

Viljo Igonen

PELASTUSASEMIEN LVI-  
TEKNIikka

Opinnäytetyö  
Talotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2012




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILOLEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Viljo Igonen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusohjelma LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto	
Nimeke Pelastusasemien LVI-tekniikka			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja tutustua pelastuslaitoksilla olevaan talotekniikkaan. Työssä keskitytään erityisesti niihin erityispiirteisiin ja tarpeisiin, jotka tulevat esiin pelastuslaitosten LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyötä apuna käyttämällä työn tilannut suunnittelutoimisto saa toteutettua pelastuslaitoksen lvi-suunnittelun.</p> <p>Opinnäytetyötä varten vierailtiin useammalla eri pelastuslaitoksella, joista osa oli vasta rakennettuja ja osa vanhempia. Vierailuilta saatua kuvallista materiaalia, ja käyttäjiltä saatua tietoa on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon kirjallisten lähteiden lisäksi. Työssä on hyödynnetty laitevalmistajien aineistoja sekä heidän erityisosaamistaan.</p> <p>Pelastuslaitoksilla on paljon erikoistekniikkaa, jonka suunnitteluun on kiinnitettävä huomiota. Suuri apu suunnitteluun saadaan vierailemalla eri laitoksilla, jolloin voi kattavasti ja konkreettisesti tutustua suunnittelussa oleviin osa-alueisiin ja eri ratkaisutapoihin. Uusimmat ja tärkeimmät tiedot pelastuslaitoksille parhaiten soveltuvista laitteista ja ratkaisuista saa käyttämällä hyödyksi eri laitevalmistajilta ja käyttäjän edustajalta saaman tiedon.</p> <p>Työssä on esitetty kattavasti pelastuslaitoksilla olevaa talotekniikkaa. Kaikista osa-alueista on pyritty antamaan perustiedot sekä esittämään yhdestä muutamaan ratkaisuvaihtoehtoa toteutukselle. Aihealueen laajuudesta johtuen työssä ei ole voitu keskittyä jokaiseen osa-alueeseen aivan perinpohjaisesti.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Palolaitos, paloasema, paineilma			
Sivumäärä 37+10	Kieli Suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Jukka Räisä		Opinnäytetyön toimeksiantaja PP Kiinteistötekniikka Oy	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Viljo Igonen		Degree programme and option Building Services Engineering Specialization: HVAC Engineering	
Name of the bachelor's thesis  HVAC in Rescue Stations			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this study was to examine and explore the building services located in the rescue centers. The work focuses specifically on certain characteristics and needs that arise in HVAC design of the Rescue Stations. The design office who commissioned this thesis can now use it to implement the HVAC design to a Rescue Station.</p> <p>For this thesis several visits were made to various Rescue Stations, of which some were recently build and others older. The photo material and the information provided by users gathered from the visits have been used as much as possible in addition to the literary sources. This work has utilized the materials provided by Equipment Manufacturers and their specialized expertise.</p> <p>Attention must be paid when designing Rescue Stations because they have a lot of special technology. A great help for the design process was gained by visiting different facilities. This way one could comprehensively get to know the different components and solution methods of the designs. The most recent and valid information of the equipment and solutions suitable for Rescue Stations is obtained by utilizing the information available from different manufacturers and representatives of the users.</p> <p>This thesis comprehensively introduces the building technology used in Rescue Stations. For all the components this thesis tries to provide the basic information and some solution options for implementation. Unfortunately due to the extended nature of the topic a thorough focus in every component is not possible.</p>			
Subject headings, (keywords)  Rescue station, fire station, fire department, air compression			
Pages 37+10	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Jukka Räisä		Bachelor's thesis assigned by PP Kiinteistötekniikka Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	PELASTUSLAITOKSET RAKENNUKSENA .....	2
3	MÄÄRITELMÄT JA SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	3
4	LÄMMITYS .....	4
	4.1 Lattialämmitys.....	4
	4.2 Patterilämmitys .....	4
	4.3 Kiertoilmalämmitys.....	5
5	ILMANVAIHTO .....	8
	5.1 Ilmanvaihtokoneen LTO:n valinta .....	9
	5.2 Hallin ilmanvaihto.....	9
	5.3 Kuivausrumpu .....	10
6	VESI- JA EROTINLAITTEISTOT .....	12
	6.1 Vesilaitteisto.....	12
	6.2 Paloletkujen pesu ja kuivatus .....	14
	6.3 Autonpesuhalli .....	15
	6.5 Erotinlaitteet .....	17
7	PAKOKAASUN POISTOJÄRJESTELMÄT .....	19
	7.1 Pakoputki auton alareunassa .....	19
	7.2 Pakoputki auton yläpuolella .....	20
8	HENGITYS- JA PAINEILMALAITTEET .....	22
	8.1 Yleistä paineilmasta .....	22
	8.2 Paineilman laatu .....	23
	8.3 Vaadittava paine .....	24
	8.4 Paineilman kulutus .....	24
	8.5 Paineilmaverkoston suunnittelu .....	25
	8.6 Putkisto.....	27
	8.7 Putkiston varusteet ja ulosottopisteet .....	28
	8.8 Paineilmalaitteurakka .....	28
	8.9 Paineilma paloasemilla.....	28
	8.10 ”Normaali” paineilma .....	28
	8.11 Hengityspaineilma.....	30

9	TULOKSET .....	31
9.1	Lämmitys.....	31
9.2	Vesilaitteisto.....	33
9.3	Erotilaitteen mitoitus ja valinta .....	34
10	YHTEENVETO .....	36

## LÄHTEET

1. Esimerkki paloaseman pohjasta
2. Poistoilmaluokat
3. Erottimien valintaperusteet
4. Vesipisteiden virtaama ( $Q_s$ )
5. Öljyntiheyskerroin  $f_d$
6. Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus
7. Paineilman yleisimmät piirrosmerkit
8. Mapress putken tekniset tiedot
9. Hengitysilman puhtausvaatimukset
10. Kompressorihuoneen tuuletus

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe tuli kesätyöpaikastani PP Kiinteistötekniikka Oy:ltä. Yritys oli saanut LVI-suunnitteluun Jyväskylään rakennettavan uuden aluepaloaseman, joka rakennettaisiin vuoden 2011 aikana. Yrityksellä ei ollut aikaisempaa kokemusta paloasemien suunnittelusta tai muutenkaan sen tarkempaa tietoa niissä olevista laitteista. Työssä esitellään ja käydään läpi paloasemilla olevaa LVI-tekniikkaa sekä sivutaan muutakin paloasemilla olevaa tekniikkaa. Työssä käydään läpi kaikki LVI-tekniikan osa-alueet, mutta keskitytään lähinnä ”normaalissa” suunnittelussa vähemmän esille tuleviin osa-alueisiin, kuten paineilmalaitteiden ja -putkiston suunnitteluun.

Työssä vierailtiin useammalla eri paloasemalla, jotka sijaitsivat Keski- ja Etelä-Suomessa, joista osa oli uusia ja osa vanhoja. Vierailusta saatua kuvamateriaalia ja käyttäjien kokemuksia on käytetty mahdollisimman paljon hyödyksi. Kaikki suunnittelussa huomioimatta jääneet asiat, jotka tulivat esille rakennusvaiheessa, on tuotu esille.

Tutkimuksessa ei jokaiseen aihealueeseen paneuduta aivan perinpohjaisesti, vaan sen verran, mitä suunnittelijan olisi hyvä tietää. Käytetyistä lähteistä löytyy lisäksi tarkempaa lisätietoa. Palolaitoksiin tulevien niin sanottujen normaalihuoneiden, kuten kokoustilojen, vessojen, keittiöiden ja pesuhuoneiden, LVI-suunnittelua ei työssä sen tarkemmin käsitellä.

Työssä vertaillaan eri ratkaisumalleja ja pyritään valitsemaan niistä parhaiten esimerkkikohteeseen sopivat. Tehdyt valinnat perustellaan valintataulukoin tai muiden mitoitus ohjeiden tai kaavioiden avulla. Työn lopputuloksen on tarkoitus olla apuna LVI-suunnittelijoille palolaitosten LVI-suunnittelua tehtäessä sekä muille, jotka ovat kiinnostuneita palolaitosten tekniikasta. Tutkimuksen avulla suunnittelutoimisto saa suunniteltua Jyväskylään rakennettavan aluepaloaseman ja saa oikein mitoitettut ja oikein valitut laitteet kohteeseen.

## 2 PELASTUSLAITOKSET RAKENNUKSENA

Rakennuksena pelastuslaitoksissa on monenlaista toimintaa ja monenlaisia tiloja, mikä tuo LVI-suunnitteluun haasteita. Laitokset ovat kooltaan ja varustukseltaan erilaisia riippuen laitoksen palvelemasta alueesta ja siitä, onko laitos alueen keskuspaloasema tai vain aluepaloasema, tuleeko laitokselle tiloja myös vapaapalokunnalle tai sairaankuljetus yksikölle/yksiköille, toimiiko paloasema myös laitteiston korjausasemana, tuleeko asemalle koulutustiloja miehistölle tai siviileille. Keskuspaloasemilla on yleensä suuremmat ja laajemmat laitteiden huoltotilat, koska ei ole kustannussyistä järkevää tehdä joka asemalle esimerkiksi omaa paloletkujen pesulaitteistoa.

Yleensä pelastuslaitosten pääsisäänkäynnin lähistöllä on toimisto- ja luokka / opetus-huoneita sekä mahdollisesti myös oma auditorio. Pelastuslaitoksilla saattaa olla näyttelytila tai suurempi aulatala, jossa esitellään esimerkiksi historiallista kalustoa, alueen palolaitoksena ansaitsemia palkintoja tai kunniamainintoja jne. Nämä sijaitsevat useimmiten alueella, jossa siviiliväestö käy asioidessaan pelastuslaitoksella.

Päivystävällä miehistöllä on omat tilansa, jossa he voivat laittaa ruokaa, oleskella, nukkua, harjoitella ja peseytyä. Pelastuslaitoksen koosta ja siitä, kuinka paljon henkilöstöstä on naisia, riippuu se, onko pelastuslaitoksella naisille ja miehille omat suihku- ja saunatilat. Pienillä laitoksilla on usein yhteiset suihku- ja saunatilat, mutta omat pukuhuoneet. Fyysisen kunnon ylläpitämiseen pelastuslaitoksilla on vähintään oma kuntosali. Laitoksilla voi olla harjoittelua varten myös uima-altaita, kiipeilyseiniä, savusukellustorneja, liikuntasaleja ja tatameja sekä vuosittain tehtävään kunnon testaukseen varattua tilaa.

