20151007165848/elpo-rakentamisessa.jpg?width=400&height=400&mode=crop> luettu 15.2
- 7 Periaatekuva betonihormielementtien vuodonilmaisimesta, <http://www.rudus.fi/Download/24055/Vuodonilmaisin.pdf>
- 8 Betonihormielementtien asennusperiaate, Varonen Ville, Luja-hormielementin asennusohjeet sivu 8
- 9 Periaate kuva aco :lla muurattu nousuhormi, Salminen Taneli, 2012, Talotekniikan pystynousujen vaihtoehtoiset toteutustavat uudiskerrostalo rakentamisessa, sivu 37



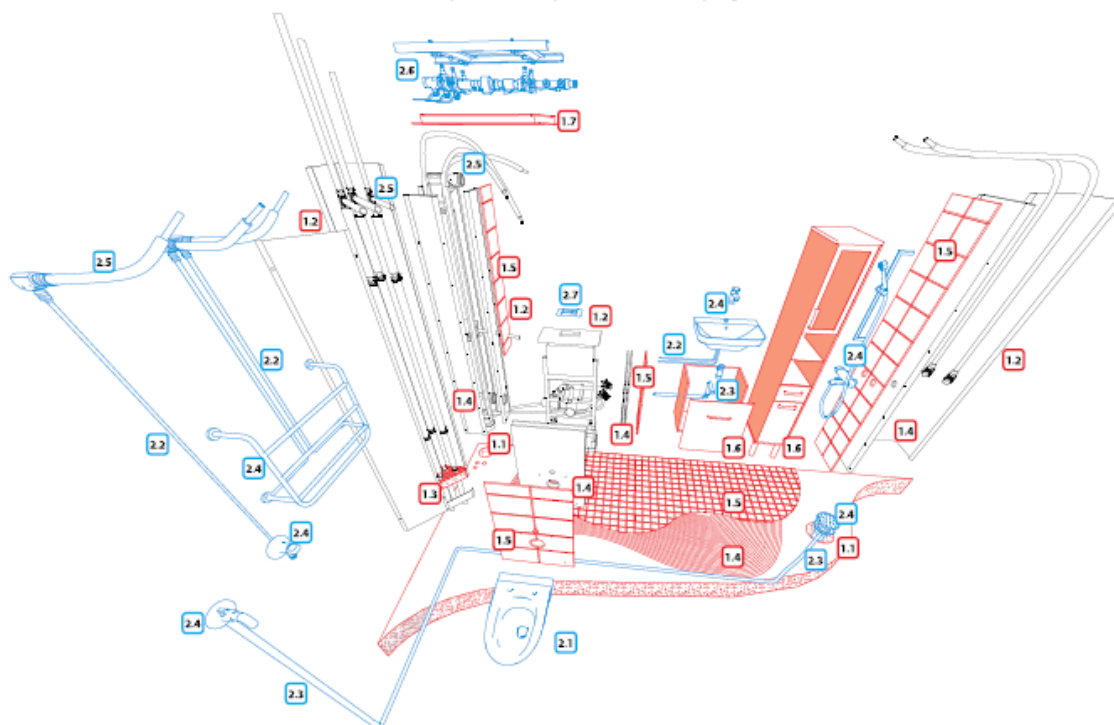
- 10 Periaate kuva levytys nousuhormista, Salminen Taneli, 2012, Talotekniikan pysynousujen vaihtoehtoiset toteutustavat uudiskerrostalo rakentamisessa, sivu 37
- 11 Havainne kuva kohteesta, <https://www.ssrgroup.fi/projekti/vantaan-timanttikuja-1/> luettu 15.2
- 12 Cefo-elementtien välipohjan palokatko valu, omakuva
- 13 Vuotokaukaloiden valu, omakuva
- 14 Ote pohjapiirustuksesta, Cefo-(sefo11) ja betonihormielementin(H24) pykällys, Kohteen pohjapiirustukset
- 15 Periaatekuva tuuletusviemäristä, <https://vip10saq.wikispaces.com/tuuletusviem%C3%A4ri> , luettu 13.2
- 16 Periaatekuva betonisesta ääniloukusta, omakuva

## Cefo-elementtijärjestelmän toimitus ja urakkarajat

uponor | cefo

### Uponor Cefo -elementtijärjestelmä

#### Toimitussisältö ja erittely, rakennus- ja putkiurakat



#### Rakennusurakka (RU)

Sisältää vesieristyksen, timanttioraukset, valut, laatoitukset sekä kalusteet toimitettuna ja asennettuna kohteen työselityksen mukaisesti.

