

Henri Toivonen

# Asennettavuuden huomiointi suunnitteluvaiheessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

28.3.2018

Tekijä Otsikko	Henri Toivonen Asennettavuuden huomiointi suunnitteluvaiheessa
Sivumäärä Aika	40 sivua + 5 liitettä 28.3.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	LVI-suunnittelija Timo Torkkeli lehtori Markku Leino
<p>Insinööriyössä käydään läpi, miten LVI:n asennettavuus tulee huomioida LVI-suunnitteluvaiheessa. Asennettavuutta tarkastellaan useiden eri esimerkkien avulla eri osa-alueita huomioon ottaen. Näitä osa-alueita ovat esimerkiksi LVI-putkistot, viemärit, ilmanvaihto, sekä sähkön tila-asennukset. Lopuksi työssä pohditaan karkeasti, millainen vaikutus välinpitämättömällä suunnittelulla voi olla hankkeen hinnalle.</p> <p>Dokumentoinnissa käytetään apuna työmaadokumentointia, rakentamismääräyksiä, LVI-ohjekortteja, tuotevalmistajien huolto- ja asennusohjeita, kokeneiden suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tietämystä, sekä kenttätutkimuskohteissa käytössä olevia rakennusten tietomalleja.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena syntyi yleispätevä ja -neuvova opas LVI-suunnittelijaharjoittelijoille sekä vastavalmistuville insinööreille.</p>	
Avainsanat	asennettavuus, putkistot, viemärit, ilmanvaihto

Author Title	Henri Toivonen Allowing for Installation in HVAC Design
Number of Pages Date	40 pages + 5 appendices 28 March 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering, Design orientation
Instructors	Timo Torkkeli, HVAC Designer Markku Leino, Senior Lecturer
<p>The objective of this bachelor's thesis was to study a HVAC designer's ability to take into account the installation process. The points studied included whether the designer establishes how much space a plumber needs to install, isolate and support piping systems. And how a designer could place various components so that they not only work properly, but it is also possible to maintain and replace them when necessary. Furthermore, the thesis discussed the importance of collision control and how other systems should be taken in to consideration when designing HVAC systems.</p> <p>The thesis was based on the Finnish National Building Code regulations and standards. Furthermore, two actual, large construction sites, as well as several building information models were studied to see how the systems are installed in real life. The actual installations were recorded in photographs.</p> <p>As the result, a directive guide for HVAC designer trainees and newly graduated HVAC engineers was made.</p>	
Keywords	installation, pipes, sewers, ventilation

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Asennettavuus	2
2.1	Putkistot	3
2.1.1	Liitostavat	4
2.1.2	Asennuskomponentit	5
2.1.3	Kannakointi ja eristäminen	8
2.2	Viemärit	9
2.2.1	Valurautaviemärit	9
2.2.2	Muoviviemärit	10
2.2.3	Kondenssiviemärit	11
2.2.4	Kannakointi ja eristäminen	13
2.3	Ilmanvaihto	14
2.3.1	IV-koneet	14
2.3.2	Ilmanvaihdon säätimet ja säätöpellit	17
2.3.3	Paloturvallisuus	19
2.3.4	Kannakointi ja eristäminen	21
2.4	Törmäystarkastelu	22
2.5	Tilakohtaisten sähköasennusten huomiointi	23
2.6	Alakatolliset tilat	24
3	Kenttätutkimus	25
3.1	Saneerauskohde	25
3.2	Uudiskohde	29
4	Yhteenveto ja pohdinta	36
	Lähteet	37

## Liitteet

Liite 1. SFS-EN 1366-2 -standardi, palopeltien etäisyysmääräykset

Liite 2. KOJA Future-ilmankäsittelykoneen kuljetus-, varastointi- ja asennusohje

Liite 3. Geberit Mepla -puristustyökalun ohje

Liite 4. Geberit Mepla -puristustyökalun ohje

Liite 5. Geberit Mapress -puristustyökalun ohje

## Lyhenteet

alakatto	Alaslaskettu katto
BIM	Building Information Model, eli rakennuksen tietomalli.
DN	Diameter Nominale, nimellinen halkaisija, Pohjois-Amerikkalainen standardi putkiko'oilte.
EI 60	Tiiviys ja eristävyys 60 minuuttia palon alkamisesta.
ilmakatko	Ilmakatkoissa kuilujen ylä- ja alapää on ummistettu. Se toimii hyvin esimerkiksi pölynehkäisyyssä ja estää hormivaikutusta. Valettu yleensä betonimassasta.
IMS	Ilmamääräsäädin.
kuilu	Yleisnimitys pystysuorille yhtenäisille tiloille, joihin on sijoitettu ilmanvaihtokanavia, putkia ja mahdollisesti muita laitteita.
palokatko	Palo-osastojen välisten läpivientien paloeriste ja tiiviste.
palo-osasto	Rakentamismääräyskokoelma E1:n mukaan rakennuksen osa, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivin rakennusosin tai muulla tehokkaalla tavalla
roilo	Rakentamismääräyskokoelma E7:n termi palo-osastoidulle kuilulle.
TATE	Talotekniikka
VAK	Valvonta-alakeskus

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten LVI-tekniikan asennettavuus huomioidaan LVI-suunnittelussa, ja lisäksi pohtia, minkälaisia vaikutuksia välinpitämättömällä suunnittelulla voi olla asennustyölle, lisä- ja muutostyön tarpeelle tai esimerkiksi urakan hinnalle. Opinnäytetyössä tarkastellaan erilaisia suunnittelutapoja esimerkkien ja kuvien avulla sekä tutustutaan työmaakohteisiin ja analysoidaan niistä koottujen dokumenttien avulla asennettavuutta suunnittelijan näkökulmasta.

Aiheen laajuudesta johtuen insinööri työn aihealue on rajattu siten, että opinnäytetyössä huomioidaan asioita, jotka ovat allekirjoittaneen työjakson aikana ilmenneet, ja asioita joita esimerkiksi vasta-aloittanut suunnittelija tai suunnittelijaharjoittelija ei välttämättä osaa ottaa huomioon. Toisena lisäyksenä aihealueen laajuudesta johtuen insinööri työssä käsitellään vain rakennusten sisäpuolella tapahtuvaa suunnittelua ja asennettavuutta.

Työssä käydään läpi muutamia eri työmaakohteita. Työmaadokumentoinnissa tullaan kiinnittämään huomiota eri LVI-järjestelmien suunnitelmiin, tietomalleihin ja niiden pohjalta suoritettuihin asennustöihin. Tätä työtä varten koottu kenttätutkimusaineisto on kerätty uudis- ja korjausrakentamiskohteista allekirjoittaneen työjakson aikana aikavälillä toukokuu 2017 – maaliskuu 2018.

Koska insinööri työn sekä insinööri työssä tutustuttavien esimerkkikohteiden suunnittelu ja urakointivaiheet on aloitettu ennen vuoden 2018 alussa käyttöönotettuja maankäyttö- ja rakennuslain asetuksia, tullaan myös tässä teoksessa käyttämään kyseisenä vuotena käytettäviä rakentamismääräyskokoelmia ja LVI-ohjekortteja lähdeviitteinä.

Työmaatutkimuksen lisäksi työn lisätutkimusmenetelmänä käytetään haastattelua. Haastateltavina toimivat LVI-suunnittelu- ja urakointialalla pitkään toimineet henkilöt. Allekirjoittaneen harjoittelukokemuksen lisäksi alalla kokeneen ammattilaisen huomiot ja mielipiteet LVI:n asennettavuudesta tuovat työlle lisäarvoa ja osviittaa siitä, miten todellisuus ja teoria kohtaavat oikeassa elämässä.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Ramboll Finland Oy:n LVI-suunnitteluyksikkö. Ramboll on johtava kansainvälinen suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Maailmanlaajuisesti yrityksessä työskentelee 13 000 eri alojen ammattilaista, joista Suomessa työskentelee 2 300.

## 2 Asennettavuus

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi eri LVI-järjestelmien asennus-, liitäntä- ja kannakointi- ja eristämistapoja. Lisäksi osuudessa huomioidaan esimerkiksi käyrien ja kulmaosien vaikutus suunnitteluun, sekä asennuskomponenttien huoltotoimenpiteisiin vaikuttavat tekijät. Näiden yhteydessä pohditaan suunnitteluvaiheeseen ja asennettavuuteen liittyviä kohtia, joita LVI-suunnittelijan olisi tärkeää huomioida.

Kannakoinnin tehtävä on vastaanottaa putkiston tai kanaviston aiheuttama painokuorma kannakointipisteessä. Lisäksi sen tehtävänä on suunnata lämpölaajenemisen aiheuttamat pituuden muutokset, estää putkiston ja kanaviston värinää ja sitä kautta äänen johtumista. Kannakkeiden avulla voidaan myös säätää jo asennettujen putkistojen tai kanavien korkeusasemaa. Putkien kiinnitykset jaetaan kiintokannakkeisiin ja liukukannakkeisiin. Liukukannakkeet sallivat putken aksiaalisen liikkeen. (7)

Putkiston kannakkeet jaetaan primääri- ja sekundäärikannakkeisiin. Primäärikannakkeita ovat putkeen kiinnitettävät osat, kuten putkisangat, liukukannattimet sekä riippukannattimien standardisoidut rakenteet, standardin PSK 7340 mukaan. Primäärikannakkeisiin kuuluvat lisäksi ohjaimet ja estopalat. Sekundäärikannakkeet ovat putkiston kannatuksen osia, mitkä kiinnitetään rakenteisiin tai rakennukseen. Näitä voivat esimerkiksi olla ulokkeet ja portit, joita ei ole standardisoitu. (37)

Putkiston paino sisältöineen on tärkein kannatukseen kohdistuva kuormitus. Kuormituksen määrittämiseen voidaan käyttää standardia PSK 7304. (37)

Putkistojen eristämiseksi on useita syitä. Pääasiassa putkistoja eristetään, jotta

- saadaan putkien lämpöhäviötä pienennettyä, jotta lämmin neste saataisiin halutussa lämpötilassa käyttökohteeseen, kuten pattereille
- kuumaa nestettä sisältävä putkisto ei lämmittäisi reitillään olevia tiloja tarpeettomasti

Tämän lisäksi putkistoja eristetään, jotta

- kuumat putket eivät aiheuttaisi palovaaran riskiä
- kylmässä tilassa sijaitsevat putket eivät jäätyisi
- kylmät putket eivät kondensoisi, tai luovuttaisi lämpöä



Lämmitysjohtojen eristäminen ei ole silloin tarpeen, kun putkiston lämpöhäviöt ovat osa huoneen lämmitystehontarvetta, eikä se nosta tarpeettomasti huoneiden lämpötilaa. (9)

Ennen asennustöiden aloittamista asennustilojen riittävyys tarkistetaan. Lisäksi varmistetaan siitä, että asennettavien laitteiden ja komponenttien huolto on mahdollistettu riittäväällä tilantarpeella. (11)

## 2.1 Putkistot

Rakennuksen sisäiset putket asennetaan siten, että putkivuodot ovat helposti havaittavissa. Vuotoveden tulee ohjautua näkyville helposti havaittavaan paikkaan. Putkien asentaminen pohjalaatan alle tai lattiaan ilman suojaputkea on kielletty. Suositeltavaa on asentaa putket mahdollisimman paljon näkyviin. Lämmitys- ja käyttövesiputkien asennusten tulee täyttää rakentamismääräyskokoelmien osien C1 ja C2 vaatimukset putkistojen tarkastettavuuden, huollettavuuden, korjattavuuden ja vuotojen havaittavuuden osalta. (1; 2; 12)

### 2.1.1 Liitostavat

Rakentamismääräyskokoelma D1:n taulukossa on määritelty vesilaitteistossa yleisimmin käytettävät putkimateriaalit ja liitokset (kuva 1). LVI 20-10348 Putkistojen asennus -ohjekortissa on puolestaan määritelty teräsputken liitostapaesimerkit (kuva 2).

#### TAULUKKO 1.

Vesilaitteistossa yleisimmin käytettävät putkimateriaalit ja liitokset.

Putkimateriaali	Liitos	Huomautus
<b>Metalli</b>		
– kupari <sup>1)</sup>	juotos, puserrus (irroitettava) puristus (tiivisterenkaallinen) pisto, laippa	Suositus veden happamuudelle: 7,5 < pH < 9,0 Mitat taulukossa 2, juotostavat taulukossa 3
– ruostumaton teräs	hitsaus, kierre, puristus	EN 1.4401, AISI 316
<b>Muovi</b>		
– PE	puristus, pisto, hitsaus, laippa	Nimellispaine vähintään PN 10
– PE-X	puristus	
– PP <sup>1)</sup>	puristus, hitsaus	
– monikerrosputket <sup>2)</sup>	puristus	

<sup>1)</sup> Kupari asennetaan virtaussuunnassa PP:n ja teräksen jälkeen.

<sup>2)</sup> Liittäminen vain putkivalmistajan suosittelemilla liittimillä.

Kuva 1. D1-taulukko

Putkimateriaali	Liitostapa	Tavallisin käyttöalue
Teräs	Hitsausliitos	Runko- ja kytkentäjohtot, kauko- ja aluelämpöputket
	Kierreliitos	Kytkenäjohtot
	Laippaliitos	Lämmitysputket, LTO-putket
	Uraliittimet	Lämmitysputket

Kuva 2. LVI 20-10348 Putkistojen asennus -ohjekortti.

Suunniteltaessa putkistoja on otettava huomioon asentamiseen käytettyjen työkalujen tarvitsema tila. Liitteissä 3, 4 ja 5 on esitetty eri puristustyökalujen vaatima tilantarve ja mitat, jotka tulisi suunnittelijan huomioida. Jokainen eri liitostapa vaatii luonnollisesti oman työkalunsa, ja se tulee selvittää erikseen.