Pelastuslaitosten tavaramerkiksi muodostuneet tornit ovat paloletkujen kuivattamista varten. Letkujen pesemistä varten vaaditaan oma pesulaitteisto ja letkujen säilytykselle oma varastointitila. Torneja saatetaan käyttää myös harjoitusvälineenä, joissa harjoitellaan mm. savusukeltamista ja kiipeilyä. Kaluston säilytykselle, huollolle, pesulle ja kuivatukselle on pelastuslaitoksilla omat tilansa. Pelastus- ja sairaankuljetusautot sijoitetaan autohalliin. Pienajoneuvot voivat sijaita myös ulkona, katoksissa tai kylmähalleissa. Pelastusajoneuvojen pesemiselle on yleensä oma tila hallin sisällä, joka on rajattu kevyellä verhoseinällä tai kiviseinällä. Pelastusasujen säilytykseen, pesuun

ja kuivatukseen on omat tilat. Pesu- ja kuivatuskoneet ovat suurikokoisia ja isotehoisia.

Pelastuslaitoksen kalustoon voi kuulua lisäksi vesistöön tarkoitettua kalustoa, kuten veneitä ja sukellustarvikkeita. Koska laitoksen on oltava omavarainen ja toimintakykyinen, niillä on omat varavoimakoneet. Pelastuslaitoksilla on usein myös huolto- ja korjaustiloja kalustolle sekä kylmiä varastoja, jotka ovat joko päärakennuksen jatkeena tai erillisenä rakennuksena päärakennuksen vieressä.. Liitteessä 1 on esitetty esimerkki pelastuslaitoksen pohjapiirustuksesta, josta selviää, minkälaisia tiloja laitoksilla on ja miten ne voidaan sijoittaa.

### **3 MÄÄRITELMÄT JA SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT**

Pelastuslaitoksilla työskentelee palomiehiä, vapaapalokuntalaisia ja ensihoitajia. Laitokset ovat julkisia hankkeita, joihin suunnittelijat ja urakoitsijat valitaan julkisen kilpailun kautta. Suunnittelun lähtökohdat antavat kunnan tai kaupungin teettämä tarve ja hankesuunnitelma. Kirjallisena saadut lähtötiedot on hyvä varmistaa suunnittelukouksessa, jolloin tiedot hyväksytään ja ne kirjataan pöytäkirjaan. Tontille tulevat liittymätiedot on myös syytä tarkistaa hyvissä ajoin, jotta välttyttäisiin turhilta yllätyksiltä. Pelastuslaitoksen tarvitsema vesimäärä on suuri, joten on syytä varmistaa ajoissa, että vesilaitos kykenee toimittamaan tarvittavan virtaaman. Esimerkkikohteen vesilaitoksen runkovesijohtoa jouduttiin suurentamaan noin 30 metrin matkalta, koska senhetkinen runkovesijohto ei olisi ollut riittävä.

Kaupungin paikallisten viranomaisten ohjeet ja vaatimukset tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Kaupungissa tai pelastuslaitoksella saatetaan suosia tai käyttää joitakin tiettyjä järjestelmiä tai ratkaisuja, joten nämä tulisi selvittää ennen suunnittelun aloittamista. Työsuojeluviranomaisilla ei ole erillisiä ohjeita LVI-suunnittelijoille pelastuslaitoksen suunnitteluun.



## 4 LÄMMITYS

Pelastuslaitokset sijoittuvat yleensä kaupungissa keskeisille osa-alueille, joten melkein poikkeuksetta lämmönlähteenä on kaukolämpö. Lämmitysmuotona on täten vesikiertoinen keskuslämmitys.

### 4.1 Lattialämmitys

Lattialämmitys on nykyään suosittu lämmitysmuoto. Vesikiertoisesta lattialämmityksestä on aiemmin ollut huonoja kokemuksia, koska lattian lämpötila on ollut liian korkealla johtuen liian suuresta menoveden lämpötilasta. Koska rakennusten lämpöhäviöt rakennusneliötä kohden ovat pienentyneet huomattavasti viimeisen 20 vuoden aikana, on lattialämmityksen menoveden lämpötilaa voitu laskea. Johtuen pienestä lämpötilaerosta huoneilman ja lattian välillä lattialämmitys on osittain itsestään säätyvä, koska huoneen lämpötilan noustessa lämpöteho pienenee ja laskiessa suurenee. Lattialämmitys ei myöskään välitä ääniä huoneistosta toiseen. Lattialämmityksen etu patterilämmitykseen verrattuna on se, ettei siinä ole näkyviä lämmönluovuttimia. Lattialämmitys on miellyttävä tiloissa, joissa on kiviaineksinen lattia. /1;11./

Pelastuslaitoksilla on miehistö-, pukuhuone-, pesu- ja saunatilat, joissa lattialämmitys on miellyttävä vaihtoehto, koska tiloissa oleskellaan ilman jalkineita. Kosteissa tiloissa lattialämmitys kuivaa lattian patterilämmitystä tehokkaammin. Pesuhalleissa lattialämmitys pitää hallin lattian tehokkaasti kuivana.

### 4.2 Patterilämmitys

Patterilämmitys ei enää nykyään ole niin suosittu kuin se oli vielä 20 vuotta sitten, koska lattialämmityksen suosio on kasvanut. Patterit tulee sijoittaa huoneeseen siten, että ilman lämpötila olisi mahdollisimman tasainen kaikkialla huoneessa. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että patteri sijoitetaan ikkunan levyisenä sen alle eikä sitä peitetä. Tämä rajoittaa arkkitehdin vapauksia suunnittelussa./2./

Pelastuslaitoksella patterilämmitys ei ole välttämättä hyvä vaihtoehto, koska hälytysten tullessa kulkuväylillä ei tulisi olla mitään ylimääräistä. Varsinainen este tämä ei

ole patterilämmitykselle, mutta se kannattaa huomioida lämmönluovutustapaa valittaessa. Palomiesten juostessa pelastusasuisia ja varusteita kantaen, patterit voivat rikkoutua ja olla esteenä kulkuväylällä. Patterit joudutaan esimerkiksi piilottamaan syvennyksiin, mikä huonontaa patterin lämmönluovutuskykyä ja aiheuttaa arkkitehdille lisää huomioitavaa suunnittelussa.

### 4.3 Kiertoilmalämmitys

Kiertoilmalämmityksessä ilma lämmitetään joko vedellä tai sähköllä. Lämmityksessä korvataan rakennuksen johtumishäviöitä kierrättämällä puhaltimen avulla ja lämmitämällä saman tilan ilmaa. Kierrätysilman etuna on se, että se ottaa ylös nousutta lämmintä ilmaa ja puhalttaa sen takaisin oleskeluvyöhykkeelle. Kiertoilmalämmitystä käytetään teollisuus-, liike-, halli - ym. tiloissa, joissa lämpötilojen tasaisuudella ei ole niin suurta merkitystä kuin toimistotiloissa. Kiertoilmalämmitys sopii korkeisiin tiloihin. /1;4./

Kierrätysilma ei palolaitoksilla ole vartenotettava vaihtoehto muualla kuin auto- ja pesuhallissa. Sijoittamalla kierrätysilmapuhaltimet autohallien ovien eteen vähentävät ne samalla kylmän ilman sisääntuloa. Paloaseman käyttötarpeesta riippuen saattaa olla syytä varustaa hallin ovet oviverhopuhaltimilla.

Hallin oviverhopuhaltimien/kierrätysilmakojeiden sijoittamisessa on syytä ottaa huomioon ovien avausmekanismi: aukeaako ovi sivuille, suoraan ylöspäin vai ylöspäin katon suuntaisesti (mikäli kyseessä on matala tila). Katon suuntaisesti avautuvien ovien läheisyyteen on hankalaa sijoittaa puhallinta (kuva 1). Jos ovi aukeaa suoraan ylöspäin, kannakointi pitää tehdä katosta tai seinästä ovien ulkopuolelta (kuva 2). Seinästä kannakoinnin ongelmana on ovien suuri leveys (noin neljä metriä). Ovien avautuessa sivuille pitää ottaa huomioon ovien yläpuolelle tulevan avausmekanismin koko (kuva 3-5). Avausmekanismin rakenteet ja koot vaihtelevat valmistajasta riippuen, joten asia kannattaa ottaa esille jo suunnitteluvaiheessa.



**KUVA 1. Ovet avautuvat katon suuntaisesti**



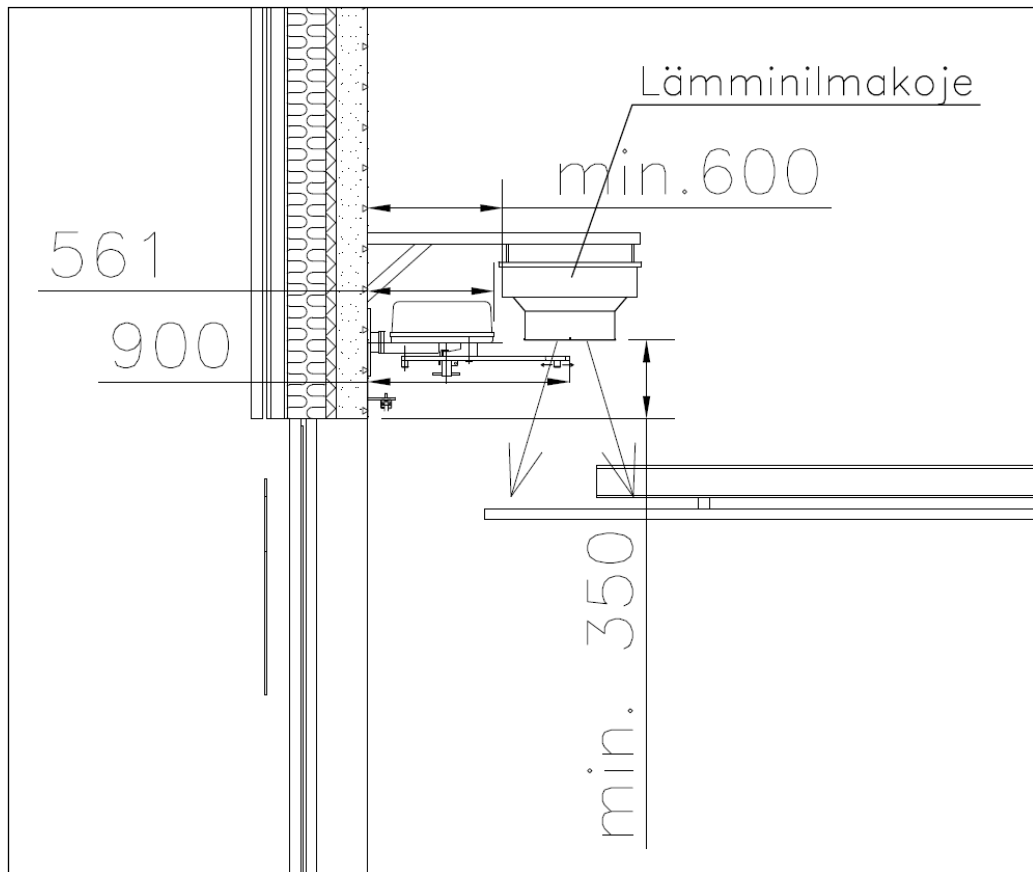
**KUVA 2. Ovi avautuu suoraan ylöspäin**