- 1.1 Elementtien ja muiden LVI-suunnitelmassa osoitettujen läpivientiekkien merkitsemiset ja timanttioraukset
- 1.2 Elementtien kansion ja seinien väliset tiivistystyöt
- 1.3 Holvin lävistysten ja elementtien alaosakkeiden valut
- 1.4 Vesielementtien alaosakkeiden, viemäri- ja WC-elementtien sekä muiden rakenteiden vesieristyksen rakennesuunnitelman ja C2-rakennusmääräyskokoelman mukaisesti
- 1.5 Laatoitukset
- 1.6 Vesikalusteet
- 1.7 Alaslasketun katon rakenteet ja tarkastusluukut

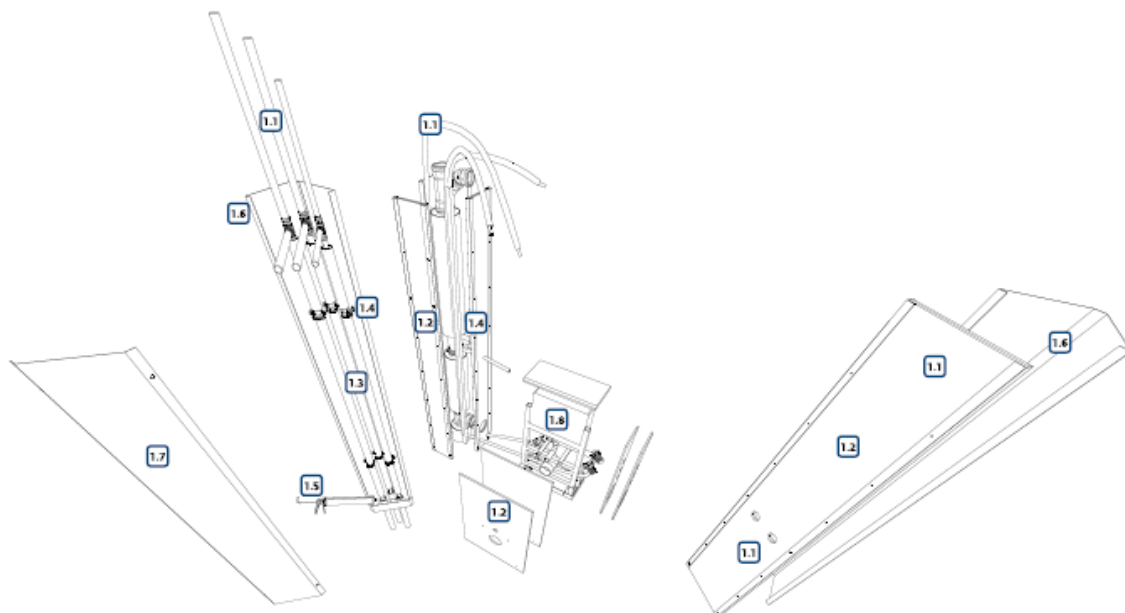
#### Putkiurakka (PU)

Sisältää putket, tarvikkeet ja kalusteet toimitettuna ja asennettuna kohteen työselityksen mukaisesti sekä kaikkien linjojen koeponnistukset pöytäkirjoihin.