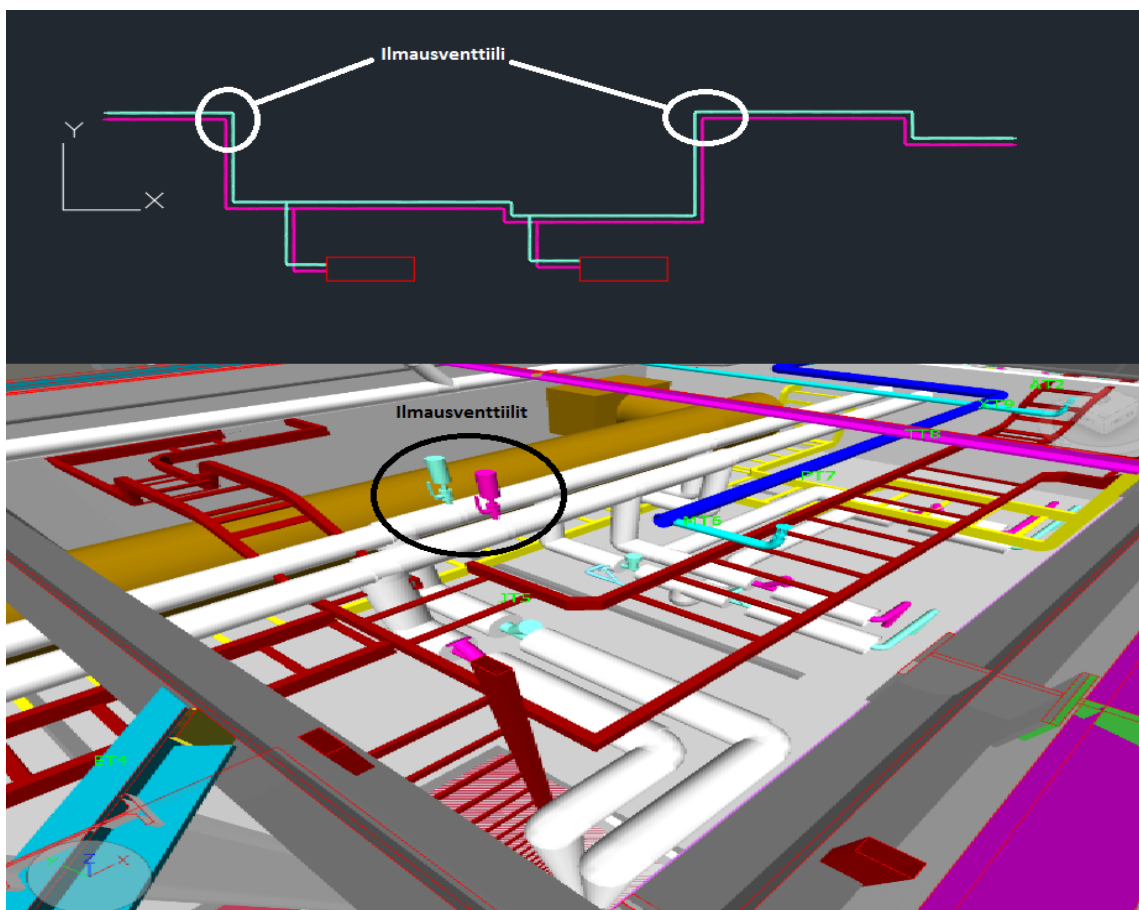
## 2.1.2 Asennuskomponentit

### Venttiilit

Venttiilit asennetaan putkiin avattavin liittimin tai laipoin ja sellaisiin paikkoihin, joita voidaan helposti käyttää, tarkastaa, huoltaa ja vaihtaa. Venttiili ei saa aiheuttaa ympäröivään tilaan haitallista ääntä. (11)

### Ilmausventtiili

Esimerkiksi lämmitysverkostoissa putkistoille tulee järjestää ilmaus ilmausventtiilein. Venttiilit tulee asentaa paikkaan, johon ilma kertyy, esimerkiksi lämminvesivaraajan tai putkiston korkeimpiin kohtiin. Vesi sisältää yleensä happea, joka kuplii järjestelmän toimissa ja kuplat kerääntyvät korkeimpaan kohtaan. Kun lämmitysjärjestelmä on täytetty, sisään virtaava vesi sulkee venttiilin ja ilmausventtiili sulkeutuu. (40)



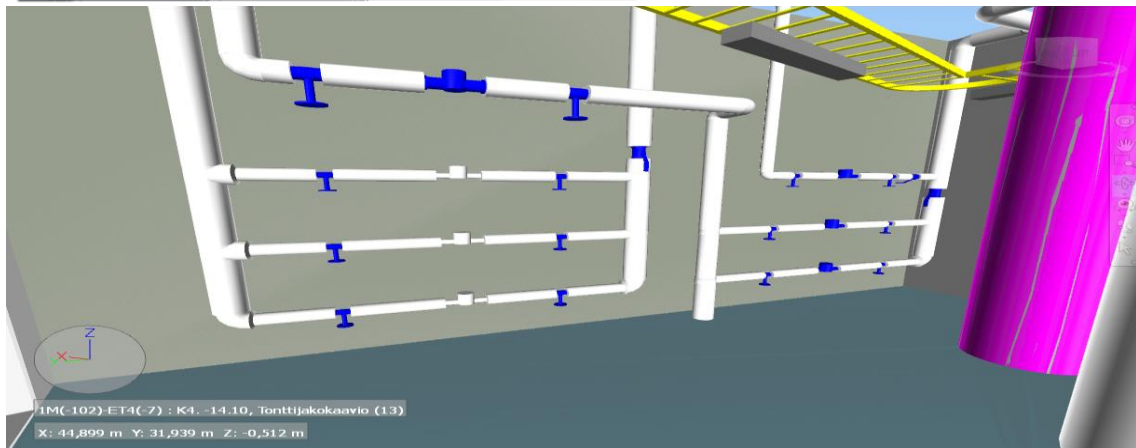
Kuva 3. Ilmausventtiileiden sijoitusperiaate ja toteutus.

## Vesimittarit

Vesimittarin luokse tulee olla esteetön pääsy sen asentamista ja sulkemista varten. (14)

### *Vesimittariasennuksen vaatima tilantarve. /3/*

Normivirtaamien summa Q dm <sup>3</sup> /s	A mm	B mm	C mm	H mm	h mm
4 < Q ≤ 20	600	800	80	1600	150...1000
20 < Q ≤ 60	600	800	90	1600	150...1000
60 < Q	900	2500	130	2000	150...1000
			350		300... 800



Kuva 4. Vesimittarien sijoittelu lämmönjakohuoneessa.

Kuvassa 4 esimerkkikohteen tietomallista otettu lämmönjakohuoneen kuvankaappaus, josta selkenee tilantarpeen huomiointi vesimittareiden asennusta varten. Ratkaisussa päädyttiin kolmeen erilliseen haaraan siitä syystä, että vesilaitoksella ei ollut toimittaa isompia vesimittareita.

Lisäksi vesimittareita sijoittaessa tulee ottaa huomioon valmistajan määräykset ja ohjeet. Esimerkiksi kenttätutkimuksen uudiskohteen tiloissa käytetään pääsääntöisesti Siemens WFK30- ja WFW30-vesimittareita.

### Asennusohjeet

---

- Vesimittareiden käyttöä koskevia paikallisia määräyksiä (asennus, sinetöinti jne.) on noudatettava.
- Vesimittari tulisi mieluiten asentaa kahden sulkuventtiilin väliin. Mittariin tulisi olla helppo pääsy luennan ja huoltotöiden helpottamiseksi.
- Jos mittaria käytetään vasta käyttöönoton jälkeen, tällöin voidaan asentaa ensin sovitin.
- Virtauksenmittausosa voidaan asentaa vaaka- tai pystysuoraan. Suurempia mitaustarkkuusluokkia varten se täytyy asentaa vaakasuoraan asentoon.
- Sallittua virtaussuuntaa (indikoidaan laitteessa olevalla nuolella) on noudatettava.
- Virtauksen tulisi kulkea vähintään 35 mm:n matkalta suoraan, ennen kuin se tulee mittarin virtauksenmittausosaan.
- Summanäyttö tulee sijoittaa niin, että se on helposti luettavissa (vaaka-asentoon).
- Asennuksen jälkeen laitos on paineistettava testauspaineella.

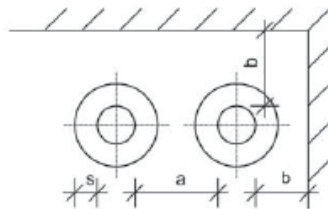
Kuva 5. Siemens WFW30 & WFK30-vesimittarin asennusohjeet (22)

Ohjeessa (kuva 5) on esimerkiksi mainittu, että virtauksen tulisi kulkea vähintään 35 mm:n matkalta suoraan, ennen kuin se tulee mittarin virtauksenmittausosaan. Käytännössä vesimittaria ei saa suunnitella muutoin, sillä mitaustarkkuus ja -tulokset voivat väärentyä.

### 2.1.3 Kannakointi ja eristäminen

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty LVI-putkistojen ohjeelliset eristepaksuudet sekä asennus- ja kannakointivälit.

Taulukko 1. Vesiputkien ja lämpöjohtojen sekä viemäriputkien eristepaksuudet ja asennusvälit huomioiden eristämisen vaatima tila. (15)



s = eristyspaksuus  
a = eristettävien putkien vapaa väli  
b = eristettävän putken ja rakenteen vapaa väli

Putken ulkohalkaisija $d_u$ mm	Eristesarja 22			Eristesarja 23			Eristesarja 24			Eristesarja 25			Eristepaksuus 60 mm		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10...49	30	110	70	40	130	80	50	150	90	60	170	100	-	-	-
50...89	40	130	80	50	150	90	60	170	100	80	210	120	-	-	-
90...169	50	150	90	60	170	100	80	210	120	100	260	140	-	-	-
170...324	60	170	100	80	210	120	100	260	140	120	300	170	-	-	-
325...714	80	210	120	100	260	140	120	300	170	140	340	190	-	-	-
110...125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	170	100

Taulukko 2. Vaakaputkien suurimmat sallitut kannakointivälit lämpötilassa +20 °C (13)

Teräsputket DN mm		Kupariputket $d_u$ mm		Muoviputket $d_u$ mm			Monikerrosmuoviputket <sup>2)</sup> $d_u$ mm	
mm	mm	mm	mm	PVC, PEH, PEM mm	PEL, PEX, PB mm	mm	mm	
< 20	2500	8...15	400...600 <sup>1)</sup>	< 20	700	300	< 20	1200
20	2500	< 22,0	1250	20	700	300	20	1300
25	2500	28,0	2500	25	900	400	25	1300
32	2500	35,0	2500	32	1000	400	32	1400
40	2500	42,0	2500	40	1100	500	40	1400
50	3000	54,0	2500	50	1200	500	50	1500
65	4000	63,0	2500	63	1400	600	63	1500
80	4000	76,1	3000	75	1500	600	75	1500
100	5000	88,9	3000	90	1600	700		
125	5000	108,0	3000	110	1700	700		

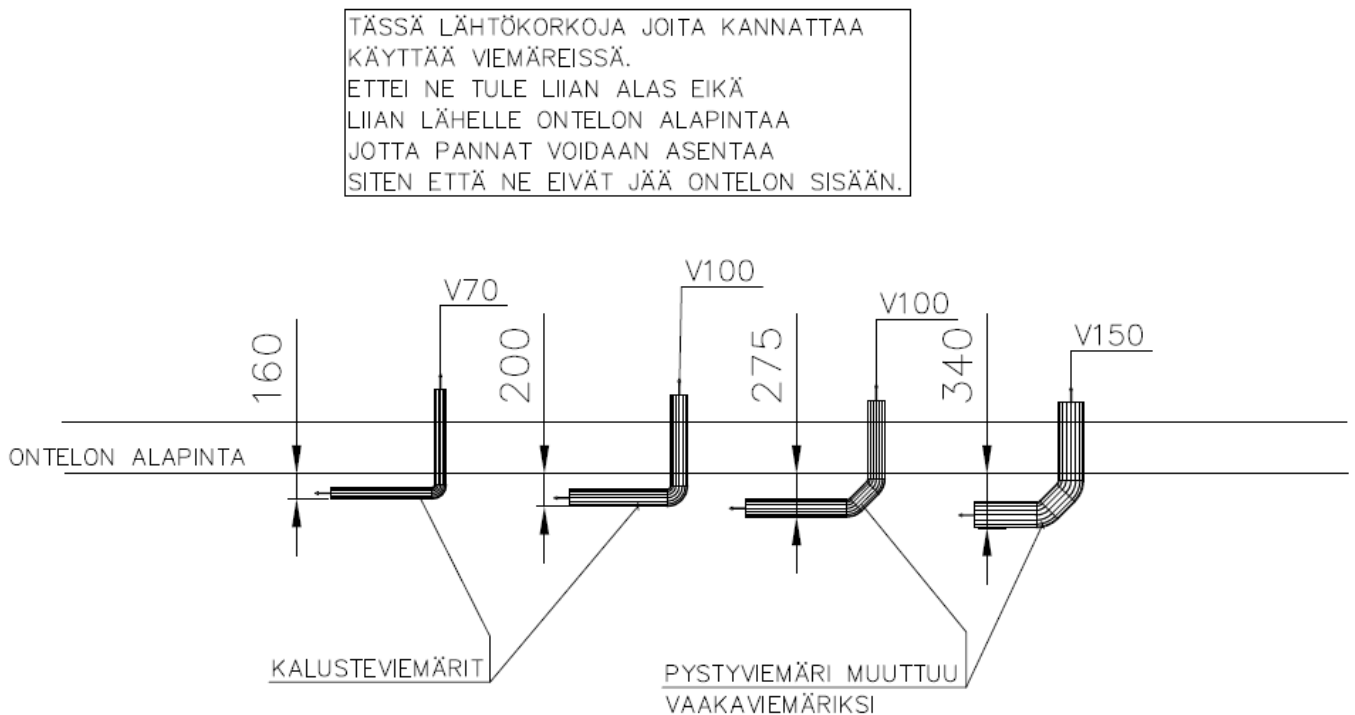
<sup>1)</sup> pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm, käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki enintään 300 mm

<sup>2)</sup> pinta-asennuksessa putket 500...800 mm

## 2.2 Viemärit

### 2.2.1 Valurautaviemärit

Suunniteltaessa valurautaviemäreitä on tärkeää huomioida valurautaviemäreiden pantaliitokset ja niiden tarvitsema tilantarve. Esimerkiksi kerrosvaihdoksista, tultaessa viemärillä alas ja tehdessä 90 asteen käyrällä suunnanmuutos, on huomattava, että viemäri ei voi tulla aivan katon rajapintaa vasten, sillä viemäriputket yhdistävä pantaliitos ei saa jäädä rakenteiden väliin. Virhe voi tapahtua esimerkiksi siinä, että viemäreiden lisäksi katossa on muuta talotekniikkaa ja halutaan tuoda viemäri aivan katon pinnassa.



Kuva 6. Valurautaviemärin ohjeellisia lähtökorkoja ontelolaatassa.