**KUVA 3. Ovet avautuvat sivulle**



**KUVA 4. Ovet avautuvat sivulle**



**KUVA 5. Oven yläpuolella lämminilmakoje sekä yhden valmistajan ovimekanismin koko**

## 5 ILMANVAIHTO

Liitteessä 1 olevassa pohjapiirustuksessa on esitetty, minkälaisia tiloja pelastuslaitoksilla on. Pohjassa on jaettu väreillä tilat eri poistoilmaluokkiin seuraavasti:

- |          |   |
|----------|---|
| 1.luokka | □ |
| 2.luokka | ■ |
| 3.luokka | ■ |

Ensimmäisessä poistoilmaluokassa on tiloja, joissa poistoilmassa on vain vähän epäpuhtauksia, kuten toimisto ja kokoustilat. Toisessa poistoilmaluokassa on tiloja, joissa poistoilmassa esiintyy jonkin verran epäpuhtauksia. Esimerkiksi ruokailutilat ja liina-vaatevarastot kuuluvat luokkaan kaksi. Kolmannen luokan poistoilmassa on tiloja, joissa kosteus, kemikaalit ja hajut huonontavat oleellisesti ilman laatua. Tähän kuuluvat muun muassa wc- ja pesutilat./5./

## 5.1 Ilmanvaihtokoneen LTO:n valinta

Nykyisten energiamääräysten ja energiansäästön kannalta hallin ilmanvaihtokone varustetaan LTO:lla. Valittavana on kolme eri ilmanvaihtokonetta: levy-, pyörivä- ja nestekiertoinenlämmönsiirrin.

Levylämmönsiirtimellä järjestetyn järjestelmän vaikeutena on lämmöntalteenoton poistopuolen huurtuminen, jäätyminen ja lämmönsiirtopintojen puhdistettavuus. Järjestelmän etuna on se, ettei hajuja eikä epäpuhtauksia siirry tuloilmaan. Siirtimen koko on myös melko iso, joten se vaatii IV-konehuoneessa myös enemmän tilaa. Levylämmönsiirtimen lämpötilahyötysuhde on 50-65 % /4/.

Regeneratiivisella lämmönsiirtimellä järjestetyn järjestelmän vaikeutena on talteenotokennon sekä tiivisteiden jäätyminen talviaikaan, myös kosteutta ja epäpuhtauksia siirtyä tuloilmaan hieman. Raittiin ulkoilman ollessa alle -15 °C tulisi tuloilmaa esilämmittää ennen lämmöntalteenottoa, jotta vettä ei alkaisi tiivistyä. Järjestelmän etuna on levylämmönsiirrintä pienempi koko ja todella hyvä lämpötilahyötysuhde 70-85 % /4/.

Nestekiertoisessa järjestelmässä käytetään kiertävänä nesteenä 30-40 prosentista vesietyleeniglykoliseosta ja lämmönsiirtiminä lamellipattereita. Järjestelmän haittapuolena on talteenottopatterin jäätyminen ja sen kautta patterin tukkeutuminen. Myös järjestelmän korkea hinta ja matala lämpötilahyötysuhde 40-55 %, eivät puolla tätä järjestelmää /4/. Nestekiertoisen järjestelmän etuna on, että tulo- ja poistoilmakoneet voidaan sijoittaa erilleen toisistaan tarpeen vaatiessa eikä poistoilma sekoitu tuloilmaan.

## 5.2 Hallin ilmanvaihto

Pesuhallin ilmanvaihdon suunnitteluun ei viranomaisilla ole suoranaisia määräyksiä, joten olemassa olevia ohjeita tulee muokata käyttäen apuna hyväksi havaittuja mitoitusarvoja.

Pelastuslaitosten pesu- ja autohallin ilmanvaihto on yleensä järkevää järjestää yhdellä ilmanvaihtokoneella. Pesu- ja autohalli voidaan luokitella samaksi tilaksi, joten halliin voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen tyyppi valita vapaasti. Autohallissa, jossa jokaisella autolla on oma pakokaasunpoistoraita, eikä tilassa tehdä mitään, mikä oleellisesti huonontaisi poistoilman laatua, poistoilmaluokan voidaan katsoa suurimalta osalta olevan luokkaa kolme D2:n taulukon 3.4.2.2 mukaan (liite 2) /5/.

Autonpesuhalleja, joissa pestään suuria autoja, on ilmanvaihdossa hyväksi havaittu se, että kaikkia poistoilmaventtiileitä ei sijoiteta katonrajaan, vaan osa tuodaan lähemmäs lattianrajaa. Tämä perustuu siihen, että kun talvella halliin tuodaan iso kylmä auto ja sitä pestään, ilmassa oleva kostea kylmä ilma ja vesihöyry eivät nouse ylös katonrajaan. Sijoittamalla osa poistoilman venttiileistä alemmas, saadaan syntynyt vesihöyry poistettua tehokkaammin ja nopeammin. Esimerkiksi Mikkelin paloasemalla on todettu, että varsinkin talvisin vesihöyryä syntyy todella paljon, eikä se tahdo poistua.

Paloasemien pesuhalleissa pesu suoritetaan usein painepesureilla, eikä koneellisella pesurilla. Ilman kosteus jää huomattavasti alhaisemmaksi painepesuripesulla kuin koneellisella pesulla. Mikäli kyseessä on koneellinen pesu, on kosteuden poistamiseen kiinnitettävä enemmän huomiota.

### **5.3 Kuivausrumpu**

Palolaitoksille tulevat kuivausrummut ovat kokoluokaltaan asuintalojen koneisiin verrattaessa hieman suurempia ja tehokkaampia. Koneiden täyttömäärät ovat noin 10–20 kg ja tehot vaihtelevat 8-18 kW. Koneiden suuri teho on otettava suunnittelussa huomioon. Pienitehoisissa koneissa (8 kW) poistoilma voidaan kondensoida kondenssilaitteella (kuva 6), jos poistoilmakanavaa ei voida tai ei ole järkevää pesutilan sijainnin takia ohjata ulos. Suuritehoisissa (<10 kW) rummuissa on poistoilma ohjattava ulos. Kone on silloin järkevää varustaa lämmöntalteenotolla (kuva 7). Lämmöntalteenotto kannattaa kolmesta syystä: se säästää energiaa, kuivausrummun korvausilma ei aiheuta vetoa / lämmitä huonetta tarpeettomasti, eikä sotke ilmastoinnin toimintaa./6./

Kuivausrummun poisto-/korvausilmaputkien koko on koneen tehosta riippuen  $\varnothing 160$ - $\varnothing 315$ . Putkien vaatima tila on osattava ottaa jo suunnittelussa huomioon, ja sille on varattava riittävä tila. Jos kuivausrummun ilmanvaihtokanavia ei ole huomioitu suunnittelussa, voi niiden toteuttaminen rakennusvaiheessa olla erittäin hankalaa. Tämä riippuu lähinnä siitä, missä pesula sijaitsee pelastuslaitoksella. Mikäli pesulatilaa sijaitsee ulkoseinän vieressä, on poisto- ja korvausilmanjärjestäminen helpompaa. Jos taas pesula on keskellä rakennusta, eikä isoja eristeellisiä ilmanvaihtokanavia ole suunnittelussa huomioitu, voi kuivaimen kanavointi olla lähes mahdotonta.



**KUVA 6. Kuivausrumpu kondenssilaitteella /6/**





**KUVA 7. Kuivausrumpu lämmöntalteenottokennolla /6/**

## **6 VESI- JA EROTINLAITTEISTOT**

### **6.1 Vesilaitteisto**

Palolaitosten vesilaitteisto voidaan jakaa kahteen eri järjestelmään, normaalikäyttövesiverkkoon ja paloautojen täyttöön tarkoitettuun verkkoon. Molemmat verkostot tulevat vesilaitoksen verkosta, mutta ne erotetaan toisistaan rakennuksen sisäpuolella ja varustetaan myös omilla vesimittareilla. Täyttöpisteiden verkoston mitoitusvirtaama on suunnilleen välillä 8-14 l/s. Virtaama riippuu palolaitoksen tarvitsemasta vesimäärästä sekä vesilaitoksen kyvystä ”toimittaa” vettä. Vesilaitoksen virtaama riippuu alueen verkostosta ja paineesta.

Täyttövesipisteitä sijoitetaan yleensä autohalliin yhdestä kahteen pistettä, yksi täyttöpiste pesuhalliin ja täyttöpiste ulkoseinälle. Täyttöpisteiden täyttöverkosto voidaan tehdä kahdella tavalla: kovalla putkella pinta-asennuksena (kuva 8) tai maassa muoviputkella (kuva 9). Virtaamien ollessa 8-14 l/s putkien DN -koko on 50–100. Kovalla putkella tehtynä putkiston vaihtaminen ja korjaaminen on helpompaa, mutta putki on

rakennuskustannuksiltaan muoviputkea huomattavasti kalliimpaa. Pinta-asennuksessa putki on eristettävä ja kannakoitava, mikä lisää entisestään kustannuksia. Putken materiaalina voi esimerkiksi olla ruostumaton teräsputki.