- 2.1 Seinä-WC-istuin
- 2.2 Vesikalusteiden vesijohdot sisältäen tarvikkeet kytkentöineen
- 2.3 Viemäroinnit lattiakaivolle, pesualtaalle, WC-istuimelle ja pesukoneelle työselityksen mukaisesti
- 2.4 Vesikalusteet, altaat ja yhteydet sekä kiertovesipatterit ja kuivaustelineet kytkentöineen
- 2.5 Vesikalusteiden ja elementtien johdot Uponor PEX- tai komposiittijärjestelmällä jakotukelle
- 2.6 Jakotukikannakkeen asennus, tarvittaessa vesimittarein
- 2.7 WC-painonappi asennettuna

## Uponor Cefo -elementtijärjestelmä

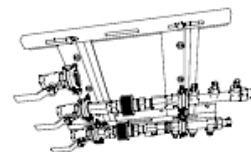
### Toimitussisältö ja erittely, elementtiurakka



#### Elementtiurakka (EU)

Sisältää LVI-työselityksen mukaiset elementit joissa rungot, kansiosat, elementtien ja niiden osien toimitukset työmaalle palo- ja äänieristykseen asennettuna, välipohjan läpimenohylsytyt, painokaaviot vesi- ja viemäri-lävistysten merkitsemisiin, viemärielementtien palomansetit, Uponor PEX-, komposiitti- ja viemärintijärjestelmien putket eristeiseen elementteihin kannakoituna, seinä-WC-elementin WC-kannakointitelineet vuotovesialttilaan sekä vesielementin vuodonilmaisimet.

- 1.1 LVI-suunnitelman mukaiset Uponor PEX- ja komposiittijärjestelmän vesijohdot ja hanakulmarasiat elementeissä reititettyinä, ulostuloputket elementistä ulkona
- 1.2 Ääni- ja paloeristelevytykset läpiviennein, toimitetaan kasetteina viemäri- ja suihkukulmaelementeissä asennettuina
- 1.3 Vesijohtojen eristykset LVI-työselityksen mukaan
- 1.4 Vesi- ja viemäriputkien kannakoinnit elementteihin
- 1.5 Vesijohtojen lävistyshylsytyt paloeristemassalla täytettyinä
- 1.6 Elementtien rungot
- 1.7 Vesielementtien kannet pulverimaalattuina tai muulla halutulla pinnoittemateriaalilla
- 1.8 Seinä-WC-kannakoinnit, säiliöt, putket sekä kansi- ja eristelevyt



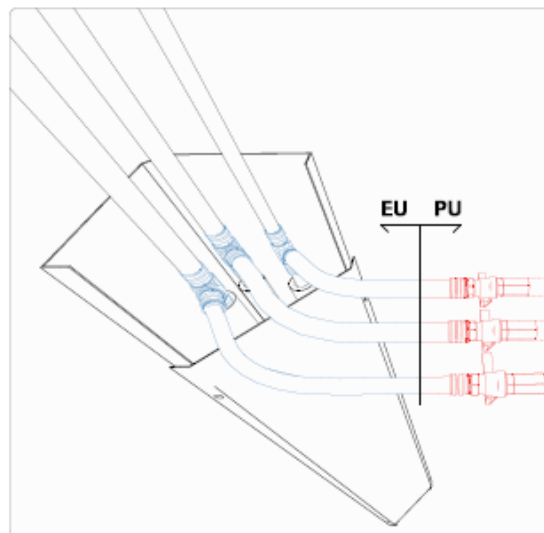
#### Jakotukkikannake

Elementtiurakassa voidaan toimittaa jakotukkijärjestelmä putkiurakassa asennettavaksi (PU).

Järjestelmään toimitetaan säädettävät kannakointikiskot putkikannakkeihin, jakotukit ja palloventtiilit. Vesimittarit erillistilauksesta.