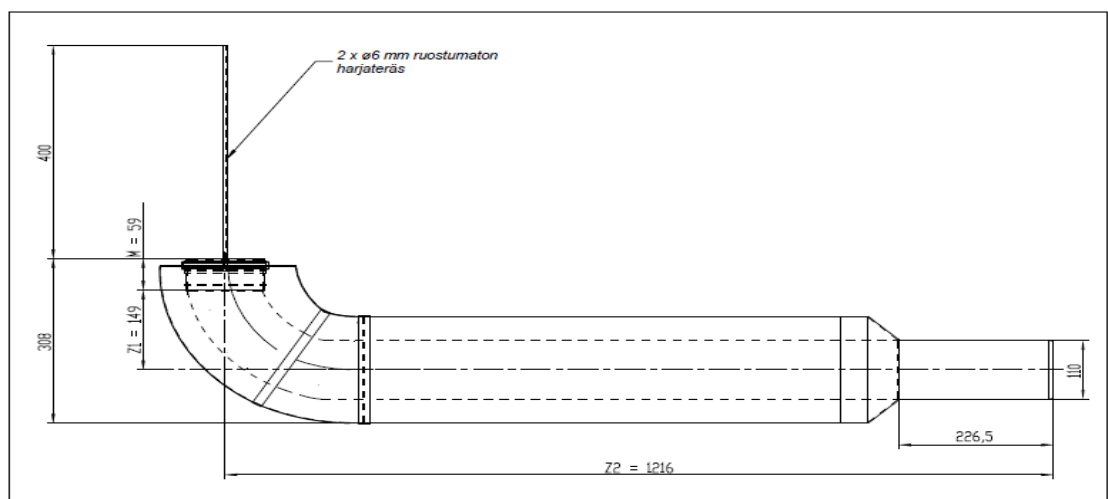
Kuvissa 6 ja 7 huomioitava kalusteviemäreille mallinnetut 90 asteen kulmat. Esimerkiksi V100 viemärillä on mahdollista käyttää kyseistä kulmapalaa, jos viemäriin liittyy yksittäinen WC-kaluste. Usean WC-kalusteen yhtyessä V100 pystyviemäriin on aina suositeltavaa käyttää kahta 45 asteen kulmaa ääniteknilisistä ja virtausnopeudellisista syistä. Lisäksi, varsinkin kalusteviemäreiden kytkenät olisi hyvä tuoda mahdollisimman lähellä kattoa, koska viemäri voi kulkea kohteesta riippuen pitkiä matkoja kaadolla. Näin jätetään mahdollisuus korkomuutoksille viemärireitillä. (26; 38)



Kuva 7. Valurautaviemärointi asennettuna työmaalla ontelolaatan rajapintaan.

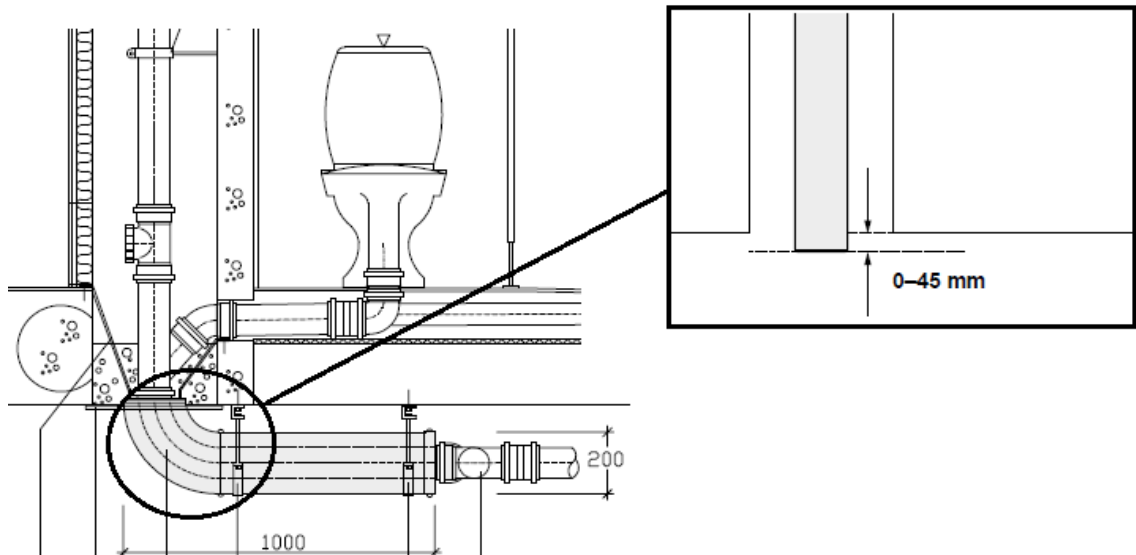
## 2.2.2 Muoviviemärit

Muoviviemäroinnissä on mahdollista käyttää esimerkiksi Uponor Decibel -pohjakulmaa (kuvat 8 ja 9). Se on asennusvalmis, tehdasvalmistettu osa, joka nopeuttaa asennustyötä. Se on rakenteeltaan loiva ja valmiiksi betonoitu. Betonoitu osa toimii ääneneristeenä. Osa painaa tästä johtuen jopa 50 kg. Tämän kappaleen avulla etäisyys välipohjan alapinnasta voi olla väliltä 0 - 45 mm. Ääneneristävän osan halkaisijan mitta on kuitenkin huomioitava. (27)



Kuva 8. Decibel-pohjakulma 110.





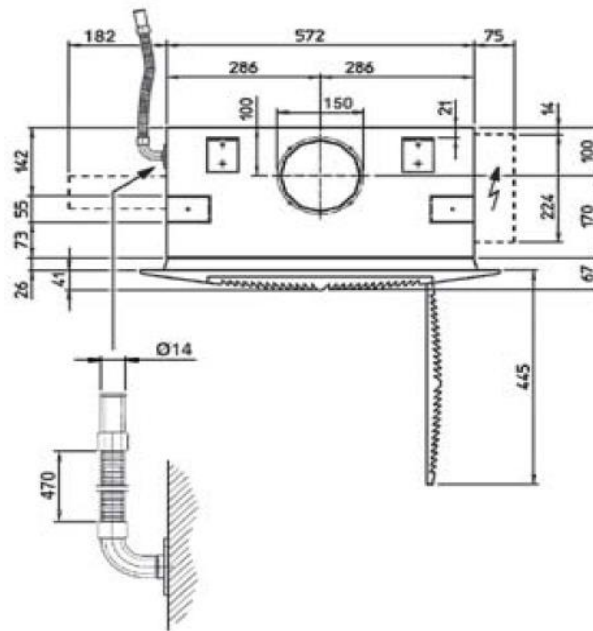
Kuva 9. Decibel-pohjakulma 110 liitettynä pystyviemäriin.

### 2.2.3 Kondenssiviemärit

Kondenssiviemäriin tarkoitus on johtaa esimerkiksi jäähdytyslaitteistosta kondensoitua vesi hallitusti vesilukolla varustettuun viemäriin. Viemärit mitoitetaan siten, että kondenssivesivirta viemäroityy vähintään 1,5-kertaisesti. Insinööriyön uudiskohteessa minimi putkikokona kondenssiviemäreille käytetään kokoa DN 28 kupari. (3)

Suunnitellessa kondenssiviemäreitä on selvitettävä, voidaanko kondenssivedet viemäroidä ensisijaisesti painovoimaisesti vai erillisen pumpun avulla. Painovoimaisessa kondenssiviemäroinnissä on aina pidettävä huoli siitä, että riittävä kaato syntyy viemärointi-putkistolle. (3)

Esimerkiksi pumpulla varustetuissa puhallinkonvektoreissa (kuva 10) pumpun luoma nostokorkeus on aina varmistettava tuotevalmistajalta. Lisäksi pumpun painepuolella sijaitsevan kondenssiveden poistoputken pituus on varmistettava.



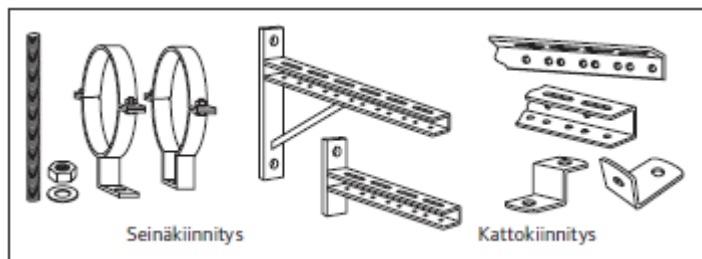
Kuva 10. Sabiana SkyStar puhallinkonvektorin leikkauskuva ja asennus työmaalla.

## 2.2.4 Kannakointi ja eristäminen

Viemärien kannakoinnissa käytetään vain viemäriputkille tarkoitettuja kannakkeita (kuva 11), jotka ympäröivät putken kokonaan. Vaakaviemäröinnissä kannakkeiden on oltava portaattomia siten, että viemärikaadot ovat toteutettavissa. (15)

Kannakkeet voidaan kiinnittää suoraan joko riittävän massiiviseen rakenteeseen tai kannakoinnin tukena voidaan käyttää esimerkiksi teräspalkkeja, jotka puolestaan voidaan kiinnittää, vaikka kivrakenteeseen. (13)

LVI 12-10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi -ohjekortissa on esitelty suurimmat sallitut kannakointivälit valurauta- ja muoviviemäreille (kuvat 12 ja 13).



Kuva 11. Viemäreiden suositeltavat kannakemallit.

Putkikoko DN mm	Sallittu kannakointiväli	
	Vaaka- viemäri mm	Pysty- viemäri mm
≤ 100	1500	2500
150	2000	2500
≥ 200	2500	2500

Kuva 12. Valurautaviemäriin suurimmat sallitut kannakointivälit rakennuksessa.

Putkikoko $d_u$	Suurin sallittu kannakointiväli mm			
	Vaakaviemäri		Pystyviemäri	
mm	L1	L2	L1	L2
32	500	2000	1200	2000
50	1000	2000	1500	2000
75	1000	3000	2600	3000
110	1500	3000	2600	3000
160	2000	3000	2600	3000

Kuva 13. Muoviviemäriin suurimmat sallitut kannakointivälit rakennuksessa (kumirengasliitos).

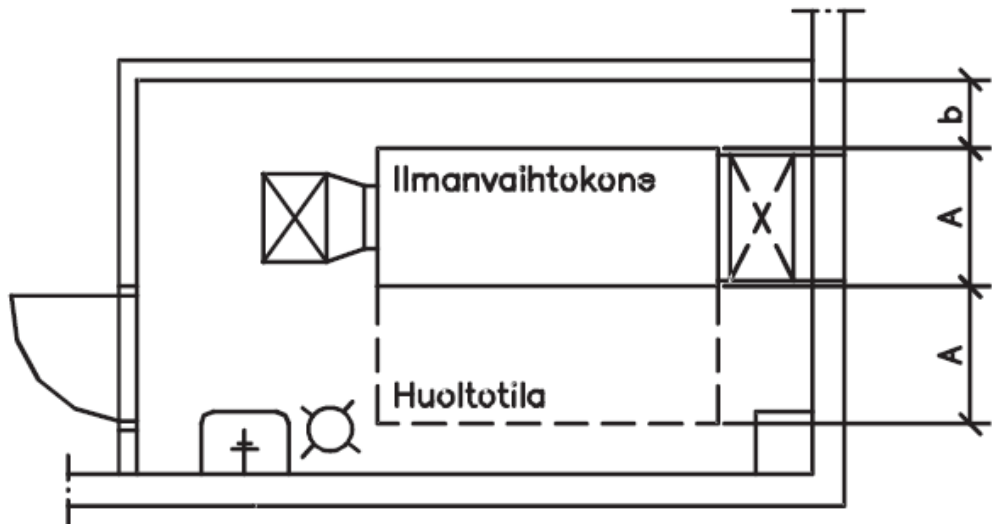
## 2.3 Ilmanvaihto

### 2.3.1 IV-koneet

Standardin SFS-EN 13053 mukaisesti ilmanvaihtokone on tehdasvalmisteinen kokoonpano (tai laite), jossa käsitellään tulo-, poisto-, palautus- ja/tai kierrätysilmaa. Koneeseen kuuluu aina vähintään puhallinosa, johon voidaan liittää ilman käsittelyyn tarvittavia osia, kuten suodatinosia, yksi tai useampia lämmönsiirtimiä, kostutusosa, äänenvaimentimia jne. (8)

Ilmanvaihtokoneen asennuksessa noudatetaan valmistajan asennusohjeita. Koneet sijoitetaan yleensä palkkialustalle ja asennetaan vaakasuoraan varmistaen, että koneiden huolto-ovet voidaan avata esteettä ja sulkea tiiviisti. (8)

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2:n mukaan ilmanvaihtojärjestelmä ja sen huoltoväylät on suunniteltava ja rakennettava siten, että ilmanvaihtojärjestelmä on helposti ja turvallisesti huollettavissa ja korjattavissa.



Kuva 14. Koteloidun ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitusesimerkki.

Kuvassa 14 kohta A kuvaa ilmanvaihtokoneen leveyttä ja b kuvaa tilaa ilmanvaihtokoneen takana, joka on 0,4 kertaa ilmanvaihtokoneen korkeus, kuitenkin vähintään 400 mm. Jos huoltoa varten ei tarvitse mennä koneen taakse, voi b:n mitta olla myös pienempi. Tällöin tulee kuitenkin osoittaa, miten kone huolletaan. (4)

Koneen etupuolella on sen sijaan oltava koneen levyinen huoltotila, paitsi jos pienempi tila mahdollistaa osien huollettavuuden ja vaihdettavuuden kiinteitä rakenteita rikkomatta. Huollon on myös voitava tapahtua yläpuolelta. Yli 35 kg:n painoisten osien vaihtoa varten tulee yläpuolella olla vähintään 400 mm tilaa nostolaitetta varten. (29)

Konehuoneasennuksiin liittyy usein sakollisia välitavoitteita. Sen vuoksi tulee ottaa huomioon

- nostot ylös konehuonetasolle
- tarvittavat kuljetusaukot
- koneiden siirtotapa konehuonetasolla
- tarvittavat kannatukset
- mahdolliset hoitotasot
- rakennusteknisten töiden valmius (matot asennettu). (29)

## Haalaus

Haalauksella tarkoitetaan isokokoisen ja painavan laitteiston, tässä esimerkkitapauksessa ilmanvaihtokoneen siirtämistä. Ilmanvaihtokoneiden haalauksen tulee aina tapahtua valmistajan ohjeiden ja määräysten mukaisesti.

Ilmanvaihtokonehuoneen suunnittelu ja koneen mitoitus kuuluvat LVI-suunnittelijan perustaitovaatimuksiin. Nykyaikaiset valmistajien luomat IV-koneiden mitoitusohjelmistot (esim. FläktWoods ACON) helpottavat suunnittelijan työtä huomattavasti.

Valitettavaa kuitenkin on se, että suunnittelun peruspilari, tässä tapauksessa mitoitettun IV-koneen asennettavuuden tai haalausprosessin, huomioiminen jää hyvin pienelle asteelle suunnittelijoiden toimesta. Jos kysytään, miten IV-kone ajatellaan tilaan tuotavan, ei siihen välttämättä suoraa vastausta enää löydy.

LVI-suunnittelijan tulisi osallistua aktiivisesti myös tämän prosessin suunnitteluun yhdessä arkkitehdin, rakennesuunnittelijan sekä urakoitsijan kanssa.