**KUVA 8. Täyttöputkisto pinta-asennuksena**

Maahan asennettavan putken puolesta puhuu sen halvempi hankintahinta ja pienempi painehäviö. Putki tulisi asentaa suojaputkeen, jotta se olisi vaihdettavissa. Yli DN50 oleva muoviputki, joka on suojaputkessa, vaatii suuren taivutussäteen, joten se on asennettava melko syväälle. Esimerkiksi Uponor Profuse DN63 -putki + DN110-suojaputki vaatii noin 1.5 metrin taivutussäteen yli  $-5\text{ °C}$  asennuslämpötilassa. Asennuslämpötilan ollessa  $-20\dots-6\text{ °C}$  putken taivutussäde on noin 1.8 metriä. /7./



**KUVA 9. Täyttöputkisto maassa muoviputkella**

## 6.2 Paloletkujen pesu ja kuivatus

Pelastuslaitoksen tornin vieressä on yleensä aina letkunpesukone, jotta letkut voidaan suoraan pesukoneesta vetää torniin kuivumaan (kuva 10). Letkunpesukoneeseen pitää vesiliitännän lisäksi tuoda myös paineilmapiste, koska pesun jälkeen paloletkut koe-painetaan 5-25 bar:in paineella /8/. Paloletkujen kuivatukseen käytetään pysty- ja vaakakuivatusta, joko kokopitkinä tai osittain rullalla olevaa kuivatusta. Kokopitkinä tehtävät pystykuivatukset ovat perinteisiä ja tulleet tunnetuksi paloasemien ”tavaramerkkinä” (kuva 11). Paloletkut ovat yleensä 20 metriä pitkiä, ja usein tornit ovat hieman tätä korkeampia, jotta letkujen alla pystytään kävelemään. Mikäli torniin sijoitetaan LVI-putkia, olisi hyvä keskustella käyttäjän edustajan kanssa putkien paikasta, koska tornia saatetaan käyttää muuhunkin kuin letkujen kuivatukseen. Torneja voi-

daan käyttää esimerkiksi savusukellusharjoituksissa. Kaikissa paloasemissa ei ole omaa paloletkujen pesujärjestelmää, vaan ne pestään alueen keskusaloasemilla.



**KUVA 10. Paloletkun/pesukone**



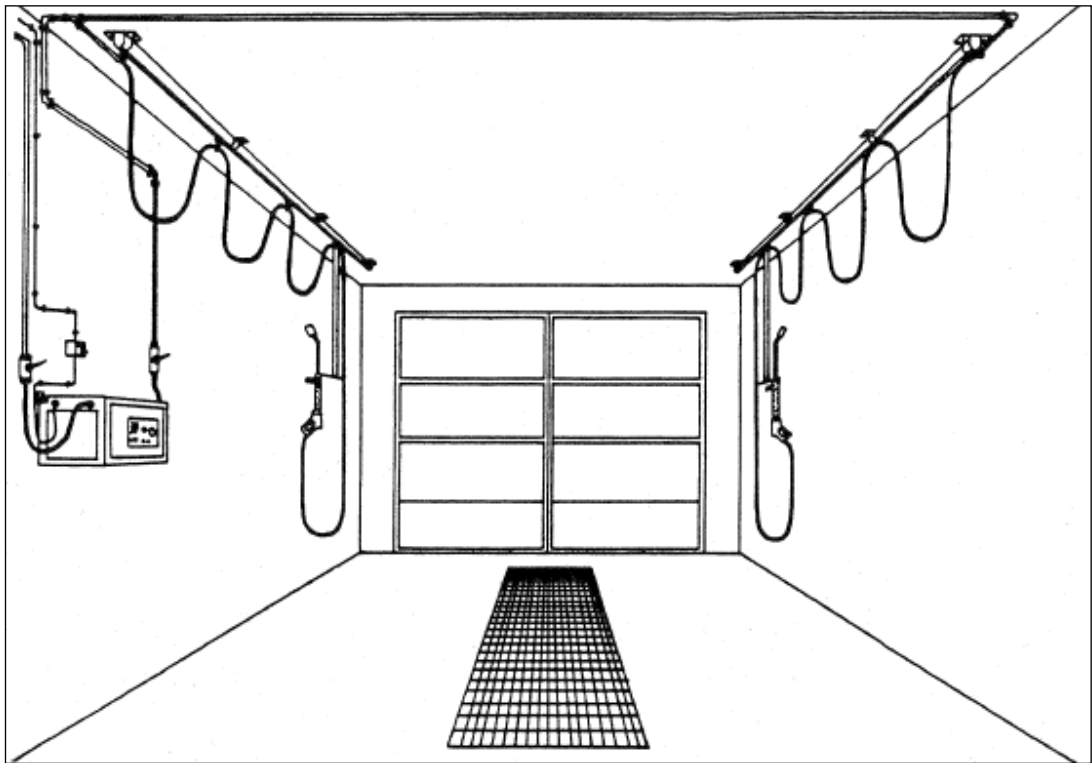
**KUVA 11. Pystykuivatustorni**

### **6.3 Autonpesuhalli**

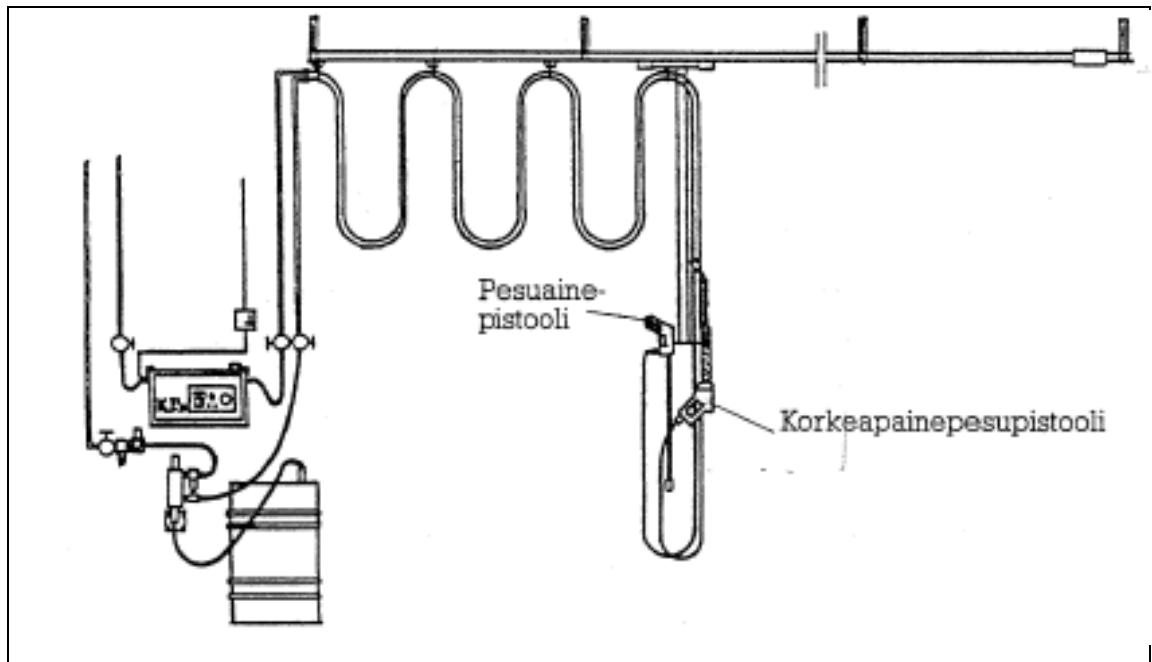
Pelastusautojen pesu suoritetaan palolaitoksilla painepesureilla. Korkeapainevesi tulee yleensä keskeisesti keskuspesureilta, ja se ruiskutetaan autoihin korkeapainepesulaitteilla. Keskuspesurit kuluttavat vettä 1000-2400 l/h, ja niiden tuottama työpaine on noin 150-170 baria /9/. Keskuspesurin rinnalle tulee pesuainepumppu, joka yleensä tarvitsee oman paineilman.

Pesulaitteet on järkevä varustaa pesuratajärjestelmällä, jolla saavutetaan sekä kiinteän että liikkuvan pesujärjestelmän edut. Järjestelmä sallii liikkuvan pesutapahtuman, mutta pitää samalla letkut järjestyksessä ja estää niiden enneaikaisen kulumisen ja vaurioitumisen. Pesuhalli pysyy näin helpommin siistinä ja turvallisempana.

Pesuratajärjestelmät vaihtelevat hieman riippuen valmistajasta. Esimerkiksi Tecalemitin pesuratajärjestelmä koostuu C-kiskoprofiilista, jossa kulkeviin liukuvaunuihin kiinnitetään letkustot (kuva 12-13). Kiskot voidaan kiinnittää joko kattoon tai seinään. Kiskoja pystytään myös hyödyntämään valaistuksessa. /10./



**KUVA 12. Pesuratajärjestelmä /10/**



**KUVA 13. Järjestelmä korkeapainevedelle ja yhdelle pesuaineelle /10/**

Pesujärjestelmä voidaan järjestää myös sijoittamalla pesuhallin molemmille seinille normaalit painepesurit ja samalla molemmille seinille myös pesuaineelle ruiskut. Tällä tavalla ei kuitenkaan saada hyvin toimivaa järjestelmää, jolla autot voitaisiin pestä nopeasti ja mahdollisimman pienellä vaivalla.

### 6.5 Erotinlaitteet

Pelastuslaitoksilla ei yleensä ole mitään muuta erikoista koskien viemäröintiä kuin pesu- ja autohallin erotinlaitteet. Tilojen viemäröinnit on varustettava tarvittavilla hälytys- ja tarkastuslaitteilla sekä näytteenotto-, hiekan- ja öljynerotuskaivoilla D1:n ja eurooppalaisen EN 858-2 standardin ohjeiden mukaisesti. Jätevesilaitteisto tulee varustaa tarpeellisin erotin- ja käsittelylaittein, jos jätevesi sisältää haitallisessa määrin joitakin seuraavia aineita:

- 1) hiekkaa, lietettä tai muita kiinteitä aineita;
- 2) rasvaa tai muita aineita, jotka erottuvat jäteveden jäähtyessä;
- 3) bensiniä, muita palo- ja räjähdysalttiita aineita, öljyä tai muita aineita, jotka eivät liukene veteen;
- 4) syövyttäviä aineita; tai
- 5) raskasmetalleja tai muita ympäristölle haitallisia aineita. /11./

Erottimen valintaperusteet löytyvät D1:n liitteestä 6 taulukosta 1 (liite 3). Autonpesupaikalle tulee hiekan/lietteen ja öljynerotus.

Erottimen koko lasketaan D1:n kaavalla:

$$NS = Q_s f_d f_x \quad (1)$$

$Q_s$  on jäteveden mitoitusvirtaama ( $\text{dm}^3/\text{s}$ )

$f_d$  öljyn tiheyskerroin

$f_x$  häirtakerroin

Jäteveden mitoitusvirtaama ( $Q_s$ ) on vesipisteiden ja laitteiden antama maksimivirtaama, joka voidaan määrittää laskemalla tai mittaamalla /11/. Öljynerottimen mitoituksessa käytettävä jätevesivirtaama  $Q_s$  saadaan osaprosessien summuna kaavan 2 mukaisesti:

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} \quad (2)$$

$Q_{s1}$  = vesipisteiden virtaama (l/s)

$Q_{s2}$  = autonpesukoneen virtaama (l/s)

$Q_{s3}$  = painepesurin virtaama (l/s)

Vesipisteiden virtaama ( $Q_{s1}$ ) voidaan laskea liitteenä (liite 4) olevan taulukon mukaan.