## Uponor Cefo -elementtijärjestelmä

### Vesielementin urakkarajat



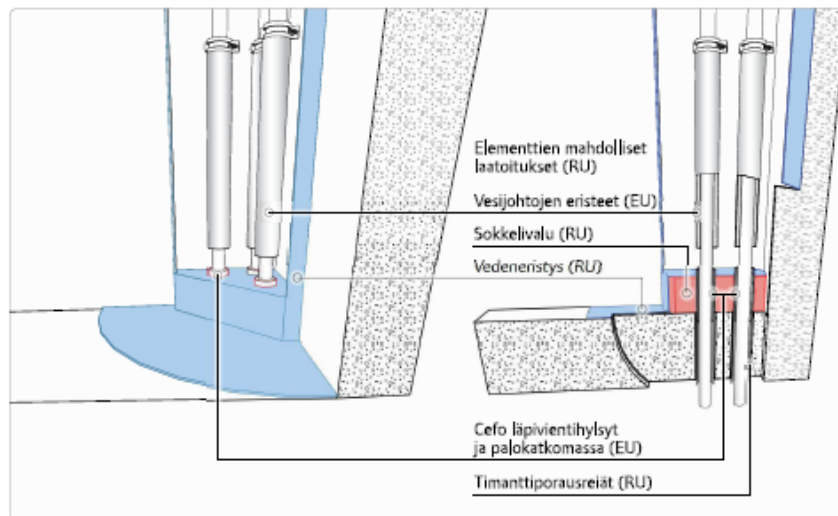
#### Vesijohdot

Vesijohtojen urakkarajana vesielementeistä ulos tulevat johdot n. 200 mm elementeistä ulkona. Putkiurakoitsija jatkaa näistä putkista sulkuventtiileille, vesimittareille sekä kalusteille.

Ulostuloputkien jatkos liittimet kuuluvat myös putkiurakkaan (PU). Vesijohtojen eristyksen urakkarajana on vesielementin seinä siten että elementtien ja työmaalla tehtyjen eristysten liittymät kohtaavat.

#### Lyhenteet

(EU)	Elementtiurakka
(PU)	Putkiurakka
(RU)	Rakennusurakka



Elementtien mahdolliset laitoitukset (RU)

Vesijohtojen eristeet (EU)

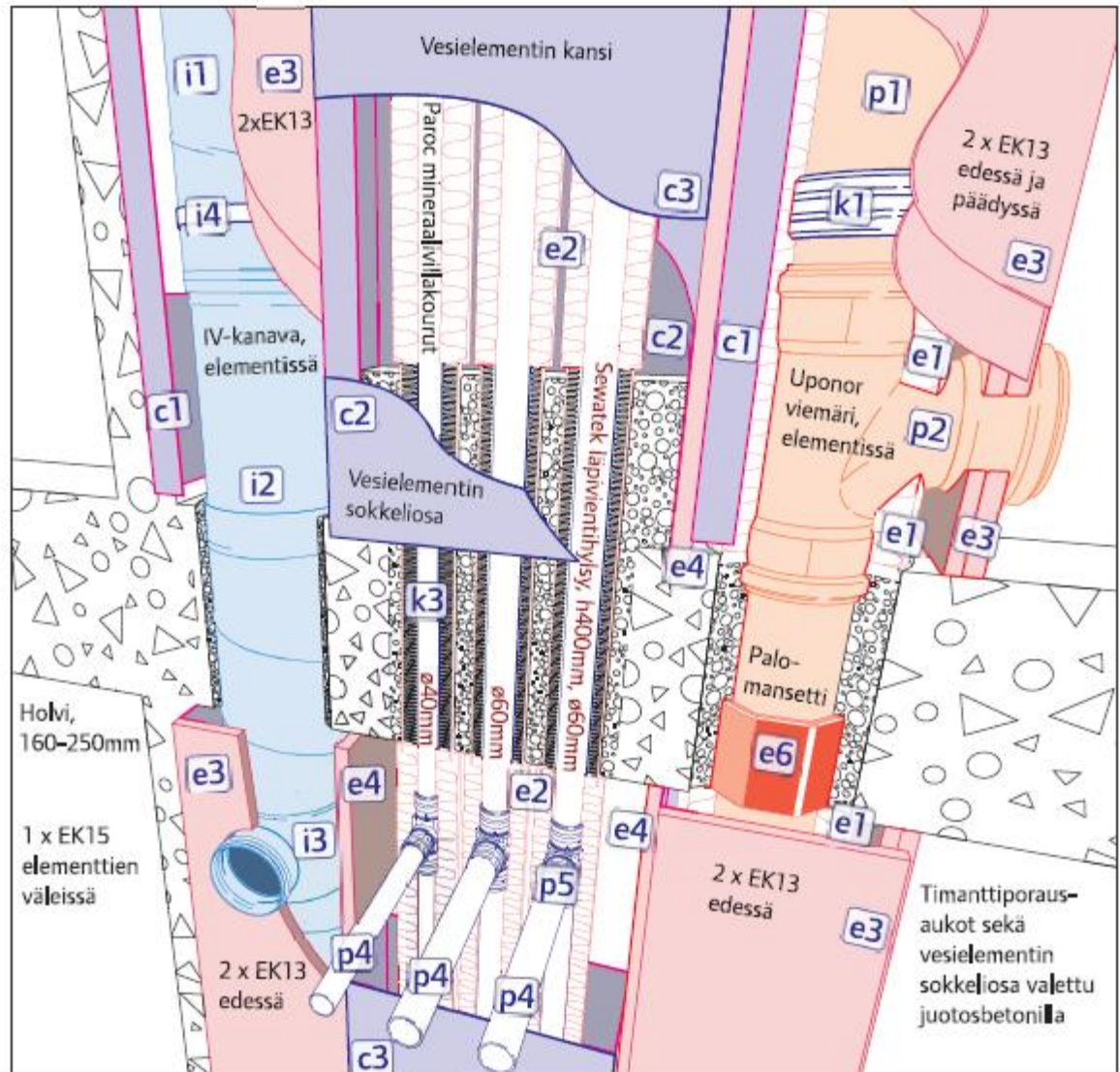
Sokkelivalu (RU)