Haalausreittien koko pitää aina muistaa huomioida suunnitteluvaiheessa ja tarkistaa aiheutuuko siitä rajoituksia laitteille. Haalausreitit pitää olla turvallinen. Kiinteissä nostimissa, jos sellaisia tarvitaan, pitää huomioida nostimia koskevat määräykset ja miettiä, onko sellaisia järkevää käyttää. Laittehyväksyntöjä tehdessä on muistettava tarkistaa, että laitteet mahtuvat haalausreitille. Muussa suunnittelussa on huomioitava, että haalausreitit pysyvät vapaina. Helposti esimerkiksi putket suunnitellaan haalausreitille, jolloin myöhemmin asennuksia on purettava, jos jotain isoa vaihdetaan ja haalataan. (25)

LVI-suunnittelijoita ajatellen olisi hyvä, jos arkkitehdit merkitsisivät haalausreitit arkkitehtipohjiin. Tätä käytäntöä pitäisi kehittää. Tietenkin myös LVI-suunnittelijoilla voisi olla omat merkinnät. Suunnittelun apuna voitaisiin käyttää referenssinä tiedostoa, mihin on merkattu haalausreitit erikseen. Täten se ainakin suunnittelun aikana tulisi kaikkien huomioitua. (25)

Ilmanvaihtokoneita valmistavan Kojan verkkosivuilla on myös erikseen asentamiselle ja haalaukselle tarkoitettu ohje (liite 2). Ohje käsittelee erikseen laitteiston kuljetuksen, nostamisen, haalauksen, sekä asentamisen. LVI-suunnittelijan näkökulmasta avainsanat liittyvät tarvittavan haalausreitit kokoon, asennus- ja huoltoetäisyyksiin.

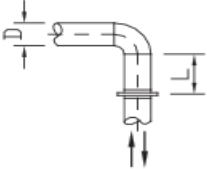
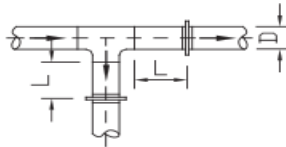
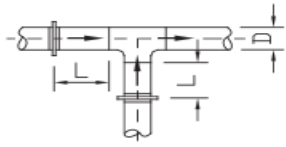
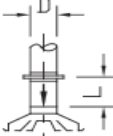
### 2.3.2 Ilmanvaihdon säätimet ja säätöpellit

Säätöpellin on täytettävä standardin SFS-EN 1751 vaatimukset, ja siitä on oltava tämän standardin mukaiset testaustulokset. Säätöpeltien vaippaa ja säleitä ei eristetä, ellei asiakirjoissa toisin määrätä. Säätöpelti sijoitetaan tarvittavan säätötoiminnan ja puhdistustarpeen mukaan siten, että se voidaan puhdistaa turvallisesti ja esteettömästi. Säätöpelti on voitava irrottaa puhdistuksen ajaksi, tai sen molemmilla puolilla tulee olla puhdistusluukku. Jos pelti on täysin avautuva, yksi puhdistusluukku riittää. Säätöpelti sijoitetaan siten, ettei se aiheuta haittaa muille laitteille, kun ilman nopeus säädettyä kasvaa tai säleet muuttavan ilman virtaussuuntaa. (11)

Valmistajat ilmoittavat säätöpeltikohtaisissa asennus- ja huolto-ohjeissa säätöpellin vaatiman suojaetäisyyden. Valmistajan määrittämä suojaetäisyys varmistaa, että säätöpellin säätö ja mittaus onnistuvat luotettavasti (kuva 15).

## Suojaetäisyydet

Kalibroinnin tarkkuus häiriöttömässä virtauksessa:  $\pm 5\%$ .

Häiriötapaus	Tarvittava suojaetäisyys L	
	$m_2 = \pm 7\%$	$m_2 = \pm 10\%$
	$\geq 1 D$	$\geq 1 D$
	$\geq 4 D$	$\geq 2 D$
	$\geq 2 D$	$\geq 2 D$
	$\geq 2 D$ *)	$\geq 2 D$ *)

\*) Tuloilmahajottimen toiminnan varmistamiseksi.

Kuva 15. FläktWoodin mittaus- ja säätölaite IRIS (17)

## IMS-järjestelmät

IMS-järjestelmällä tarkoitetaan ilmamääräsäätöistä järjestelmää, millä voidaan säätää rakennuksen ilmamääriä käyttäjien tarpeiden mukaan. Säätöindikaattorina voidaan käyttää esimerkiksi huoneiden lämpötilaa tai hiilidioksidipitoisuuksia. (30)

Ilman toimivaa ilmavirransäätöä eivät myöskään VAK:sta määritetyt ja luetut ilmamäärät toteudu. Ilmavirransäätimen ilmanvirran mittatarkkuus riippuu virtausolosuhteista mittayhteellä. (30)

Valmistajat ilmoittavat IMS-ilmavirransäädinkohtaisissa asennus- ja huolto-ohjeissa säätimen vaatiman suojaetäisyyden. Valmistajan määrittämä suojaetäisyys varmistaa, että ilmavirtasäätimen säätö ja mittaus onnistuvat luotettavasti (kuva 16).

**Luotettavaa toimintaa varten suositellaan alla olevan taulukon mukaisia suojaetäisyyksiä muotokappaleista ennen mittayhdyttä. Jos suojaetäisyydet eivät toteudu, ilmavirran mittaus ei ole vakaata ja ilmavirran säätö on epätarkkaa.**

<b>Osat</b>	<b>Suoran kanavan pituus mittayhteessä</b>
Käyrä	3 x Ød
T-haara	2 x Ød
Säätöpelti	6 x Ød

**Yllä olevilla suojaetäisyyksillä saavutetaan alla olevassa taulukossa esitetyt mittatarkkuudet.**

<b>Kanavanopeus</b>	<b>Mittauksen epätarkkuus</b>
> 3 m/s	+/- 5%
1,2 - 3 m/s	+/- 10%
0,7 - 1,2 m/s	+/- 25%

Kuva 16. Lindab Oy VRU ilmavirransäädin (18)

Ilmavirranmittaukseen ja säätöön voidaan käyttää myös ultraääntä hyödyntävää Lindab UltraLink ilmavirtasäädintä. Teknologiassa mittaus tapahtuu kanavan pinnasta ultraäänellä, jolloin kanavan likaantuminen ei vaikuta mittaukseen tai säätöön. Laitteen mittapöytäepätarkkuus on alle 10 %, kun kanavanopeudet ovat 0,5 - 20 m/s. (39)



### 2.3.3 Paloturvallisuus

#### Palo-osastot

Palo-osasto on rakennuksen osa, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivien rakennusosin tai muulla tehokkaalla tavalla. (5)

#### Palokatkot

Palokatkoilla tarkoitetaan palo-osastojen välisten läpivientien paloeristystä ja tiivistettä. Tiivis palokatko estää tulipalon syttyessä liekkien, kuumuuden ja savukaasujen leviämisen läpivientien kautta. (5)

Palokatkot suunnittelevat käytännössä rakennesuunnittelija, mutta esimerkiksi palokatkojen läpivientien suunnittelu on LVI-suunnittelijoiden, sähkösuunnittelijoiden ja rakennesuunnittelijoiden yhteistyötä. Läpivientien täyttöihin käytetään palokatkomassaa. Materiaaleina on useita vaihtoehtoja, esimerkiksi kipsi-, sementti- tai akryylipohjaiset massat. (10)

Palokatkoja tehdään pääosin seinäläpivienteihin, mutta myös kerrostasoihin, mikäli palo-osastointi niin edellyttää. Palokatkoja voidaan sijoittaa kuiluissa tiettyihin kerrostasoihin, yleensä kuilujen ylä- tai alapäähän. Mikäli kuilussa ei tarvita palo-osastoituja kerrostasoja, ummistetaan kuilun ylä- ja alapää kuitenkin yleensä ilmatiiviisti. Nämä "ilmakatkot" estävät pölyn leviämisen, katkaisevat hormivaikutuksen ja toimivat myös huoltotasoina. Ilmakatkot tehdään yleensä teräsbetonista, mutta pienemmissä kuiluissa voidaan käyttää esimerkiksi palokatkomassaa tähän tarkoitukseen. (31)

Hormivaikutusta esiintyy suurimmillaan korkeissa rakennuksissa. Kenttätutkimuksessa läpikäytävää uudiskohdetta voidaan pitää korkeana rakennuksena. Hormivaikutus johtuu sisä- ja ulkoilman lämpötilaeron aiheuttamasta termisestä paine-erosta. Hormivaikutuksessa esimerkiksi rakennuksen kuilun alapäähän syntyy alipainetta ja vastaavasti yläpäähän syntyy ylipainetta. Hormivaikutuksen seurauksena syntyy ilmavuotoja, jotka voivat aiheuttaa muun muassa vedon tunnetta sisätiloissa ja kosteusvaurioita rakenteissa. (32)

## Palopellit

Palopellit ovat palonrajoittimia, jotka on tyyppihyväksytty tai joista on tehty vastaavat selvitykset (kuva 17). Palopellit sulkeutuvat lämpösulakkeen, savu- tai kaasuilmaisimen tms. avulla automaattisesti palotilanteessa. Palonrajoittimia ovat myös ns. raskaat palopellit ja savunrajoittimina toimivat palopellit. Niiden tulee olla pelastustoimen laitteiden teknisistä vaatimuksista ja tuotteiden paloturvallisuudesta annettujen standardien mukaisia. (11)

Palopellit sijoitetaan ilmanvaihtokanavaan osastoivan rakenteen kohdalle. Laitteet tulee asentaa valmistajan ohjeen mukaisesti ja siten, että ne säilyttävät toimintakuntonsa siltä edellytetyn palonkestoajan. Palopeltejä on saatavilla kantikkaisiin ja pyöreisiin kanaviin manuaalisina, kytentäjousella toimivina pelteinä sekä moottoriohjattuina pelteinä. (6)

Palopeltejä suunniteltaessa LVI-suunnittelijan tulee huomioida kyseisen palopellin asennus-, huolto- ja tilavaatimukset. Nämä vaatimukset ovat valmistajakohtaisia, ja ne tulee aina tarkistaa laitevalmistajan tuote-esitteestä ennen laitteen sijoittamista ja suunnitelmien hyväksyttämistä.



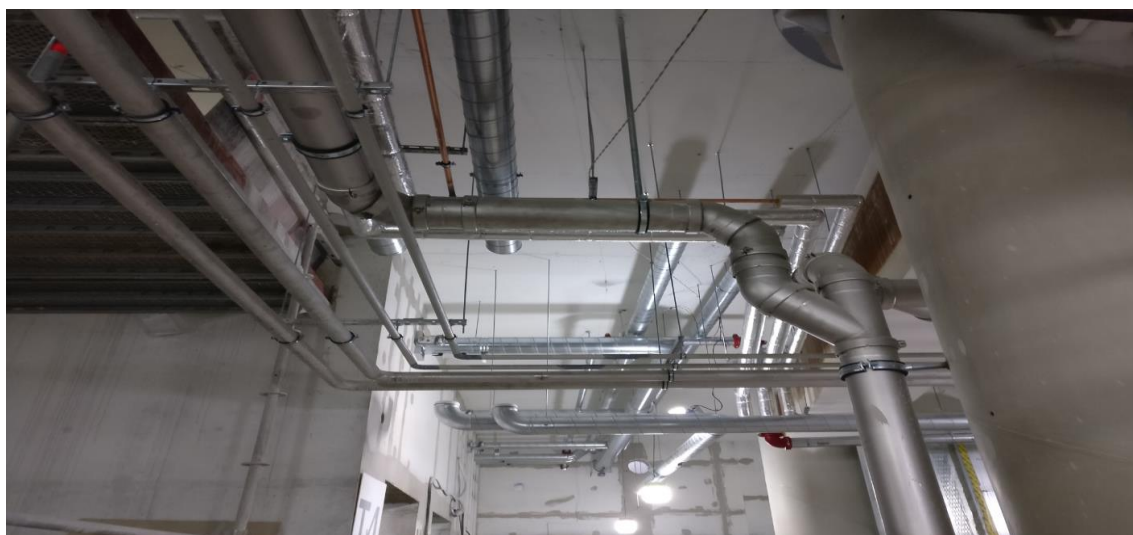
Kuva 17. CE-merkinnällä hyväksytty ETS NORD FDMB -palopelti sähköisellä toimilaitteella. (34)

### 2.3.4 Kannakointi ja eristäminen

Ilmanvaihdon kannakkeiden tulee kestää kanavien oman painon lisäksi myös eristeiden, sekä pinnoitteiden paino. Lisäksi kannakoinnin on kestävä ilmanvaihtokanaviston nuohouksen aiheuttama rasitus, sekä erilliset värähtelyt (kuva 18). (13)

LVI 12-10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi -ohjekortissa on esitetty pyöreiden kierresaumattujen IV-kanavien enimmäiskannakointivälit ja aukkovaraukset (taulukko 3).

Tyyppihyväksytyjen suorakaidekanavien kannakointivälit sekä eristetyillä ja eristämättömillä kanavilla ovat 2,0 - 2,5 metriä. (13)



Kuva 18. Kannakointeja työmaalla.

Taulukko 3. Tyyppihyväksytyjen pyöreiden kierresaumattujen IV-kanavien enimmäiskannakointivälit ja aukkovaraukset.

Kanavakoko mm	Enimmäis- kannakointiväli m	Aukkovaraus mm	Kanavakoko mm	Enimmäis- kannakointiväli m	Aukkovaraus mm
100	3	125	400	3	500
125	3	160	500	3	630
160	3	200	630	3	800
200	3	250	800	3	1000
250	3	315	1000	3	1250
315	3	400	1250	3	1500

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty Paroc HVAC fire mat -paloeristeen eristepaksuudet millimetreinä eri paloluokissa.

Taulukko 4.  
Paroc HVAC fire mat paloeriste  
pyöreille kanaville

Paloluokka	Eristepaksuus mm
EI 15	40
EI 30	60
EI 45	80
EI 60	80
EI 90	80
EI 120	100

Taulukko 5.  
Paroc HVAC fire mat paloeriste  
suorakaidekanaville

Paloluokka	Eristepaksuus mm
EI 15	40
EI 30	60
EI 45	90
EI 60	90
EI 90	100
EI 120	100

PAROC Hvac Fire ilmakehien paloeristysratkaisut perustuvat standardin EN 1366-1 mukaiseen testaukseen ja standardiin EN 15882-1:2011. Kaikkien PAROC-kivivillasta valmistettujen teknisten eristeiden palokäyttäytyminen on ilmoitettu CE-merkinnällä standardin EN 14303 mukaisesti. (24)

## 2.4 Törmäystarkastelu

Törmäystarkastelun avulla eri järjestelmien risteävyyksiä voidaan tarkastaa ja nähdä, missä kohtaa osat osuvat toisiinsa. Täten virheet on helppo havaita jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Järjestelmien törmäykset ovat seuraus puutteellisesta suunnittelusta, tai eri suunnittelu-alojen välisestä kommunikoinnin puutteesta. Tämän vuoksi suunnittelussa olisi hyvä käyttää aikaa myös järjestelmien yhteensopivuuden tarkastamiselle.