Käytettäessä autojen pesussa autonpesukoneita tai pesukatua käytetään jokaiselle yksikölle vähintään virtaama-arvoa ( $Q_{s2}$ ) 2 l/s. Lisäksi on huomioitava mahdollisesti käytössä olevien painepesureiden virtaama ( $Q_{s3}$ ). Käytettäessä autonpesukonetta ja painepesuria samassa kohteessa voidaan painepesurin virtaamalle ( $Q_{s3}$ ) käyttää arvoa 1 l/s.

Mikäli ei käytetä autonpesukonetta, painepesurin virtaamalle ( $Q_{s3}$ ) käytetään vähintään arvoa 2 l/s riippumatta painepesurin todellisesta vedenkäytöstä. Käytettäessä useampia painepesureita tulee jokaiselle seuraavalle yksikölle käyttää vähintään virtaama-arvoa 1 l/s.

Öljyn tiheyskerroin saadaan D1:n taulukosta 2 (liite 5), kun tiedetään erotinluokka ja tiheys. Öljytuotteille tiheyskerroin ( $f_d$ ) yleensä on 1,5.

Haittakerroin ( $f_x$ ) on 2 jätevesille ja 1 sadevesille.

Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus löytyy D1:n liitteestä 6 taulukosta 4 (liite 6). Oletettu hiekan ja lietteen määrä on suuri (rekanpesupaikka), joten vähimmäistilavuus on 300 NS/  $f_d$ , vähintään kuitenkin 600 dm<sup>3</sup>. Palolaitosten pesuhalleissa autot pestään painepesureilla eikä automaattipesukoneissa.

## 7 PAKOKAASUN POISTOJÄRJESTELMÄT

Pelastuslaitosten autohallit ovat autojen säilyttämispaikkojen lisäksi myös työskentelytiloja, joten ilmanlaatu ei saa olla haitaksi terveydelle. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ajoneuvojen pakokaasupäästöt ovat terveysriski. Lyhyt- ja pitkäaikainen altistuminen pakokaasuille voi aiheuttaa syöpää. Tämän takia autohallin ilmassa ei saa olla pakokaasua. Ainoa tehokas tapa poistaa savukaasuja on pakokaasunpoistojärjestelmät./13./

Paloasemien pakokaasun poistojärjestelmät eroavat normaaleista järjestelmistä siinä, että niiden lähtönopeus on suurempi. Hälytyksen tullessa ei palomiehillä ole aikaa alkaa irrottaa pakokaasunpoistoletkuja, vaan systeemin pitää olla itsestään irtoava. Pakokaasun poistojärjestelmillä saadaan lähes 100 % pakokaasun poisto. Järjestelmät voidaan varustaa erilaisilla puhaltimen käynnistysvaihtoehdoilla, kuten radio-ohjauksella (kytketään auton virtalukkoon), painetunnistimella, ovimekanismin yhdistetyllä kytkimellä (oven avautuessa puhallin käynnistyy) tai manuaalisella kytkimellä. Pakokaasunpoistoon käytetään lähtökohtaisesti kahta erilaista järjestelmää riippuen siitä, onko pakoputki auton alareunassa tai yläpuolella. /14./

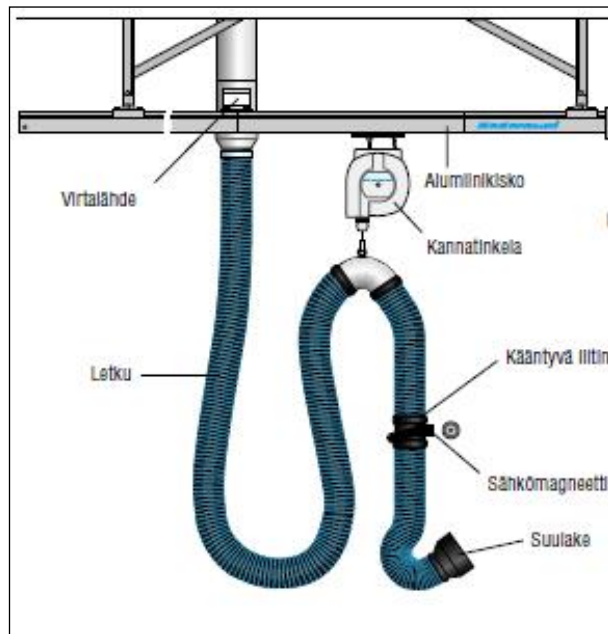
### 7.1 Pakoputki auton alareunassa

Pakokaasuputken sijaitessa auton alareunassa pakokaasunpoistoon käytetään liukuvaa letkuripustusjärjestelmää. Esimerkiksi tämänlaisia järjestelmiä ovat Nedermanin



MagnaSystem (kuva 14) ja Plymovent STR -järjestelmät. Järjestelmät ovat suunniteltu suuriin lähtönopeuksiin ja soveltuvat täten hyvin palolaitoksiin. /14;15./

Pakokaasun poistoletkuissa on magneettimekanismi, jotta letku irtoaa pehmeästi ja samalla putken heiluriliike vaimenee. Halkaisijaltaan 160 mm:n kokoiset letkut ovat melko suuria, koska poistettavan ilman määrä on suuri. Näin saadaan painehäviöt pidettyinä pienenä ja puhaltimen toiminta on tehokasta. /14./



**KUVA 14. Pakokaasun poistoletkurata /14/**

## 7.2 Pakoputki auton yläpuolella

Auton yläpuolella oleville pystysuorille pakoputkille on useampaa erityyppistä pakokaasunpoistojärjestelmää. Esimerkiksi Plymovent VSR -järjestelmässä auton peruuttaessa autohalliin järjestelmän muotoiltu pää ohjaa pakoputken poistoradan sisään (kuva 15). Poistoradan profiili joustaa ajoneuvon mukaan sekä sivusuunnassa että korkeussuunnassa asettuen pakoputken ohjaamaan asentoon. Pakoputki liikuu alumiiniprofiilin sisällä kumitiivisteiden ja voimakkaan alipaineen varmistuessa, ettei pakokaasua pääse halliin sisälle. /15./



**KUVA 15. Pakokaasurata VSR /15/**

Nedermanin Magnastack systeemissä pakoputki kiinnittyy imuvaunuun, joka on kiinnitetty joustavaan letkuun (kuva 16). Auton peruuttaessa autohalliin pakoputki ohjataan imuvaunuun, joka liikkuu pakoputken mukana. Imuvaunu liikkuu korroosionkestävillä teräskiskoilla. /15./



**KUVA 16. Pakokaasurata Magnastack-imuvaunulla /15/**

Pakokaasun poistojärjestelmän kannakointia varten tehdyille telineille olisi hyvä tehdä korkeudensäätömahdollisuus, koska paloautojen koot vaihtelevat.

## 8 HENGITYS- JA PAINEILMALAITTEET

### 8.1 Yleistä paineilmasta

Paineilman käyttö on tunnettu jo todella kauan. Esinelöydöt kertovat miten pronssin sulatuksen keksimisen yhteydessä käytettiin jo paineilmaa. Nykyään paineilmaa käytetään kaikkialla. Puhuttaessa paineilmasta muualla kuin yksityisessä käytössä puhutaan käytännössä kompressorista. /16./

Kompressorien tehot vaihtelevat muutamista kymmenistä wateista kymmeneen tuhansiin watteihin. Paineilman käyttökohteiden nimityksiä:

- työilma
- automaatioilma
- instrumentti-ilma
- käynnistysilma
- hengitysilma
- sairaalailma
- elintarvikeilma
- prosessi-ilma
- pneumaattinen siirto. /16./

Paineilman kehittäminen vaatii energiaa ja siitä saatu laskennallinen hyötysuhde on usein todella huono, joissakin tapauksissa vain muutama prosenttiyksikkö. Paineilmaa käytetään kuitenkin, koska sen aikaansaama hyöty korvaa monin verroin siitä saadun huonon hyötysuhteen. Paineilman energiataloudellisuutta voidaan parantaa oikeilla laitevalinnoilla, käytöllä ja tietämyksellä siitä, mitä kokonaisuus merkitsee koko paineilmajärjestelmässä. /16./

Erilaisia kompressorityyppejä ovat muun muassa mäntä-, ruuvi-, lamelli-, turbo-, kalvo- ja kiertömäntäkompressorit. Riittävällä perustiedolla eri paineilmalaitteiden käyttäytymisestä vaihtelevissa olosuhteissa voidaan säästää merkittävästi, jolloin ei olla

niin laitemyyjien johdateltavissa. Kompressorien elinikä on 5-30 vuotta, joten kyseessä on pitkäaikainen sijoitus. Jatkuvasti käytössä olevan paineilmalaitteiston käyttökustannukset nousevat jo ensimmäisenä vuonna lähelle kompressorin hankintakustannuksia. /16./

Arvokas ja hyötysuhteeltaan hyvä kompressori ei koskaan maksa siihen sijoitettua pääomaa takaisin, mikäli sen käyttö on vähäistä. Samoin halpa ja kevytrakenteinen kompressori tulee käytössä kalliiksi, mikäli paineilman tarve on jatkuvaa. /16./

## 8.2 Paineilman laatu

Kompressorin jälkeen paineilmassa on aina epäpuhtauksia, joista haitallisimpia ovat

- vesi
- öljy
- pöly
- ympäristön kaasut
- bakteerit, virukset ja organismit.