Vedeneristys (RU)

Cefo läpivientihylsyt ja palokatkomassa (EU)

Timanttiporausreiät (RU)

Uponor Cefo -elementit  
Holvin lävistys, periaate

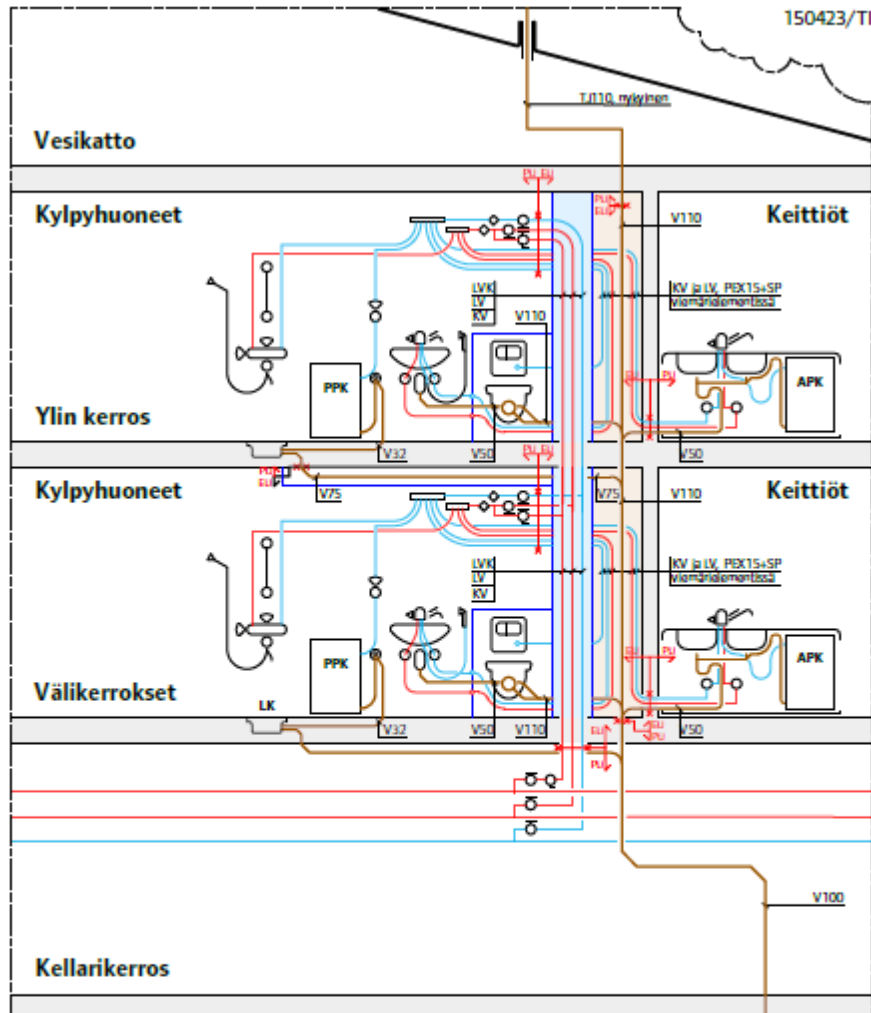


#	Tuote, materiaali	Malli	Tyyppihyväksyntä
c1	Elementtien runko 1,0mm sähköshkittyy teräslevy	Cefo A2-runko	820/8155132 --
c2	Elementtien runko 1,0mm sähköshkittyy teräslevy	Cefo C5-runko	820/8155132 --
c3	Elementin kansi, pulverimaalattu 1,5mm sähköshkittyy teräslevy	Cefo C5-kansi	820/8155132 --
p1	Viemäriputki	PP	STF.YM74/6221/2009 Uponor Oy
p2	Haarayhde 110x110/110	PP	STF.YM74/6221/2009 Uponor Oy
p3	Haarayhde 110x110/75	PP	STF.YM74/6221/2009 Uponor Oy
p4	Vesijohtoputket Uponor komposiitti	Uponor Komposiitti	1358/88 Uponor Oy
p5	T-liitin Uponor komposiitti	DR/PPSU	1358/88 Uponor Oy
k1	Erpi-putkikannake, eristetty	3232060	930639 Toimex Oy
k2	Putkenpölyn M8, eristetty	C-pölyn	820/8155132 Toimex Oy
k3	Läpivientiholkki 82 Jälkiasennus	82	ETA-12/0045 Sewatek Oy
k4	Läpivientiholkki 40-63mm	161017110	1358/88 Georg Fischer
e1	Vuorivillakouru 110/50	AluCoat Paroc Oy	VTT-C-4736-09 Paroc Oy
e2	Vuorivillakouru eristysvahvuus 20...30mm	AluCoat Paroc Oy	VTT-C-4736-09 Paroc Oy
e3	Palosuojalevyt 2x13mm GEK-13	Kipsilevy	VTT-C-2149-07 Saint Gobain Oy