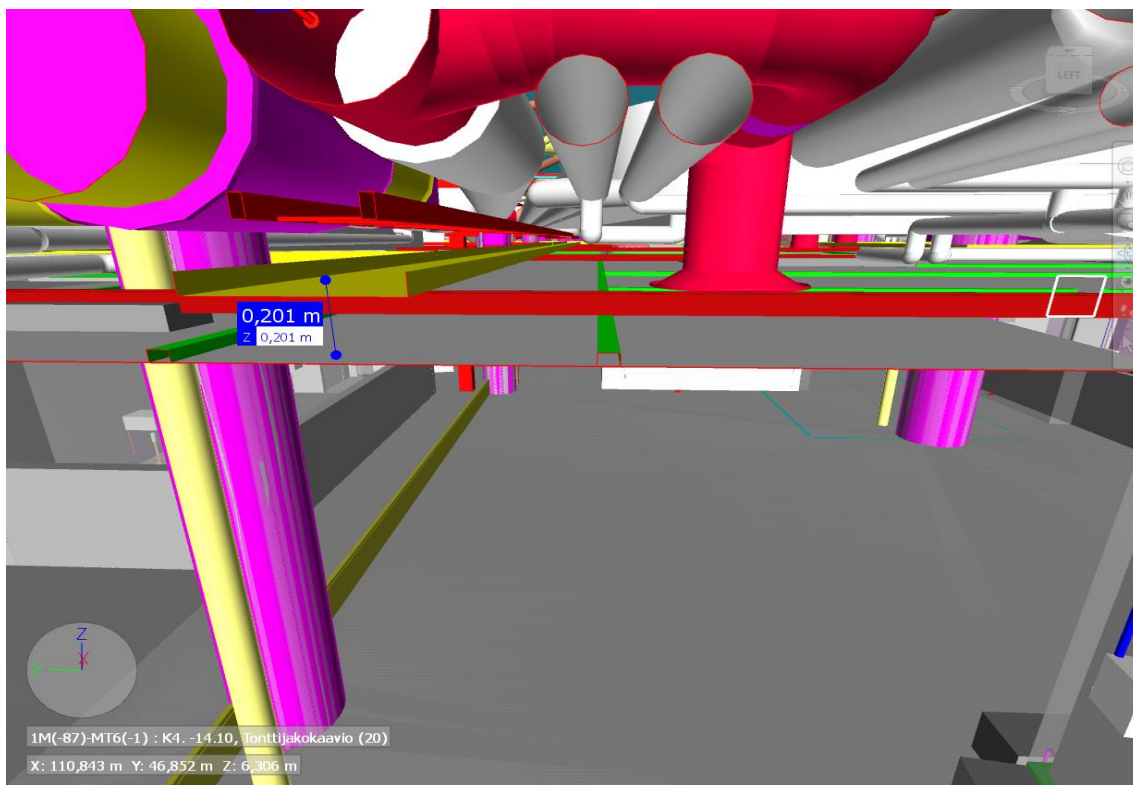
Tämäkään ei aina ole aivan yksiselitteistä, sillä on mahdollista, että esimerkiksi LVI-suunnittelussa on huomioitu ympäristö käyttäen tietomallia apuna, mutta tietomallin rakennetiedot saattavat olla väärät.

## 2.5 Tilakohtaisten sähköasennusten huomiointi

Nykyaikaisten järjestelmien myötä sähkösuunnittelu on välttämätön osa taloteknistä suunnittelua. Vaikka tämä insinööri työ ei varsinaisesti käsittele sähkösuunnittelua, on sen huomioiminen taloteknisiä järjestelmiä yhteensovittaessa niin saneeraus- kuin uudiskohteissa erityisen tärkeää.

Talotekniikan yhteensovittamisen haasteellisuus korostuu aina alakatolisissa tiloissa. Usein käytössä oleva asennustila on hyvin pieni ja sitä kautta voi olla mahdollista, että alakaton alkuperäisistä koroista joudutaan poikkeamaan alaspäin, mikä taas vaikuttaa esimerkiksi vuokrattavaan neliöpinta-alaan ja tilaajan vaatimuksiin.

Vaikka olisi loogista, että sähköjärjestelmät suunnitellaan tilaan ennen LVI-järjestelmiä, tämä ei työelämässä aina ole mahdollista. Tästä syystä LVI-suunnittelijan on huomioitava erilliset tilavaraukset sähkölaitteistolle, kuten tikashyllyille, valaisimille ja ripustus-kiskoille (kuva 19).



Kuva 19. Havainnollistava leikkauskuva sähkölaitteiden vaatimasta tilantarpeesta alakattorajassa tietomallissa.

## 2.6 Alakatolliset tilat

Alakattorakenteita asennetaan pääosin arkkitehtuurillisista syistä. Muita syitä alakaton pystyttämiseksi voivat esimerkiksi olla

- akustiset ominaisuudet (ääneneristys jne.)
- paloluokitukseen vaikuttaminen (esim. paloalakattorakenteet)
- huonetilan madallus
- asiakkaan pääsyn estäminen tekniikkaan
- hygienia-alakatot (keittiöt, sairaalat...)

Suunnittelijan ja urakoitsijan näkökulmasta alakatolliset tilat saattavat kuitenkin luoda omat haasteensa saatavilla olevasta asennustilasta riippuen. Suunnitellessa esimerkiksi LVI-tekniikkaa eri tiloihin on aina varmistuttava, onko kyseiseen tilaan tulossa alakattoa.

Alakattorakenteita voidaan tehdä sekä kantavina- että rakenteellisina väli-/yläpohjina. Näiden ero on se, että rakenteellisiin alakattorakenteisiin pystytään asentamaan esimerkiksi LVI-tekniikkaa siten, että se ei välttämättä vaadi erillistä kannakointia rakenteisiin. Väli- ja yläpohjalliset alakattorakenteet eivät puolestaan kestä asennettavien LVI-laitteiden painoa, ellei siitä erikseen mainita, jolloin suunnittelijan on oltava varma erillisen kannakoinnin mahdollistamisesta. (33)

Kun käytössä on ruudutettu alakatto, tulee tämä eritoten huomioida suunniteltaessa päätelaitteiden sijoittelua. Jos syntyy tilanne, jossa alakaton ruudukkojen ohi on suunniteltu tekniikkaa, joudutaan pahimmassa tapauksessa asennuksia purkamaan ja suunnittelemaan reitityksiä uudelleen. Myös tiedossa olevana virheenä on se, että päätelaitteita sijoitetaan samaan alakattoruudukkoon ja vielä aivan liian lähelle toisiaan.

### 3 Kenttätutkimus

#### 3.1 Saneerauskohde

Suunnitellessa saneerauskohteita tietomallin avulla on hyvin mahdollista, että tietomallinnus ei vastaa todellisia olosuhteita. Esimerkkikohteen ensimmäisessä tapauksessa kattoon suunniteltiin viemärit, sekä tulo- ja poistoilmakanavat annettujen lähtötietojen ja tietomallin avulla. Myöhemmässä vaiheessa urakoitsijalta tuli ilmoitus, että suunnitellut ilmanvaihtokanavat eivät tule mahtumaan sellaisenaan, sillä edessä on palkkirakenteita.

LVI-suunnittelussa ei kohdattu sinällään erityisiä ongelmia, sillä tilamallin mukaan tilantarve ja palkit oli huomioitu ja kanavien pitäisi mahtua. Tilanne vaati sen, että LVI-suunnittelija lähti paikan päälle selvittämään ongelmaa. Tilassa suoritettiin korkeusetasuysmittaukset ja selvisi, että betonipalkit olivat lähes 300 mm korkeammalla kuin tietomallinnuksessa. Tämän vuoksi ilmanvaihtokanavia ei olisi voitu asentaa sellaisinaan. (Kuva 20.)

Tilanteessa olisi ollut mahdollista pudottaa palkkeja alemmas, mutta ratkaisussa päädyttiin siihen, että palkkien kohdalla käytetään muunnososia, joiden avulla kanavan korkeutta supistetaan ja leveyttä suurennetaan. Lisäksi olemassa olevaa viemäriä jouduttiin siirtämään hieman.

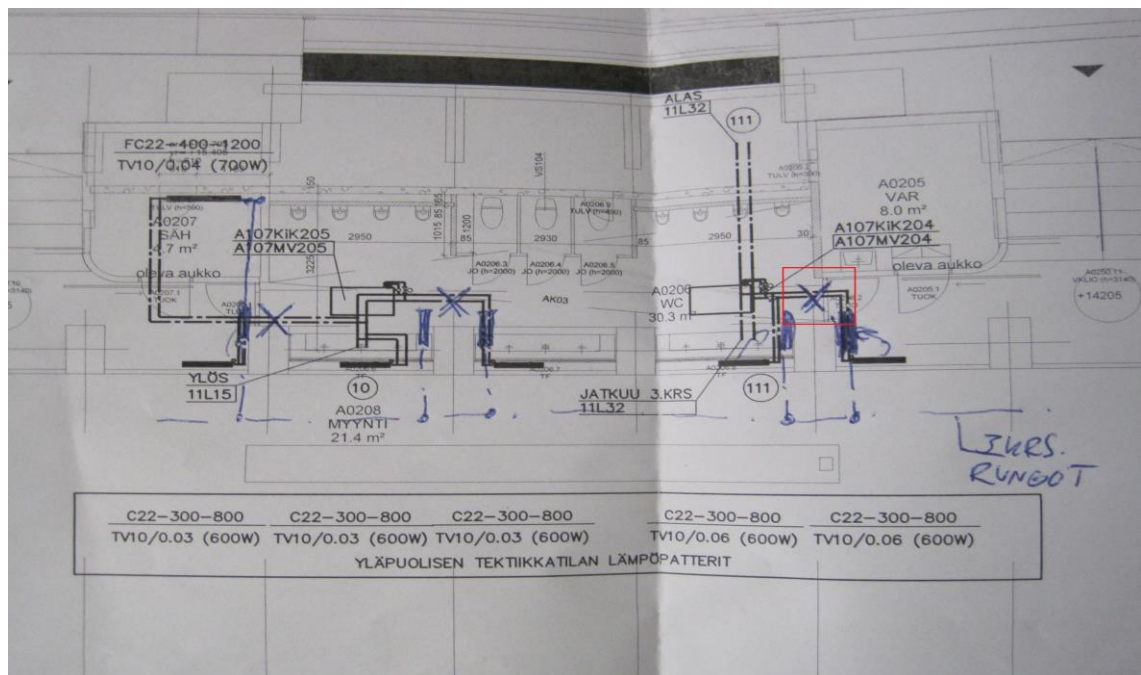


Kuva 20. Palkit tietomallissa ja todellisuudessa (34; 35)



Esimerkkikohteen toisessa tapauksessa tutkittiin pienen varastotilan vesi-, viemäri- ja lämpöjärjestelmien läpivientejä, missä luodun tilamallin mukaan, ylätasanteen oikealla puolella (kuva 21) oli riittävän kokoinen reikä, josta tekniikka voi kulkea. Todellisuudessa reikää ei vielä ollut olemassa, eikä siitä saatu alkuperäisten suunnitelmien vaatiman koista.

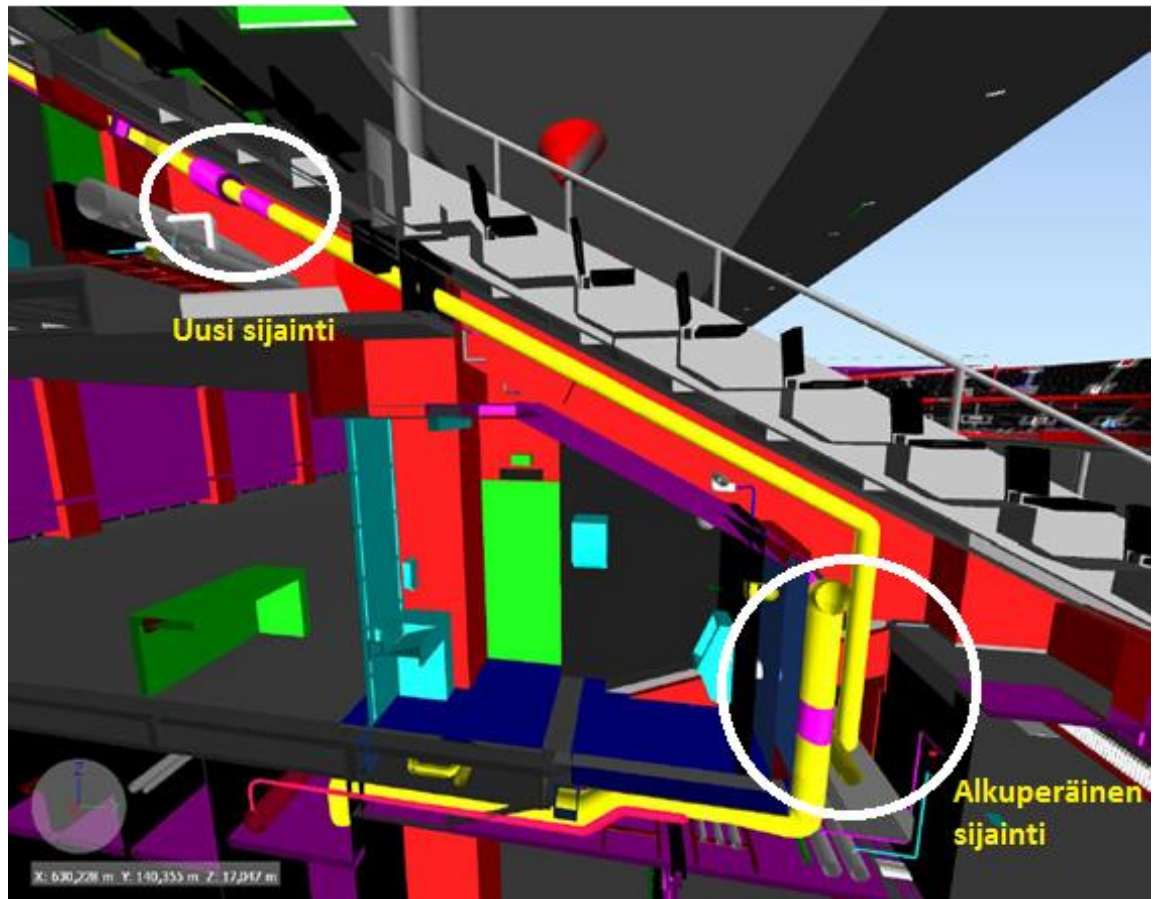
Tilanteessa päädyttiin siihen, että rakenne antoi rakennesuunnittelijoiden selvitysten mukaan sen verran periksi, että tasanteelle pystyttiin luomaan aukko vesi- ja viemäriputkistojä varten. Lämpöjohdot tuotiin alemman kerroksen kautta ylimääräisen lenkin avulla.



Kuva 21. Varastotilasta puuttuva reikä ja havainnollistava lämpöjohtojen reitin uudelleenluonnosdokumentti.