Käyttötarkoituksesta riippuen on katsottava, mitkä epäpuhtauksista tulee poistaa. Teollisuudessa haitallisimpia näistä ovat vesi, öljy ja pöly. Lääke-, elintarvike- ja sairaalakäytössä myös bakteerien, virusten ja erilaisten organismien poissuodattaminen on välttämätöntä. Paineilma tulee käsitellä siihen laatutasoon, jonka toimilaitteet tai käyttötarkoitus vaativat. Ei ole kuitenkaan syytä pyrkiä vaadittua parempaan ilman laatu-tasoon, koska se aiheuttaa vain lisäkustannuksia. /16./

Mikäli vaatimuksena on öljytön paineilma, käytetään usein myös öljytöntä kompressoria. Mikäli verkostossa sallitaan vähän öljyä, voidaan käyttää joko öljytöntä kompressoria tai voideltua kompressoria, joka on varusteltu suodattimin. Laitoksen koosta riippuu, kumpi järjestelmä on taloudellisempi. Jos vain suurin osa öljystä tulee poistaa (esim. työkalut, sylinteri yms.), yleisin ratkaisu on voideltu kompressori suodattimin. /16./

Paineilman pahin vihollinen on vesi. Siksi jälkijähdytin, joka poistaa noin 50-70% imuilman mukana tulleesta kosteudesta, on vakiovaruste pienehköissäkin kompresso-reissa. /16./

Ympäristön kaasujen pääsyn estäminen verkostoon on toisinaan hyvin hankalaa. Ylei-sin tapa on sijoittaa kompressorin imuilmanotto paikkaan, jossa kaasuja on vähiten. Bakteerit, virukset yms. voidaan poistaa suodattamalla. /16./

### **8.3 Vaadittava paine**

Kompressorilta vaadittava paine määräytyy käyttökohteen vaatimasta paineesta sekä siirrosta ja jälkikäsitellyssä tapahtuvasta painehäviöstä. Näiden kolmen tekijän avulla määritellään kompressorille vaadittava työpaine. Myös kompressorin automatiikka vaatii paine-eron toimiakseen. Työpaineen tulisi olla niin alhainen kuin mahdollista, koska mitä korkeampi on työpaine, sitä korkeampi on myös tehontarve ja samalla myös kompressorin tuotto pienenee. Tämä huonontaa laitoksen hyötysuhdetta. Myös jos laitteelle toimitetaan suurempaa painetta kuin mitä se tarvitsee, kasvaa myös ilman kulutus, mikä lisää taas energian kulutusta. Mikäli jokin työlaite voi toimia yleistä verkkopainetta matalammalla painetasolla, on sen eteen järkevää asentaa paineenalen-nin. Suurentuneen ilmankulutuksen vaikutus energiankulutukseen on voimakkaampi kuin paineenalentamisen aiheuttama painehäviö. /16./

### **8.4 Paineilman kulutus**

Paineilman kulutusvaihtelulla on ratkaiseva merkitys kompressorityypin ja automatii-kan valintaan. Eri kompressorityypeillä on erilaiset hyötysuhteet täys- ja osakuormalla sekä tyhjäkäynnillä. Vallitseva kuormitusaste ratkaisee useimmiten, kannattaako käyttää mäntä-, ruuvi- vai lamellikompressoreita vai onko edullisempaa käyttää use-ampia kompressoreita. /16./

Käytettäessä vaihtelevaa kuormaa ilmajähdytteinen mäntäkompressori on järkevin valinta. Kompressoria ei kuitenkaan suositella käytettäväksi jatkuvasti yli 80 % kuor-mituksella. Vesijähdytteiset mäntäkompressorit sekä ruuvi, lamelli-, turbokompres-

sorit on tarkoitettu jatkuvalla raskaalla kuormalla. Niitä voidaan käyttää myös pienemmällä kuormalla, mutta niiden hyötysuhde on silloin huonompi, eikä näin ollen ole energiataloudellista. /16./

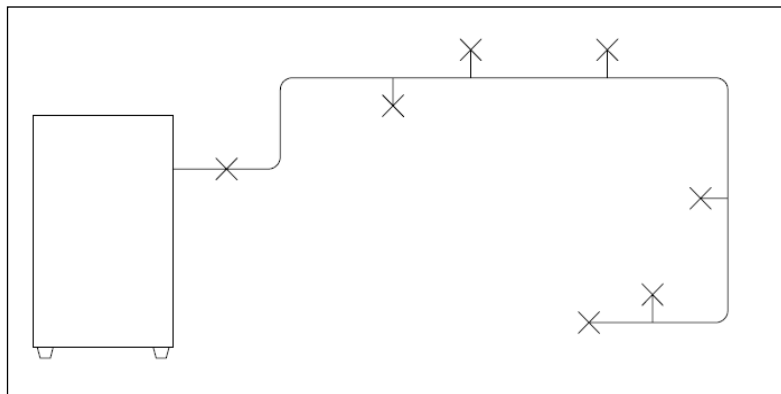
### 8.5 Paineilmaverkoston suunnittelu

Paineilmalaitteiden suunnittelussa, hankinnassa ja sijoittelussa on huomioitava, että paineilmalaitteisto kuuluu paineastia-asetuksen piiriin (SFS3333). Paineilmaverkoston suunnittelussa suunnittelujärjestys on yleensä seuraavanlainen:

1. Mitoitetaan paineilman kokonaistarve ja määritetään käytettävä verkoston paine
2. Kompressorin valinta
3. Putkiston mitoitus
4. Paineilmasäiliön mitoitus
5. Tutkitaan, onko tarvetta jälkijähdyttämiseksi
6. Kuivaintyyppin valinta
7. Valitaan suodatin verkostoon
8. Ulosottopisteiden valinta /17./

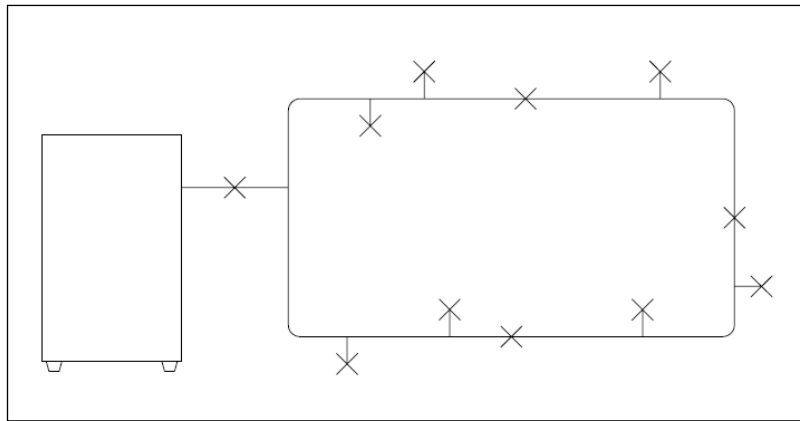
Liitteessä 7 on esitetty paineilmalaitteiden yleisimmät piirrosmerkit.

Paineilmaverkostot voidaan jakaa kahteen perustyyppiin, suora- (kuva 17) ja rengasverkkoon (kuva 18).



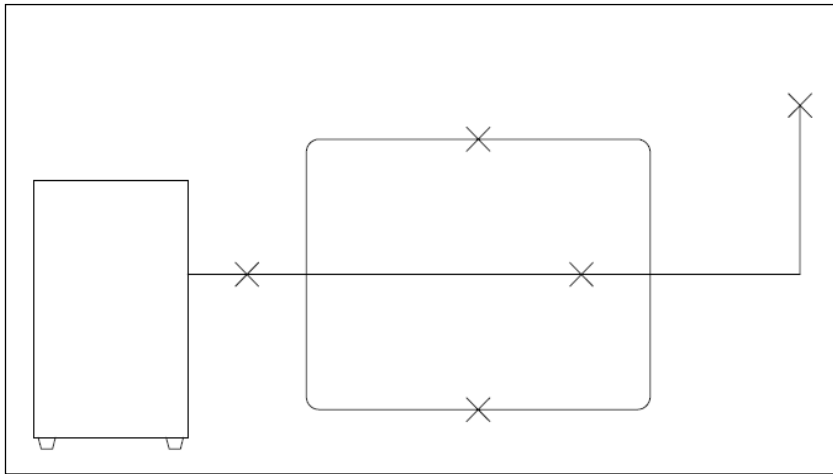
**KUVA 17. Suoraverkko**

Suoraverkko on yksinkertainen ja toimii hyvin pienemmissä kohteissa sekä sellaisissa, joissa ilman kulutus on eri ulosottopisteissä samaa suuruusluokkaa. Koko ilmamäärä virtaa pitkin runkoputkea. Virtausmäärän pienentyessä kohti loppupäätä, voidaan myös runkoputken kokoa pienentää. Suoranverkon pahin haitta on se, että korjaus- ja muutostyön ajaksi on koko verkko poissa käytöstä. Mikäli myöhemmin laajennusvaiheessa verkoston loppupäähän lisätään runsaasti ilmaa käyttäviä laitteita, saattaa verkoston sopivan paineen ylläpitäminen tuottaa vaikeuksia. /17./



**KUVA 18. Rengasverkko**

Rengasverkko on rakenteeltaan monimutkaisempi ja kalliimpi. Se on kuitenkin parempi vaihtoehto suuriin ja laaja-alaisiin paineilmalaitoksiin. Paineilma pääsee ulosottopisteeseen kahta reittiä, joten putkikoko voi olla pienempi kuin suorassa verkossa. Rengasverkkoon on järkevää asentaa sulkuventtiilejä sopiviin kohtiin. Näin saadaan osa verkostoa pidettyä koko ajan käytössä, kun tehdään korjaus- tai laajennustöitä. Paine rengasverkostossa pysyy vakaampana, koska paine tulee kahdesta suunnasta. Rengasverkkoon jälkikäteen lisätyt ilmanottopisteet eivät niin helposti aiheuta ongelmia paineen ylläpitämiseen verkostossa kuin suorassa verkossa. Rengasverkon tilavuus on normaalisti suurempi, ts. se toimii kuin painesäiliö. Verkkojen tyyppejä voidaan myös yhdistää (kuva 19). Verkko tehdään rengasverkkona, mutta yksittäiset ja kaukaiset ja vähänkätetyt paineilmapisteet tehdään suoraverkkona. /17./



**KUVA 19. Suoran- ja rengasverkon yhdistelmä**

### 8.6 Putkisto

Putkisto tehdään SFS-standardin 3312 mukaisesta teräsputkesta hitsaus- tai puristusliitoksilla. Liitokset venttiileihin voivat puristusliitosten lisäksi olla myös kierrelliitoksia. Putkiston ulosottohaarat kannattaa ottaa runkoputken päältä niin sanotulla joutsenkaulalla, vaikka käytettäisiinkin kompressorin perässä kuivainta. Putkisto asennetaan laskulla 0,5-1 % ilman virtaussuuntaisesti./17./ Putkiston päähän asennetaan lauhteenpoistin/vedenkeräin.