e4	Palosuojalevyt 15mm GEK-15	Kipsilevy	VTT-C-2149-07 Saint Gobain Oy
e5	Palokatko/haju/ÆE-tiivistys	Paloakryyli	ETA # 10/0404 Hilti Oy
e6	Palokatko	Palomansetti	ETA # 10/0404 Hilti Oy
i1	Ilmanvalhtokanava	EKDD-3 Lindab Oy	1358/88 Lindab Oy
i2	IV-liitosyhde	EKDD-3 Lindab Oy	1358/88 Lindab Oy
i3	Ilmanvalhtokanava, haarayhde	EKDD-3 Lindab Oy	1358/88 Lindab Oy
i4	Ilmastointisanka 2 kpl / elementti	LVI # 8353114	930639 Toimex Oy

## Yleiset urakkarajat Cefo-elementti ja putkiurakka

Yleiset urakkarajamääritykset EU / PU, Uponor Cefo -elementit  
Elementtien sijainnit esitetty viitteellisinä

uponor



Vesi-, viemäri- ja seinä-WC -elementtien ulkopinnat toimivat pääsääntöisesti urakkarajapintona, seuraavin tarkennuksin:

Kaikki viemäri- ja seinä-WC -elementtien kannakoidut, elementtiurakassa olevat PEX-lytkäntäjohdot on mitoitettu koko matkaltaan yhtenäisiksi, vesikalusteen hanakulmarasiailta alna jakotukille saakka. PEX-lytkäntäjohtojen enimmäispituus elementti-toimituksessa 6 metriä.

Vesielementin vesijohtonousujan haaroituksin kytkettyjen ulostuloputkien mitta 200mm elementin ulkopinnasta ulkona. Kytkennät vesimittareille, sululle ja jakotukille näistä ulostuloputkista jatkollittimiseen putkiurakassa.