## IMS

Esimerkkikohteessa 1 päädyttiin ratkaisuun, jossa ilmamääräsäätimet siirrettiin kuvan 22 mukaisesti WC-tilojen takaa ylemmän kerrokseen. Ilmamääräsäätimet oli alun perin suunniteltu WC-tilan taakse, mutta suunnittelun edetessä pitemmälle ja tilojen täytyessä tekniikasta huomattiin, että ilmamääräsäätimien toimilaitteille pääsy on estynyt, eikä niille olisi voitu järjestää asennus- ja huoltotilaa tarvittavalla mittakaavalla.



Kuva 22. Ilmamääräsäätimen uudelleensijoitus asennus- ja huoltoteknisistä syistä.

### 3.2 Uudiskohde

#### IV-kuilut ja asennettavuus

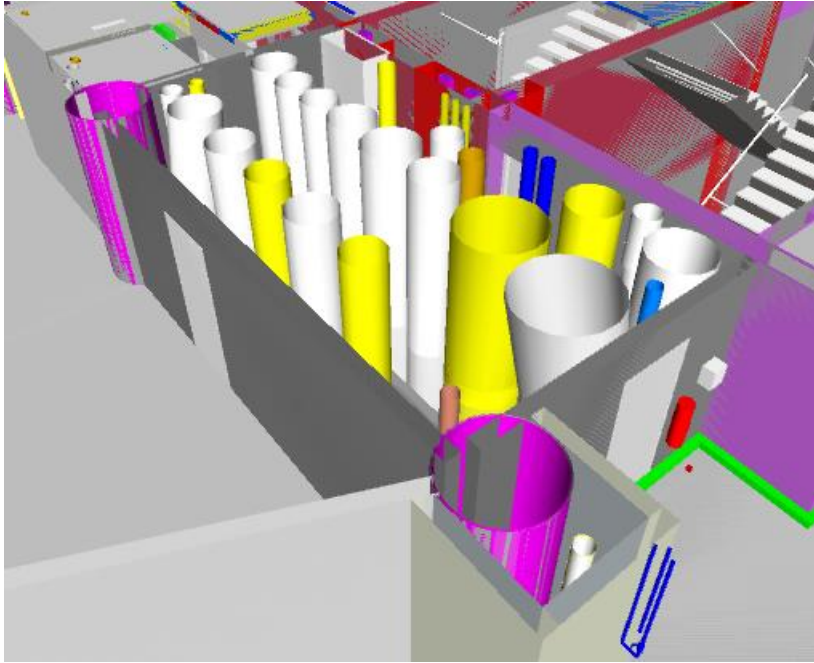
Tilavaraukset kuiluille ja muille kanavareiteille kerroksissa katsotaan jo hankesuunnitteluvaiheessa. Tilavaraukset määritetään siten, että ne mahdollistavat oikeanlaisten laitteiden asennukset sekä jättävät riittävät tilat laitteiden myöhempää huoltoa varten. (29)

Esimerkkikohteessa tutustutaan sattumalta valittuun IV-kuiluun (kuva 23), sen asennusteknisyyteen, asennettavuuteen sekä huollettavuuteen.



Kuva 23. Esimerkkikohteessa valittu kuilu.

Kyseisessä kerroksessa kuilu muurataan umpeen ja se varustetaan kolmella huoltolukulla, jotta asentaja pääsee tarvittaessa huoltamaan kanavia ja putkistoja. Taso varustetaan käveltävällä ritiläpinnalla (kuvat 24 ja 25).



Kuva 24. Tietomallissa samainen kuilu paikannettuna.

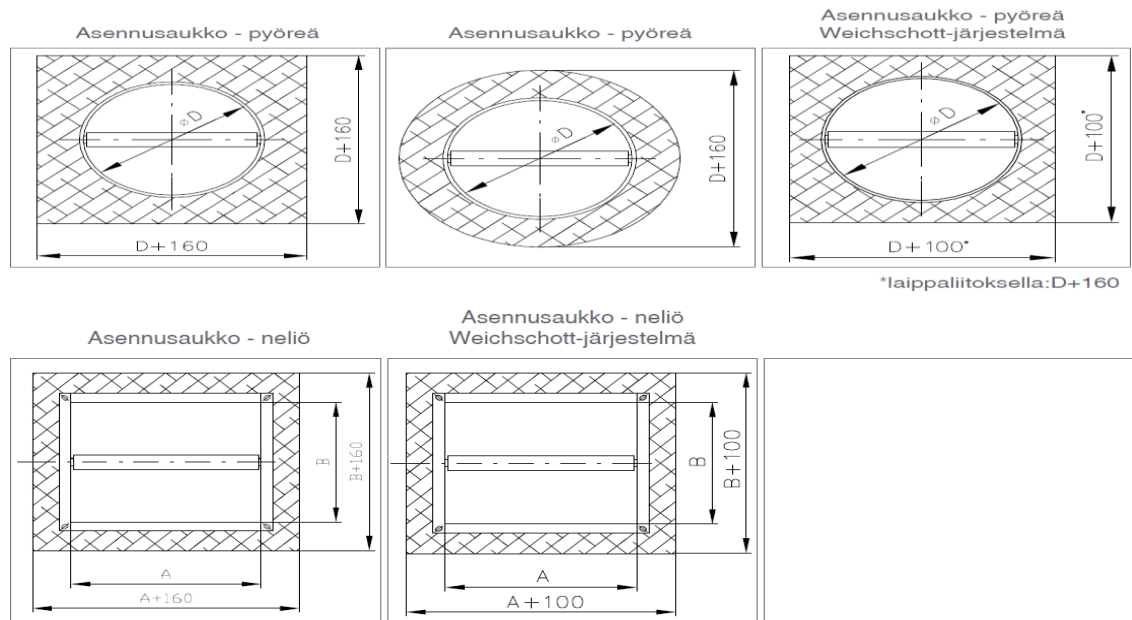


Kuva 25. Kannakointiesimerkkejä.



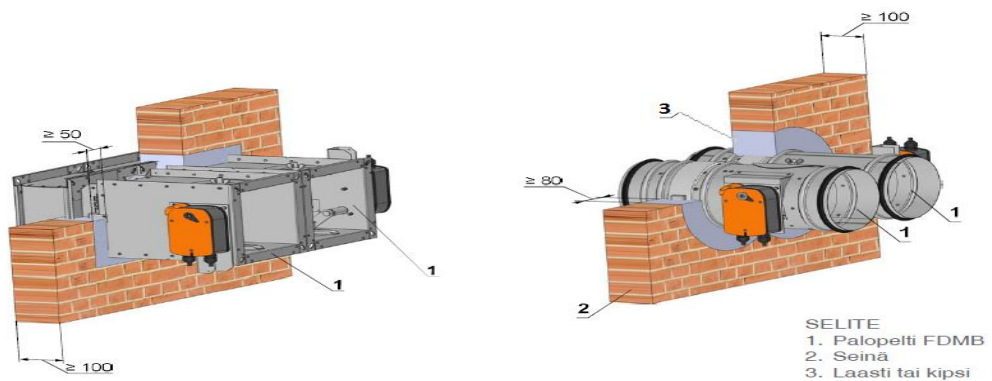
## Palopellit

Valmistajan ohjeen mukaan (kuva 26) pyöreät palopellit tarvitsevat vähintään 160 millimetriä kanavan halkaisijan lisäksi ja vastaavasti kantilliset palopellit tarvitsevat 160 millimetriä kanavan pituuden ja leveyden lisäksi. (21)



Kuva 26. Asennusaukkojen koot kantikkaille ja pyöreille palopelleille.

Standardin EN 1366-2 mukaan (liite 1) palopeltiä ei voida myöskään suunnitella ja asentaa aivan rakenteisiin kiinni, vaan niiden välisen etäisyyden tulee olla vähintään 75 millimetriä. Mikäli samalle rakenteelle asennetaan useampi palopelti, niiden välinen etäisyys tulee olla standardin EN 1366-2 mukaan vähintään 200 mm (kuva 27).



Kuva 27. Kantikkaat ja pyöreät palopellit vierekkäin.

## Kondenssivesiviemärit

Esimerkkikohteessa useisiin tiloihin sijoitettiin kondenssivesipumpulla varustetut puhallinkonvektorit jäähdyttämään sisäilmaa. Puhallinkonvektorit sijoitettiin siten, että ne jäähdyttäisivät tasaisesti tilojen neliöpinta-alaa (kuva 28). Konvektorit pyrittiin sijoittamaan siten, että ne eivät ole aivan tuloilmalaitteiden vieressä; tämä estää viileän ilman sekoittumisen tuloilman kanssa.

Puhallinkonvektoreista lähtee tietyn mittainen poistoyhde, joka liitetään varsinaiseen kondenssivesiviemäriin. Tätä poistoyhdetä ei ole koon tai pituuden puolesta standardisoitu millään tavalla, eli se on täysin valmistajakohtainen.

Puhallinkonvektoreille suunniteltiin erikseen vielä kondenssivesiviemärit. Viemärit suunniteltiin siten, että pumpun nostokorkeutena käytettiin enimmillään 650 millimetriä, kuten laitevalmistajan ohjeessa oli määritetty. Urakoitsijalta tuli ilmoitus, että kondenssiviemäreitä ei voida asentaa, sillä käytetyn puhallinkonvektorin pumpun poistoletkun pituus on 500 mm. Erillistä liitososaa olisi voitu käyttää poistoyhteen pidentämiseksi, mutta kokeneen urakoitsijan mukaan liitoskohdista on aiemmin koitunut ongelmia lyhyessä ajassa.



Kuva 28. Sabina SkyStar puhallinkonvektori asennettuna työmaalla.

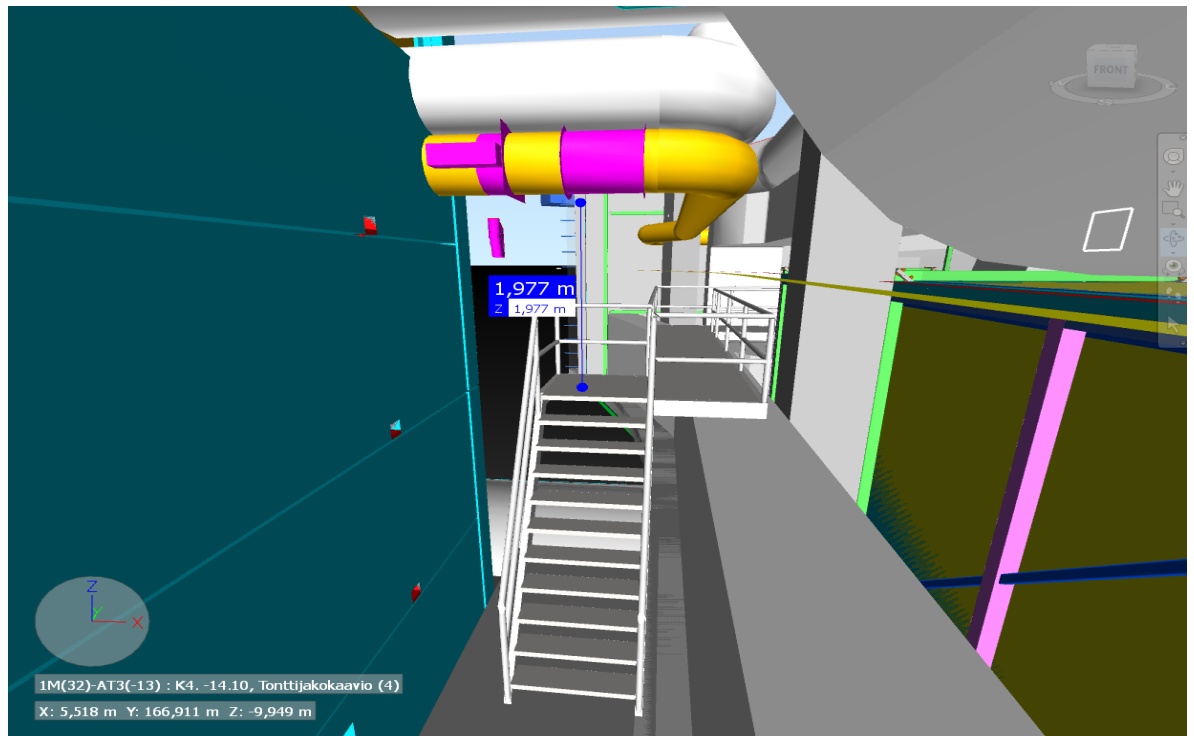
## Ilmanvaihdon konehuoneen savunpoiston muutoksia

Työmaalla vastaava LVI-suunnittelija kävi yhdessä vastaavan valvojan kanssa ilmanvaihdon konehuoneita läpi ja huomion kiinnitti kahden suunnitellun savunpoistopuhaltimien sijainnit. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan savunpoistopuhaltimet ja säätöpellit sijaitsivat kuvien 29 ja 32 mukaisesti huollon kannalta hieman hankalissa paikoissa.



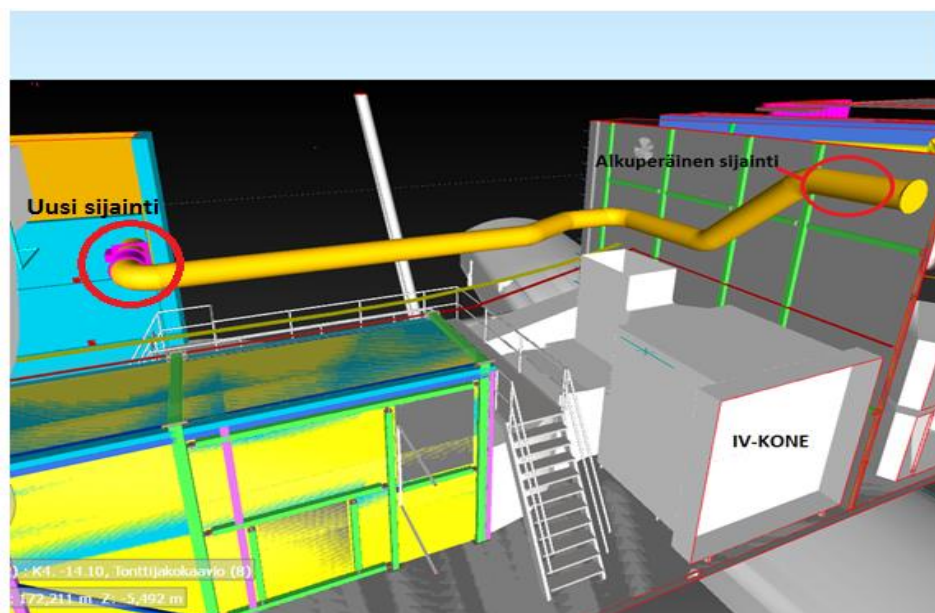
Kuva 29. Savunpoistopuhallin 1: alkuperäinen sijoituspaikka (35)

Sijaintina oli alun perin suoraan ilmanvaihtokoneen yläpuolella oleva tila. Tämä olisi laitehuoltajan kannalta paikka, joka aiheuttaa ongelmia.