Putkistomateriaalina voidaan käyttää esimerkiksi sähkösinkittyä teräsputkea tai ruostumatonta teräsputkea, jotka soveltuvat myös sammutusjärjestelmiin sekä lämmitys- ja jäädytysjärjestelmiin. Liitteessä 8 on esitetty yhden valmistajan sähkösinkityn teräsputken tekniset tiedot. Sähkösinkityn teräsputken sinkkikerros suojaa teräsputkea korroosiota vastaan. On suositeltavaa kostuttaa O-rengastiivisteet vedellä ennen asennusta, mikä helpottaa asennusta ja parantaa liitosten tiiveyttä. Kostutusaineina ei saa käyttää öljyjä tai rasvoja. /17./

Valmis paineilmaverkosto on puhallettava puhtaaksi ennen laitteiden asennusta. Valmis verkosto painekoestetaan ilmalla ZVSHK:n julkaiseman ohjelehden mukaisesti. Painekoestus tehdään 3,0 barin paineella puoli tuntia ja tiiveyskoe 0,11 barin paineella. Tiiveyttä tarkastaessa tulee vuodon havaitsemiseksi käyttää siihen tarkoitettua kmikaalia, esimerkiksi vuodonilmaisinspraytä. Mikäli verkostossa ilmenee huomattavia vuotoja, on vuotavat liitokset avattava ja korjattava. /17;18./



### **8.7 Putkiston varusteet ja ulosottopisteet**

Paineilmaverkoston sulkuventtiileinä käytetään palloventtiileitä. Yleisimmät ulosottopisteet ovat pikaliitin, suodattimen ja pikaliittimen yhdistelmä, suodattimen, paineenalentimen ja pikaliittimen yhdistelmä sekä letkukelalla varustettu paineilmapiste. /8/

### **8.8 Paineilmalaiteturakka**

Yleensä paineilmalaiteturakkaan kuuluu paineilmalaitteiston ja putkiston hankinta ja asennus kokonaisuudessaan. Turakkaan sisältyy siis paineilmakompressori, kuivain, paineilmasäiliö, venttiilit, putkistot sekä ulosottopisteet. Sähköurakkaan kuuluu ainoastaan paineilmakompressorin ja kuivaimen syöttöjohdot. /17./

### **8.9 Paineilma paloasemilla**

Paineilmalaitteistoja on paloasemilla yleensä kaksi. Toinen on yli 200 barin ja toinen hieman yli 10 barin järjestelmä. Korkeampi paineinen on hengitysilmalaitteistoja varten, jolla täytetään happisäiliöitä, ja matalammalla paineella toimiva verkosto on paloautoja ja laitehuoltoja varten.

### **8.10 ”Normaali” paineilma**

Paloautoissa on paineilmalla toimivat jarrut, joten jokaisen autopaikan luokse on tuotava oma paineilmapiste. Autojen viereen tulee myös sähköpistorasiat. Nämä voidaan molemmat tuoda erikseen (kuva 20) tai käyttää valmista tuotetta (kuva 21), jossa paineilmapiste ja sähköpistorasiat on yhdistetty samaan alustaan. Valmis tuote on yleensä huomattavasti siistimmän näköinen.



**KUVA 20. Paineilma- ja sähköpisteet erikseen tuotuna**



**KUVA 21. Wilkerson huoltolaiteyksikkö /19/**

Autojen paineilman tarve on 7-13baria. Vaikka asemalle tulevien autojen paineilman tarpeen tiedettäisiin olevan 11 baria, on hyvä varautua 13 barin tarpeeseen, koska kalusto saattaa vaihtua. Paineilmaa käytetään myös laitteiden huollossa ja puhdistamisessa hyödyksi. Paineilmapisteet tulevat myös paloletkujen ja autonpesulaitteistolle.

## 8.11 Hengityspaineilma

Hengitysilmapullojen täyttämistä varten käytetään korkeapainekompressoreja, jotka toimivat yli 200 barissa. Järjestelmä koostuu korkeapainekompressorista, joka sisältää suodatuksen, paineilmaputkiston ja hengitysilmapullojen täyttöpaikan. Täyttöramppi, jossa täytetään sukelluspullot, ovat yleensä lähempänä huoltotiloja. Esimerkkipaloasemassa, joka on esitetty liitteessä yksi, täyttörampit sijaitsisivat paineilmahuoltotilassa. Kompressorin ja täyttörampin välinen putkisto tehdään haponkestävästä saumattomasta hydraulikkaputkesta 10x2mm. Putkien ja liittimet tulee kestää 330 barin työpaine. Täyttöpaikkojen suunnitteluvaiheessa on syytä ottaa tarkastuslaitokseen (Inspecta tms.) yhteyttä laitteiden sijoittelun ja rakennusteknisten ratkaisujen osalta.

Hengitysilmapulloihin ei pumpata happea, vaan ympäröivää ilmaa, joka sisältää 78% typpeä, 21% happea ja loput argonia, heliumia, hiilidioksidia yms. Hengitysilman tulee täyttää standardi EN12021:n vaatimukset, joka säättää tarkasti, millaista ilman pitää olla (liite 9). Laatuun liittyy myös useita muita direktiivejä, mutta tärkein ja ohjaavin vaatimus on EN12021-standardi. Vaatimukset täyttävän ilman takaamiseksi on laitteisto osattava valita oikein. Valinnassa kannattaa ehdottomasti käyttää apuna laitevalmistajien asiantuntemusta.

Yleensä pelastuslaitoksilla hengitysilmakompressori on teknisessä tilassa, jossa on riittävä tuuletus. Kone tuottaa lämpöä huoneeseen niin paljon kuin moottorissa on kilowatteja. Parasta olisi, että tila, jossa kompressori sijaitsee, olisi lämpötilaltaan noin 20 °C. Tällöin säästetään puhdistuselementeissä, koska lämmin ilma sisältää enemmän kosteutta kuin viileä ja ilmanpuhdistusyksikön elementti imee kaiken kosteuden itseensä. Korkeapaineputki pitää kiinnittää seinään metrin välein, kun kyseessä on betoniseinä tms. Jos kyseessä on kevyempi seinä, putki pitää kiinnittää puolen metrin välein. Liitteessä 10 on esitetty taulukko kompressorihuoneen tarvitsemasta ilmanvaihdosta.

Paineilman laatustandardissa ISO 8573:1-2001 määritellään paineilman hyväksyttävät jäännöspitoisuudet veden, öljyn ja pölyn osalta. Hyväksyttävät tasot määritellään luokittain, esimerkiksi laatuvaatimus 8573.1-1.2.1 kertoo, että jäännöspölypitoisuus tulee

olla luokan 1 mukainen (0,1 ppm), jäännösvesipitoisuus luokan 2 mukainen (kastepiste -40 C) ja jäännösöljypitoisuus luokan 1 mukainen (0,01 ppm).

## **9 TULOKSET**

Opinnäytetyön esimerkkikohteena oli Jyväskylän kaupungin aluepaloasema. Ristonmaan paloasema on Jyväskylän pääpelastuslaitos, jonne on myös keskitetty osa alueen palolaitosten tekniikasta. Esimerkiksi aluepaloasemien letkujen pesu hoidetaan päälaitoksella. Tässä kappaleessa on esitetty esimerkkikohteen LVI-tekniisiä ratkaisuja ja laitteiden mitoitusta.

### **9.1 Lämmitys**

Esimerkkikohteessa yleisten tilojen lämmitysmuodoksi tuli lattialämmitys. Tämä siksi, koska pesuhuoneisiin haluttiin lattialämmitys. Toimisto ja oleskelutilat oli suunniteltu lattiasta kattoon asti ulottuvilla ikkunoilla, joten pattereiden sijoittaminen ikkunoiden eteen ei olisi ollut järkevää. Pesuhallin lämmitys hoidettiin myös lattialämmityksellä, koska näin tilan lattia saataisiin parhaiten pidettyä kuivana. Autohallin lämmönluovutustavaksi valittiin ilmalämmitys. Käyttäjien edustaja arvioi, ettei autojen käyttö ole päivittäistä vaan korkeintaan muutamia kertoja viikossa. Koska ovien käyttö on näin vähäistä, ei ovien yläpuolelle suunniteltu oviverhopuhaltimia, kuten kuvassa 22 (kuva 22) vaan ilmalämmittimet (kuva 5, sivu8), jotka toimivat hallin lämmittiminä sekä rajoittavat samalla kylmän ilman sisääntuloa. Suunnitteluvaiheessa ei ollut vielä tietoa hallin ovimekanismista, eikä sitä osattu arvioida oikein. Tästä johtuen puhaltimien paikkaa jouduttiin vielä muuttamaan rakennusvaiheessa. Kuvassa 6 näkyy, kuinka kauas ovimekanismi saattaa tulla seinästä.



**KUVA 22. Oviverhopuhaltimen sijoittaminen oven yläpuolelle**

## **9.1 Ilmanvaihto**

Esimerkkikohteeseen tuli kolme ilmanvaihtokonetta, joista yksi palveli auto- ja pesuhallia, toinen kone wc- ja sosiaalitylöitä ja kolmas kone toimisto-, oleskelu- ja aulatiloihin. Kaikki ilmanvaihtokoneet sijoitettiin kolmannen kerroksen tekniseen tilaan.

Hallin ilmanvaihtokone tuli regeneratiivisella lämmöntalteenottojärjestelmällä, koska sen lämpötilahyötysuhde on korkea. Järjestelmän ongelmana on lämmöntalteenotto-kennon sekä tiivisteiden jäätyminen talviaikaan paloautoja pestäessä, koska poistoilma on hyvin kostea. Ongelma ratkaistiin varustamalla ilmanvaihtokone esilämmityspatterilla.

Autohallissa on paikka viidelle autolle, joista vähintään yksi on sairaankuljetusajoneuvo. Kaikki autopaikat varustettiin pakokaasunpoistojärjestelmillä, eikä hallissa tehdä autonhuolto- tai muita vastaavia toimintoja. Pyörivällä lämmöntalteenotolla järjestetty ilmanvaihto on suunniteltu ja toteutettu Jyväskylässä neljäpaikkaisessa kuorma-autoille tarkoitettussa pesuhallissa, jossa pesu tehdään vastaavasti kuin palo-

asemilla eli painepesureilla. Pesuhallin ilmanvaihdon toiminnassa ei ole ilmennyt ongelmia.

Esimerkkikohteen wc- ja sosiaalityötiloja palvelevan koneen lämmöntalteenottomuotona on levylämmönsiirriin. Kolmas kone, joka palveli toimisto- ja oleskelutiloja, varustettiin myös regeneratiivisella lto:lla. Kohteen kuntosalille ja kokoushuoneeseen suunniteltiin tehostettava ilmanvaihto. Kaikkien koneiden energiatehokkuus varmistettiin käyttämällä väljää iv-kojemitoitusta. Kaikkien ilmanvaihtokoneiden ominaissähkökulutus on alle 2 kW/ m<sup>3</sup>/s.

## 9.2 Vesilaitteisto

Esimerkkikohteen mitoitusvirtaamaksi tuli 8 l/s. Käyttäjien puolelta olisi toivottu suurempaa virtaamaa, mutta tämä ei kohteen sijainnin takia ollut mahdollista. Lisäksi kohteeseen piti asentaa virtauksen rajoitin, mikä tuli ilmi vasta rakennusvaiheessa. Tämä oli vesilaitoksen asettama vaatimus, jottei alueen muu vedentulo häiriintyisi eikä putkisto joutuisi liian kovalle rasitukselle. Täyttövesiputkisto päätettiin tehdä maassa kahdella DN63 muoviputkella DN 110 suojaputkessa, jotka yhdistettäisiin sähköhitsaamalla yhdeksi DN110 ruostumattomaksi teräsputkeksi (kuva 15). Pienempää putkea on huomattavasti helpompi asentaa ja vaihtaa. Asennusajankohtana oli helmi-maaliskuu, joten taivutussäde olisi kasvanut myös kylmien ilmojen takia.