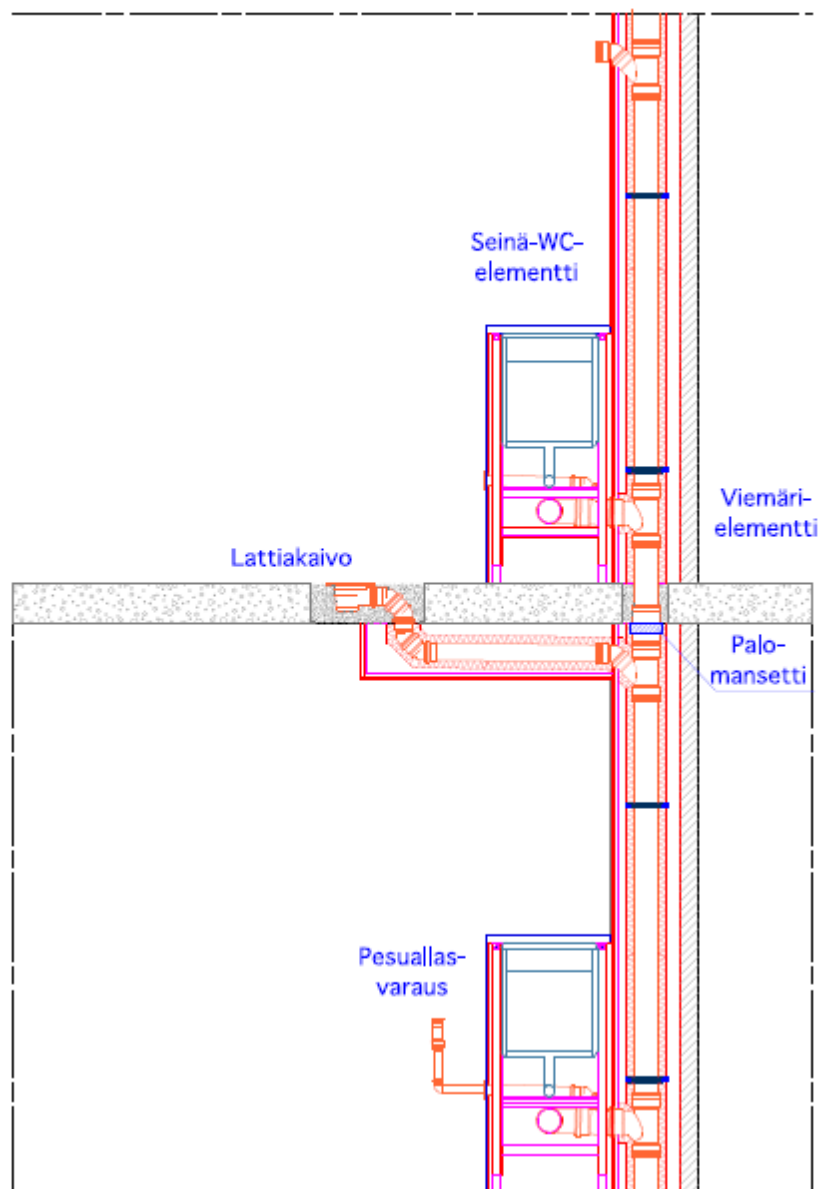
Viemärilinjän nousuputki alkaa elementissä 500mm linjan ensimmäisen asuinikerroksen lattialta ja päättyy samoin 500mm ylimmän asuinikerroksen katon alapinnasta. Kytkennät tuuletusviemäriin ja kellarin putkiurakassa.

Lattialakvodelementin viemärin putkikoko max ø75. Elementti-toimituksen urakkaraja päättyy holvin alapintaan.

Kahtion V50 viemärihaara voidaan toimittaa viemärielementtiin tai seinä-WC -elementtiin elementtiurakassa asennettuna. Kahtion viemärin reititys ja kytkäntä tähän pisteeseen putkiurakassa.