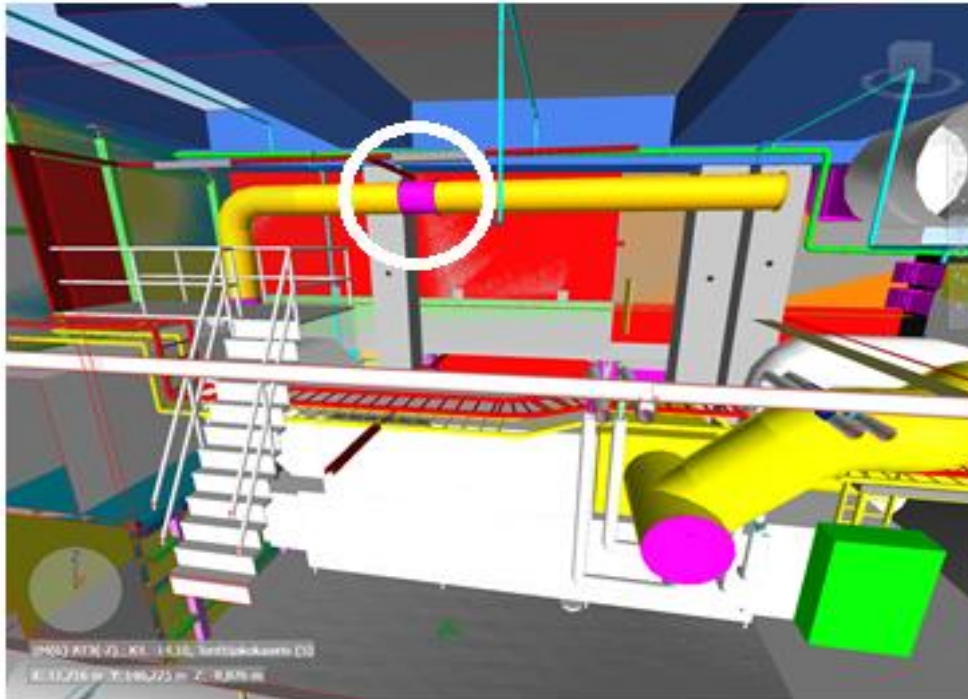
Kuva 30. Savunpoistopuhallin 1: huollon kannalta parempi sijoituspaikka (35)

Kun savunpoistopuhallin ja säätöpelti sijoitetaan kanavaosan alkupäähän, on laitehuoltajallakin helpompi pääsy laitteeseen, joko portaikon yläpäästä 2m etäisyydeltä, tai erilisillä tikkailla / nostolaitteella.

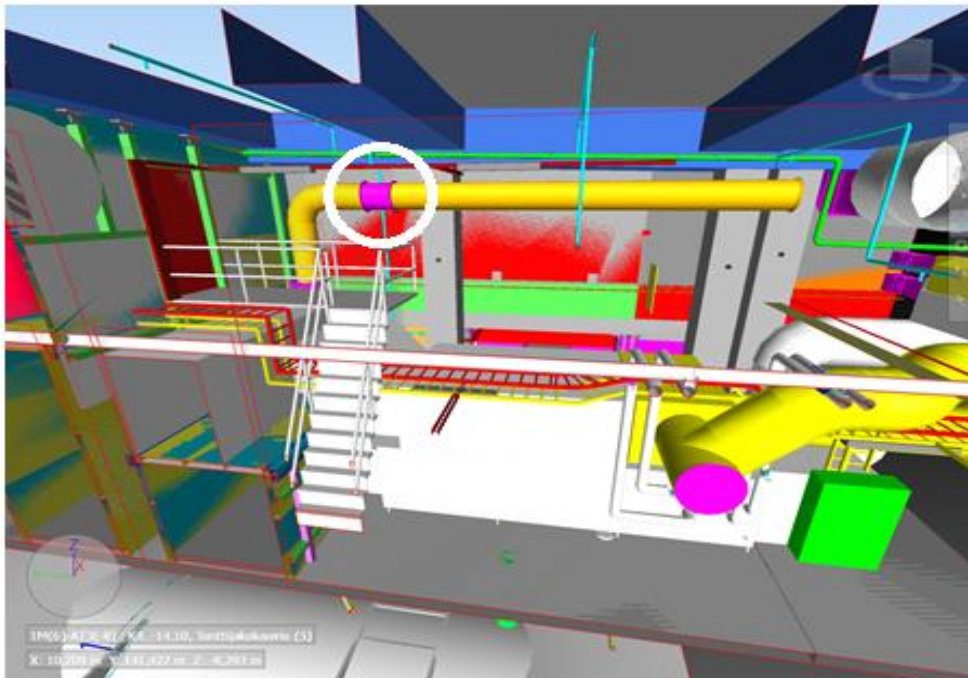


Kuva 31. Savunpoistopuhallin 1: huollon kannalta parempi sijoituspaikka (35)





Kuva 32. Savunpoistopuhallin 2: alkuperäinen sijoituspaikka (35)



Kuva 33. Savunpoistopuhallin 2: huollon kannalta parempi sijoituspaikka (35)

## 4 Yhteenveto ja pohdinta

Jokainen LVI-suunnitelma liittyy jollain tavalla asennettavuuteen ja suunnittelijalla tulisi olla selkeä näkemys siitä, onko juuri tämä kyseinen ratkaisu asennettavissa, huollettavissa tai korjattavissa.

Vastavalmistuneen suunnittelijan näkökulmasta lähes poikkeuksetta sellainen henkilö, joka on joskus eläessään tehnyt putkiasentajan hommia, omistaa selkeämmän vision siitä, miten tietyt asiat ovat toteutettavissa, mutta tämäkään ei ole aivan yksiselitteistä. Talotekniikan alan ammattikorkeakouluissa järjestetään LVI-asentamisen perusteiden koulutusta, ja sitä kautta ajatuksia syntyy myös sellaisille henkilöille, joilla ei putkiasentajataustaa aiemmin ole ollut.

Peruslähdekohtana suunnittelussa voitaisiin pitää lausetta: ”Älä oletta, ota selvää.” Kaikessa suunnittelussa tulee lähtötiedot aina tarkistaa, ja käytettäessä minkä tahansa valmistajan tuotteita, tulee näiden omat laiteohjeistukset aina lukea. Kaiken tämän lisäksi tulee elää tilanne vielä asentajan näkökulmasta, eli mallia onko asentajalla mahdollisuutta esimerkiksi tehdä tämä tietty asennus.

Jos virhe kuitenkin tapahtuu, voidaan karkeasti arvioida niiden hintaseuraamuksia. Esimerkiksi, jos vähän isommassa tilassa LVI-tekniikkaa on suunniteltu liian ahtaalle ja tekniikkaa joudutaan siitä syystä laskemaan, voidaan miettiä sen vaikutusaluetta. Pahimmassa tapauksessa vaikutus lähtee osa-alueittain: arkkitehdit, LVI, sprinkleri, sähkö, rakennusautomaatio. Jos jokaiselta osa-alueelta hinnoitteluyksikkönä käytetään esimerkiksi 70 € / h, pelkästään kahdeksan tunnin lisätyöstä aiheutuisi jo lähes 3 000 euron lisäkustannukset.

## Lähteet

1. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C1. Helsinki: ympäristöministeriö.
2. Kosteus. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C2. Helsinki: ympäristöministeriö.
3. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: ympäristöministeriö.
4. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
5. Rakennusten paloturvallisuus. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Helsinki: ympäristöministeriö.
6. Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus. 2004. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7. Helsinki: ympäristöministeriö.
7. Harju, Pentti. 2004. 1. Painos. Talotekniikan perusteet 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky
8. Seppänen, Olli. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikka-Julkaisut Oy
9. Seppänen, Olli. 2001. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto ry.
10. Palokatko-opas. 2013. Verkkoaineisto. Suomen Palokatkoystdistys ry.  
[http://www.palokatkoystdistys.fi/pdf/palokatko-opas\\_2013.pdf](http://www.palokatkoystdistys.fi/pdf/palokatko-opas_2013.pdf). Luettu 20.1.2018.
11. TalotekniikkaRYL osa 1&2. 2002. RTS, LVI-Keskusliitto ry, Sähkötieto ry.
12. Putkistojen asennus. 2004. LVI 20-10348 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS.
13. Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. LVI 12-10370 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS.

14. Tilanvarausohjeet. 1988. LVI 06-10105 -ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS.
15. Suunnittelu- ja asennusohje. 2015. Uponor-kiinteistöviemärintikäsikirja. Uponor Infra Oy.
16. Halton PRA Mittaus- ja säätömoduuli. Verkkoaineisto. Halton Oy. <[https://www.halton.com/dh/DwAQR5oqSirMT08bbMnHiyCVE6iYN-blievduQmeQI\\_WUJp2h95Wk4874fWYOOv9F\\_6mdsfDu2efWh0ALrG2EYyxutgalObIQ9rRmdqI/Halton\\_PRA\\_-\\_fi.pdf](https://www.halton.com/dh/DwAQR5oqSirMT08bbMnHiyCVE6iYN-blievduQmeQI_WUJp2h95Wk4874fWYOOv9F_6mdsfDu2efWh0ALrG2EYyxutgalObIQ9rRmdqI/Halton_PRA_-_fi.pdf)> Luettu 22.3.2018.
17. FläktWoods Mittaus- ja säätölaite IRIS. Verkkoaineisto. FläktWoods Oy. <<http://m.flaktwoods.fi/f0d83e62-93fd-4b6a-b348-d2bc193f9872>> Luettu 22.3.2018.
18. Lindab Ilmavirransäädin VRU. Verkkoaineisto. Oy Lindab Ab. <<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/comfort/fin/technical/vru.pdf>> Luettu 22.3.2018.
19. SFS-EN 1366-1 Fire resistance tests for service installations. Part 1: Ventilation ducts. 2014. Rakennustuoteteollisuus RTT ry.
20. SFS-EN 1366-2 Fire resistance tests for service installations. Part 2: Fire dampers. 2015. Rakennustuoteteollisuus RTT ry.
21. ETS NORD NORDfire palonrajoittimet. 2016. Verkkoaineisto. ETS NORD AS. <[https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2016/11/04\\_NORDfire\\_fi\\_2016.pdf](https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2016/11/04_NORDfire_fi_2016.pdf)> Luettu 22.3.2018.
22. Siemens Siemeca™ Mekaaninen vesimittari WFK30, WFW30. 2010. Verkkoaineisto. Siemens Oy. <[http://www.siemens.fi/pool/products/industry/talotekniikka/rakennusautomaatio/tuotteet/vesimittarit/n5329fi\\_2010.pdf](http://www.siemens.fi/pool/products/industry/talotekniikka/rakennusautomaatio/tuotteet/vesimittarit/n5329fi_2010.pdf)> Luettu 22.3.2018.
23. Paroc Talotekniikan eristykset. 2018. Verkkoaineisto. Paroc Group Oyj. <[www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx](http://www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx)> Luettu 22.3.2018.

24. Paroc IV-kanavan paloeristys. Verkkoaineisto. Paroc Group Oyj. <<http://www.paroc.fi/kayttokohteet/talotekniikka/paloeristetyt-ilmakanavat>> Luettu 22.3.2018.
25. Yli-Hukka, Erkki. 2018. Projekti-insinööri, Ramboll Finland Oy, Espoo. Haastattelu 8.3.2018.
26. Siikaoja, Pasi. 2018. LVI-suunnittelija, Ramboll Finland Oy, Espoo. Valokuva.
27. Decibel-pohjakulma. 2017. Asennusohje. Uponor Infra Oy.
28. Sabiana SkyStar puhallinkonvektori. Tuotetietoesite. Recair Oy.
29. Sandberg, Esa. Ilmastointilaitoksen mitoitus: Ilmastointitekniikka Osa 2. 2014. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
30. Yleisesite IMS-järjestelmät. 2014. Lindab Ventilation A/S.
31. Tuovinen, Eero. 2018. LVI-suunnittelija, Ramboll Finland Oy, Espoo. Haastattelu 15.3.2018.
32. Nybergh, Christina. Hormivaikutuksen hallinta korkeissa asuinkerrosrakennuksissa: Diplomityö. 2014. Aalto-yliopisto.
33. Gyproc sisäkatot. Verkkoaineisto. Saint-Gobain Finland Oy <<http://www.gyproc.fi/ratkaisut/sisakatot/gyproc-sisakatot>> Luettu: 13.2.2018
34. Työmaavalokuva. 2018. Ramboll Finland Oy.
35. Suunnittelukohteen tietomallin kuvakaappaus. 2018. Ramboll Finland Oy.
36. Geberit Mapress & Mepla Tekninen esite. 2013. Geberit Oy.
37. Putkiston kannatus. 2015. PSK-käsikirja 8. PSK Standardisointiyhdistys ry.
38. Siikaoja, Pasi. 2018. LVI-suunnittelija, Ramboll Finland Oy, Espoo. Haastattelu 28.3.2018.

39. UltraLink. 2018. Verkkoaineisto. Lindab Ventilation A/S.  
<<http://www.lindab.com/fi/pro/Pages/ultralink.aspx>> Luettu 28.3.2018.
  
40. EA122 Automaattinen ilmausventtiili. 2001. Verkkoaineisto. Honeywell AG.  
<[http://onninen.procus.fi/documents/original/14084/1/1/IMG\\_1794566.pdf](http://onninen.procus.fi/documents/original/14084/1/1/IMG_1794566.pdf)>  
Luettu 28.3.2018.

### 13.4 Fire dampers remote from a wall or floor

A test result obtained for a fire damper remote from a wall or floor is applicable to fire dampers of the same type installed with the same ductwork details as tested:

- a) mounted remote from a wall and attached to a length of a horizontal fire resisting ductwork when tested remote from a wall (two tests, see [Figures 6 and 7](#));
- b) mounted remote from a floor and attached to a length of vertical fire resisting ductwork on the side above the floor when tested above the floor;
- c) mounted remote from a floor and attached to a length of vertical fire resisting ductwork on the side below the floor when tested below the floor;
- d) mounted up to the same distance that was tested from the wall/floor and up to the same width and height of duct tested.

A test result obtained with the duct passing through a standard supporting construction is applicable to a supporting construction with a fire resistance equal to or greater than that of the standard supporting construction used for the test (thicker, denser, more layers of board, as appropriate).

Test results obtained with duct passing through flexible vertical supporting constructions may be applied to rigid supporting constructions of a thickness equal to or greater than that of the element used in the tests, provided that the classified fire resistance of the rigid supporting construction is greater than or equal to the one used for the test.

### 13.5 Fire from above

Fire dampers tested horizontally in floors with fire from below are acceptable in installations where fire might come from above.

### 13.6 Separation between fire dampers and between fire dampers and construction elements

A test result obtained for only one fire damper or for two fire dampers with a minimum clear separation of 200 mm is applicable to a minimum separation in practice of:

- a) 200 mm between fire dampers installed in separate ducts;
- b) 75 mm between fire damper and a construction element (wall/floor) – e.g. for a damper in a wall, this is the distance between the damper casing (largest dimension) mounted in the supporting construction and a wall or floor adjacent to that supporting construction.

### 13.7 Supporting constructions

A test obtained for a fire damper mounted in or on the face of a standard supporting construction is applicable to a supporting construction of the same type with a fire resistance equal to or greater than that of the standard supporting construction used in the test (thicker, denser, more layers of board, as appropriate).

The test result can also apply to cellular or hollow masonry blocks or slabs that have a fire resistance time equal or greater than the fire resistance required for the fire damper installation.

Test results obtained with dampers installed in flexible vertical supporting constructions may be applied to rigid supporting constructions of a thickness equal to or greater than that of the element used in the tests, provided that the classified fire resistance of the rigid supporting construction is greater than or equal to the one used for the test. The sealants used shall be the same as those tested. Any fasteners used shall be fire rated to suit the supporting construction that is used.

Test results obtained with dampers installed in insulated flexible vertical supporting constructions may be applied to applications where the same flexible vertical supporting construction is uninsulated (less

## Future-ilmankäsittelykone KULJETUS-, VARASTOINTI- JA ASENNUSOHJE



### Asennusohjeet

Tarkista ennen asennuksen aloittamista, että toimintomoduuli kuuluu kyseessä olevaan koneeseen ja tulee oikein päin ilmavirtaan nähden (ks. osien asennus). Tarkasta myös, ettei toiminto ole vaurioitunut. Koneen toimintojen paikat on kerrottu ilmanvaihtosuunnitelmissa.

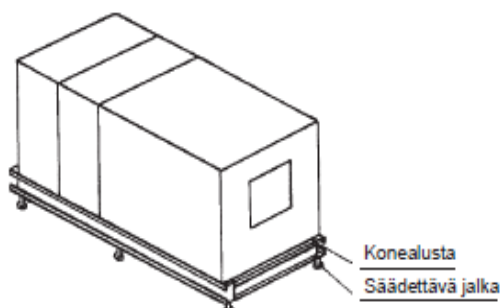
- Koneen taakse on jätettävä tilaa asennusta ja huoltoa varten 400 mm.
- Kone on asennettava vaakasuoralle konealustalle, jonka kaltevuus ei saa olla suurempi kuin 2 mm/1m. Koneen tulee olla kallistettuna noin 1 aste huoltopuolen suuntaan.
- Mikäli koneessa on ennen puhallinta (imupuolella) vesiyhde, on käytettävä vesilukkoa tai tulppaa. Tulppaa käytetään silloin, kun vesiyhdettä tarvitaan vain pesuvesien poistamiseen. Vesilukkoa käytetään silloin kun vedenpoiston tarve on jatkuva.
- Lattiarakenteen tulee olla soveltuva ilmankäsittelykoneen asennusalustaksi. Asennusalustan ominaisuuksien on oltava kaksi kertaa suurempi tai alle puolet koneen pyörimistäajuudesta. Konehuoneen lattiapinnoitteen tulee olla vettä läpäisemätön.
- Koneen viereen on jätettävä riittävästi tilaa (koneen leveys) huoltoa ja korjausta varten.
- Koneita ei saa asentaa suoraan lattialle, vaan esim. konealustalle.
- Koneita ei normaaliolosuhteissa tarvitse kiinnittää lattiaan (lattialle asennus).
- Koneen asennuksen voi suorittaa ammattitaitoinen asentaja. Erikoisammattitaitoa vaativia ovat kaikki sähköön ja automatiikkaan liittyvät asennus- ja säätötyöt.
- Koneen puhdistamisessa on käytettävä tavallisia pesuaineita. Liuottimia ei saa käyttää alumiinisia osia sisältävien toimintojen pesuun (lämmönsiirtimet).

### Asennustapoja ja ohjeita

#### Konealustalla lattialle

Konealusta, jossa on säädettävät jalat, on tilattavissa Koja Oy:ltä.

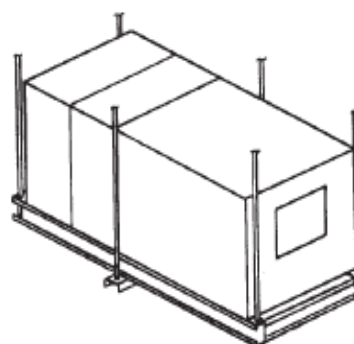
Kone kiinnitetään tarvittaessa konealustaan kiinnityskulmalla/poraruuveilla.



#### Konealustalla kattoon

Kierretanko esim. M 10 mm (ei kuulu toimitukseen).

Tankoja ei saa asentaa huolto- ja tarkastusluukkujen eteen.





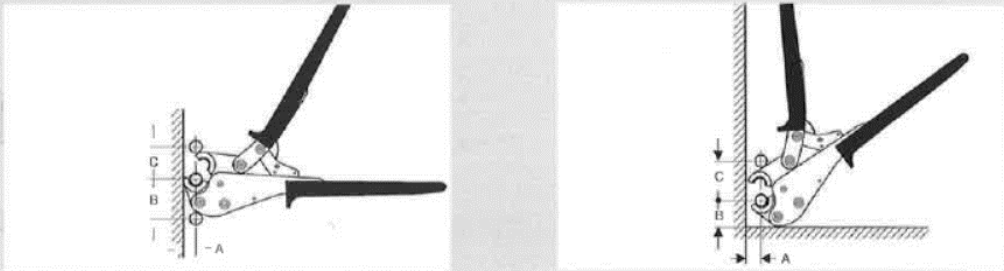
## Järjestelmätekniikka – Geberit Mepla

### Puristustyökalun vaatima tilantarve – Asennus

#### 2.4.2 Puristustyökalun vaatima tilantarve

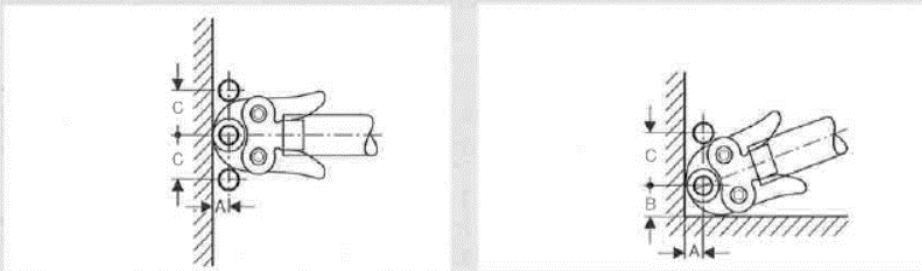
Mepla-järjestelmäputket asennetaan rakennukseen niin, että sen ympärille jää riittävästi tilaa puristamista varten.

Taulukko 107: Tilantarve käytettäessä käsipuristustyökalua asennuksessa tasaiseen seinään ja nurkkaan



d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]	d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]
16	1,5	3,8	4,2	16	1,9	3,0	5,0
20	1,6	4,2	4,4	20	2,06	3,1	5,5
26	1,9	4,7	5,3	26	2,3	3,3	6,2

Taulukko 108: Tilantarve käytettäessä puristamisessa sähköpuristustyökalua, yhteensopivuus [1] asennuksessa tasaiseen seinään ja nurkkaan

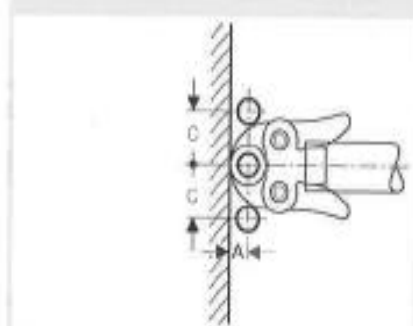
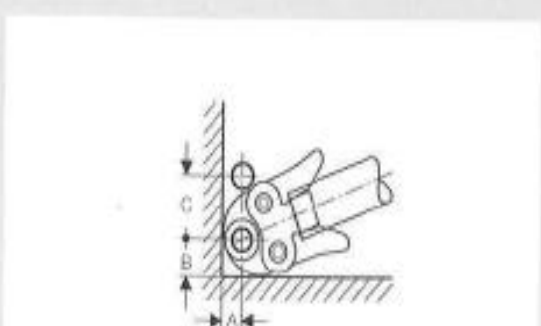


d [mm]	A [cm]	C [cm]	d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]
16	1,5	3,5	16	1,8	2,8	5,5
20	1,7	4,2	20	2,0	3,3	5,5
26	2,0	4,8	26	2,2	3,5	6,0
32	2,5	5,5	32	2,6	3,8	6,6
40	2,9	6,8	40	3,0	4,6	7,4

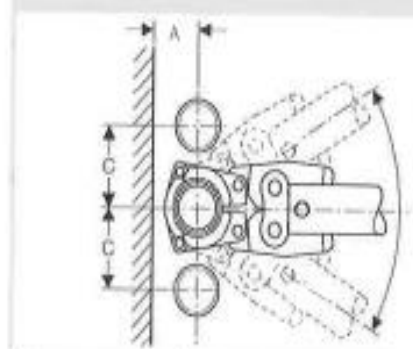
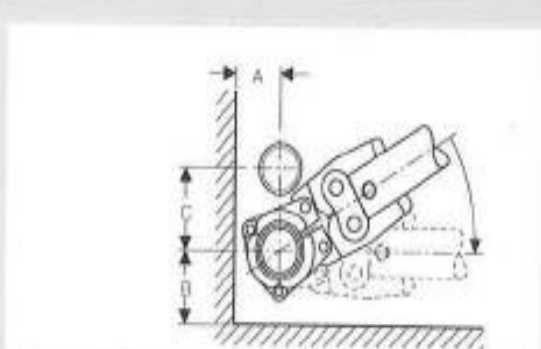
## Järjestelmätekniikka – Geberit Mepla

### Asennus – Puristustyökalun vaatima tilantarve

Taulukko 109: Tilantarve käytettäessä puristamisessa sähköpuristustyökalua, yhteensopivuus [2] asennuksessa tasaiseen seinään ja nurkkaan

						
d [mm]	A [cm]	C [cm]	d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]
16	1,6	4,2	16	1,9	3,1	5,8
20	1,8	4,6	20	2,0	3,4	5,7
26	2,1	5,3	26	2,3	3,7	6,2
32	2,7	6,2	32	2,7	4,5	6,7
40	3,1	7,2	40	3,1	5,1	7,7
50	4,0	9,5	50	4,0	6,0	9,5

Taulukko 110: Tilantarve käytettäessä puristamisessa sähköpuristustyökalua ja puristuskaulusta asennuksessa tasaiseen seinään ja nurkkaan

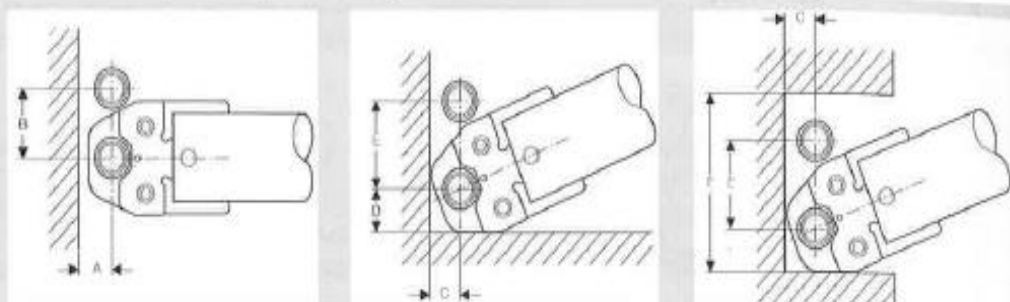
						
d [mm]	A [cm]	C [cm]	d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]
63	8,0	11,0	63	8,0	9,0	11,0
75	9,5	15,0	75	9,5	10,0	15,0

## Järjestelmätekniikka – Geberit Mapress

### Puristustyökalun vaatima tilantarve – Asennus

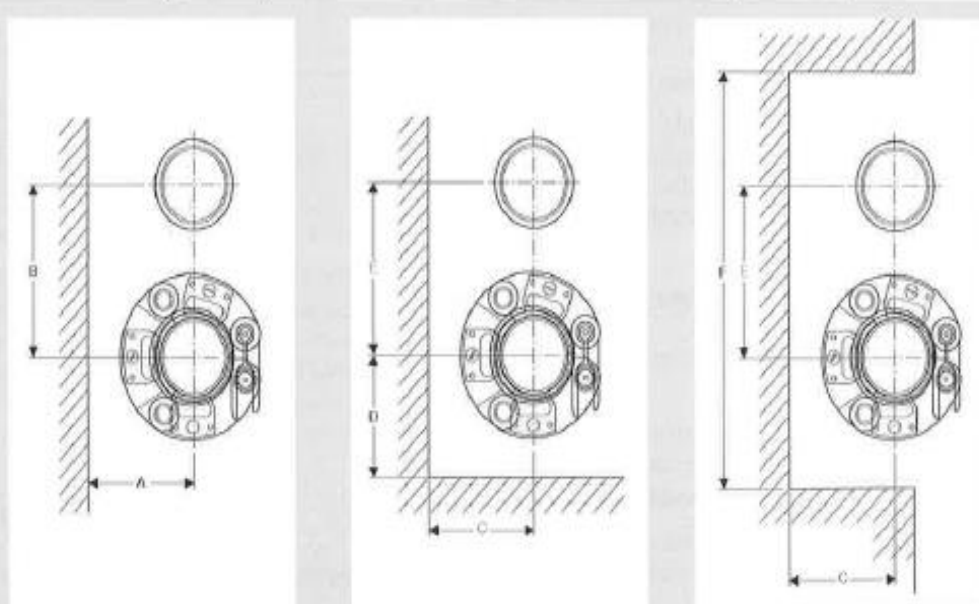
#### 1.4.4 Puristustyökalun vaatima tilantarve

Taulukko 70: Tilantarve käytettäessä puristusleukoja asennuksessa tasaiseen seinään, nurkkaan ja kuluiun



d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]	D [cm]	E [cm]	F [cm]
12 – 15	2,0	5,6	2,0	2,8	7,5	13,1
18	2,0	6,0	2,5	2,8	7,5	13,1
22	2,5	6,5	3,1	3,5	8,0	15,0
28	2,5	7,5	3,1	3,5	8,0	15,0
35	3,0	7,5	3,1	4,4	8,0	17,0

Taulukko 71: Tilantarve käytettäessä puristuskauluksia asennuksessa tasaiseen seinään, nurkkaan ja kuluiun



d [mm]	A [cm]	B [cm]	C [cm]	D [cm]	E [cm]	F [cm]
42	7,5	11,5	7,5	7,5	11,5	26,5
54	8,5	12,0	8,5	8,5	12,0	29,0
76,1	11,0	14,0	11,0	11,0	14,0	35,0
88,9	12,0	15,0	12,0	12,0	15,0	39,0
108	14,0	17,0	14,0	14,0	17,0	45,0