### Periaateleikkaus kuva Cefo-elementistä





## Betonihormielementtien asennusopas

# Asennusopas



# Asennusohje

**elpo hormi**

## Nosto



1. Kiinnitä painelevyiset nostolenkit. Nosta elementit maasta yksi kerrallaan.



2. Käytä asennusnostossa turvallinaa.



3. Nostoraksin haarakulma max. 60°.



4. Poista turvallyn vasta, kun elementti on asettuut paikalleen.

## Asennus



5. Jätä ensimmäiselle elementille 20 mm väli koviin seinäin.



6. Puhdista elementtien päät roskasta ja pölystä.



7. Kierra 2 erimittaista ohjaintappia asennettavan elementin yläpään.



8. Käytä paikallaan olevan elementin päällä turvakoroketta.



9. Käytä vain Elpotekin toimituksessa tulleita liittinyhteitä.



10. Voitele elementtien tiivisteet.



11. Voitele aina myös liittinyhteet. Työnnä yhteen asennettavan elementin alapään pohjaan asti.



12. Pujota solukumitiiviste elementin alapintaa vasten (koskee paineellisia poistoilmakanavia).

## Tarkistus



13. Kohdista elementti ohjaintappeihin.



14. Tarkkaile yhteiden asettumista paikalleen.



15. Varmista taskulampulla, että yhteen ja tiivisteet ovat paikallaan.



16. Varmista, että elementti on tarkasti pystysuorassa.

## Tuenta ja betonointi



17. Tue elementti killojen avulla paikalleen.



18. Kiilaa elementti joka sivultaan asennusaukkoon.



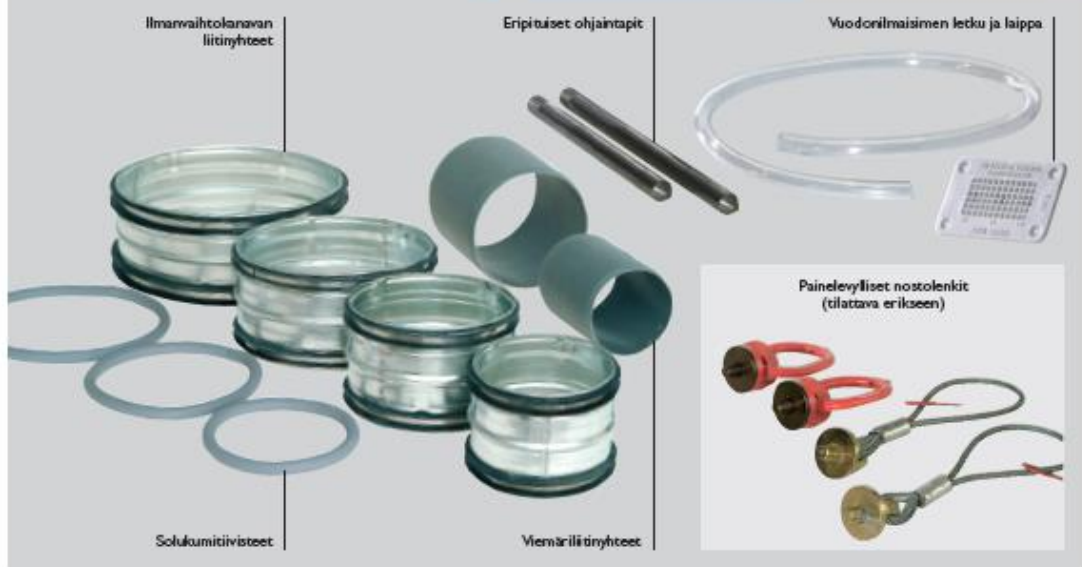
19. Tuenta raudotuskentällä.



20. Tue valukentällä elementti säädettävien tukien avulla.

## Hyvin suunniteltu, huolellisesti asennettu – onnistunut lopputulos

### Toimitukseen sisältyvät asennustarvikkeet



### Lisäksi tarvitaan



Suunnittelu palvelu  
Tekninen neuvonta  
Valmistus  
Myynti



**Elpotek Oy**  
Vasaratie 9, 48400 Kotka  
Puhelin 020 447 7427  
Fax 020 447 7437  
[www.elpotek.fi](http://www.elpotek.fi)