**KUVA 15. Täyttöputkisto maassa kahdella muoviputkella. Putkesta puuttuu vielä kannakointi seinästä sekä kynsiliitin.**

### 9.3 Erotinlaitteen mitoitus ja valinta

Autonpesupaikalle vaaditaan hiekan / lietteenerotin ja öljynerotin. Pesuhalli lasketaan erotin luokka kahdeksi. Joten öljynerottimen pitää olla luokkaa kaksi.

Öljynerottimen nimellisvirtaama

$$NS = Q_s f_d f_x$$

$Q_s$  = keskuspesurin virtaama

Pesuhalliin tuli yksi kiinteä pesulajärjestelmälaite, jonka maksimivirtaama oli 0,7 l/s

→ painepesurille minimi mitoitusvirtaama kuitenkin 2 l/s.

$f_d$  = öljyn tiheyskerroin

Erottimen luokaksi valittu kaksi joten  $f_d = 2$

$f_x =$  häirtakerroin

Häirtakerroin jätevesille 2

$$N_s = 2 \frac{l}{s} * 2 * 2 = 8 \frac{l}{s}$$

Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus:

$$300 N_s / f_d$$

$$\frac{300 * 8}{2} = 1200 l$$

Korkeapainepesukohteissa minimi hiekanerotintilavuus tulee olla vähintään 2500 l.

Lietetilan tilavuus kannattaa enemmin sijoittaa liian suureksi kuin pieneksi, koska kyseessä on ongelmajäte, jonka poiskuljettaminen on arvokasta.

Autopesuhalliin valittiin kahdeksan metriä pitkä hiekanerotuskanaali, jonka valurautakansiston nimelliskantavuus oli 25tonnia. Kanaalin hiekan ja lietteen varastotilavuus oli 1000 l. Autohallin autopaikkojen eteen suunniteltiin neljä metriä pitkä ja 100 millia leveä koururitie, joka toimii kuivakaivoperiaatteella. Autohallin ja pesuhallin putkisto meni ulkona 2000 litran hiekanerotuskaivon kautta öljynerottimeen. Toisen luokan öljynerottimen mitoitusvirtaama oli 10l/s ja tehollinen tilavuus 600 l. Molemmat laitteet varustettiin hälytysjärjestelmillä. Ennen viemärin yhdistämistä normaaliin jätevesiviemäriin tuli vielä näytteenottoaivo.



## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja tutustua pelastuslaitoksilla olevaan talotekniikkaan. Työssä keskityttiin erityisesti niihin erityispiirteisiin ja tarpeisiin, jotka tulevat LVI-suunnittelijalle vastaan laitoksen suunnittelussa. Opinnäytetyötä apuna käyttämällä työn tilannut suunnittelutoimisto saa toteutettua pelastuslaitoksen lvi-suunnittelun.

Pelastuslaitoksen LVI-suunnittelun suurin haaste on laitoksen erilaiset tilat, laitteet ja käyttäjän tarpeiden kartoitus. Suunnittelulle yksittäisen suurimman hyödyn tuo vierailut eri laitoksilla ja vierailun aikana käyttäjältä saatavat kommentit siitä, mikä on tärkeää, mikä kyseisellä asemalla toimii hyvin ja missä olisi parantamisen varaa. Vierailu kannattaa mieluummin tehdä uudelle kuin vanhalle pelastuslaitokselle. Vanhalla laitoksella on paljon vanhaa tekniikkaa, jota ei ole tulossa uudelle asemalle, ja myös rakentamismääräykset ovat muuttuneet. Uuden aseman suunnittelussa tullaan melko todennäköisesti käyttämään hyödyksi vasta rakennettujen ja niissä hyväksi havaittuja laitteita, materiaaleja ja tilaratkaisuja.

Paloasemille tulevat erilaiset LVI-tekniset laitteet, kuten pakokaasun poisto ja paineilma laitteet, eivät ole ihan jokapäiväistä LVI-suunnittelua, joten on tärkeää ottaa yhteyttä eri osa-alueiden ammattilaisiin ja hakea heiltä apua laitteiden ja järjestelmien valinnassa. Ilman laitevalmistajien apua laitteiden valinta ja järjestelmien suunnittelu on todella vaikeaa.

Tutkimuksessa pyrittiin tuomaan kattavasti esiin pelastuslaitoksilla olevaa talotekniikkaa sekä esittämään yksi tai useampi vaihtoehto toteutustavasta. Työssä esitettiin, kuinka paljon erilaisia tiloja ja rakennuksia saattaa kuulua laitoksiin. Rakennuksissa on runsaasti erilaista tekniikkaa, joten eri osa-alueita ei ole esitetty täysin perinpohjaisesti. Yksittäiset aihealueet ovat niin laajoja, että niistä voisi tehdä omia tutkimuksia. Mikäli tässä työssä olisi paneuduttu vain yhteen aihealueeseen, ei työn tilaaja olisi saanut vastaavanlaista hyötyä.

## LÄHTEET

- /1/ Olli Seppänen, Matti Seppänen. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 2004.
- /2/ Olli Seppänen. Rakennusten Lämmitys. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 2001.
- /3/ Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2006. LVI-ohjekortti, LVI 10-10397 Rakennusten Lämmitys.
- /4/ Hagner Börje, Pekkonen Juhani, Raiko Erja, Vinnari Jyrki. Teollisuusrakennusten ilmastointi ja lämmitys. Helsinki: Valtion painatuskeskus. 1990.
- /5/ Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2008.
- /6/ Electrolux Professional laundrysystems 2011. Tumble dryers. Verkkodokumentti. <http://www.laundrysystems.electrolux.com>. Viitattu 12.12.2011.
- /7/ Uponor 2011. Paineputkijärjestelmä profuse. Verkkodokumentti. <http://www.uponor.fi/ratkaisut/yhdyskuntatekniikka/paineputkistot/profuse.aspx>. Viitattu 12.12.2011.
- /8/ Helsingin pelastusliitto 2011. Letkuhuoltoinfo. Verkkodokumentti. <http://www.helpe.fi/intranet/>. Viitattu 16.1.2012.
- /9/ Tecalement Environment 2012. Kiinteät painepesurit. Verkkodokumentti. <http://www.tenvironment.fi/tuotteet/teollinen-puhdistus/painepesurit-ja-pesulaitteet/kiinteat-painepesurit>. Viitattu 16.1.2012.
- /10/ Tecalement pesuratajärjestelmä 6/F , Tecalement Oy. 2010
- /11/ Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2007.

/12/ SFS-EN 858-2. Suomen standardisoimisliitto SFS RY. 2011.

/13/ Salme Rantanen, Rauno Pääkkönen. Työhygieniä Kemialliset ja fysikaaliset tekijät. Tampere: Työsuojeluhallinto. 2008.

/14/ Pakokaasujen poistojärjestelmät hälytysajoneuvoille, Nederman. 2010.

/15/ Pakokaasunpoistojärjestelmät hälytysajoneuvoihin, Plymovent Vehicle Exhaust Removal System

/16/ Airila Mauri, Hallikainen Keijo, Kääpä Juha, Laurila Timo. Kompressorikirja. Helsinki: KK laakapaino. 1983.

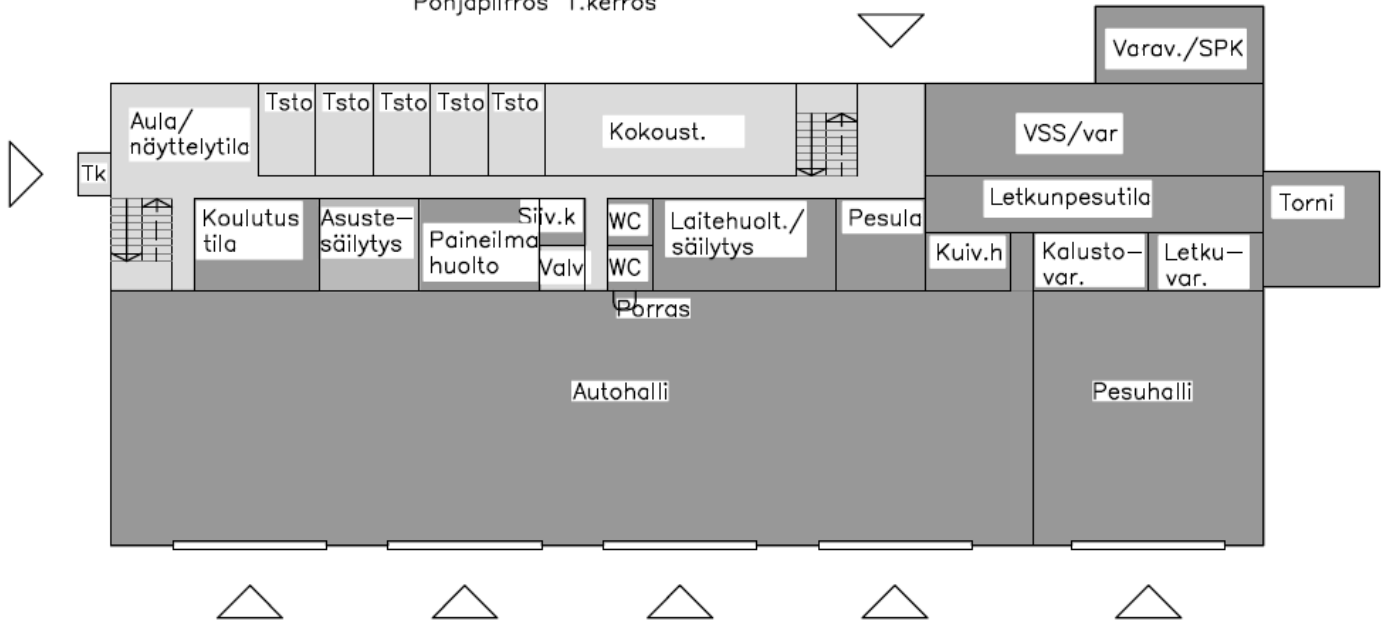
/17/ Mertala Matti, Pajusalo Ari, Rantama Kari, Paineilmajärjestelmän suunnittelu ja mitoitus – OSA II, Tecalemit luentomoniste.

/18/ Mapress pressfitting system, Lyngson Oy

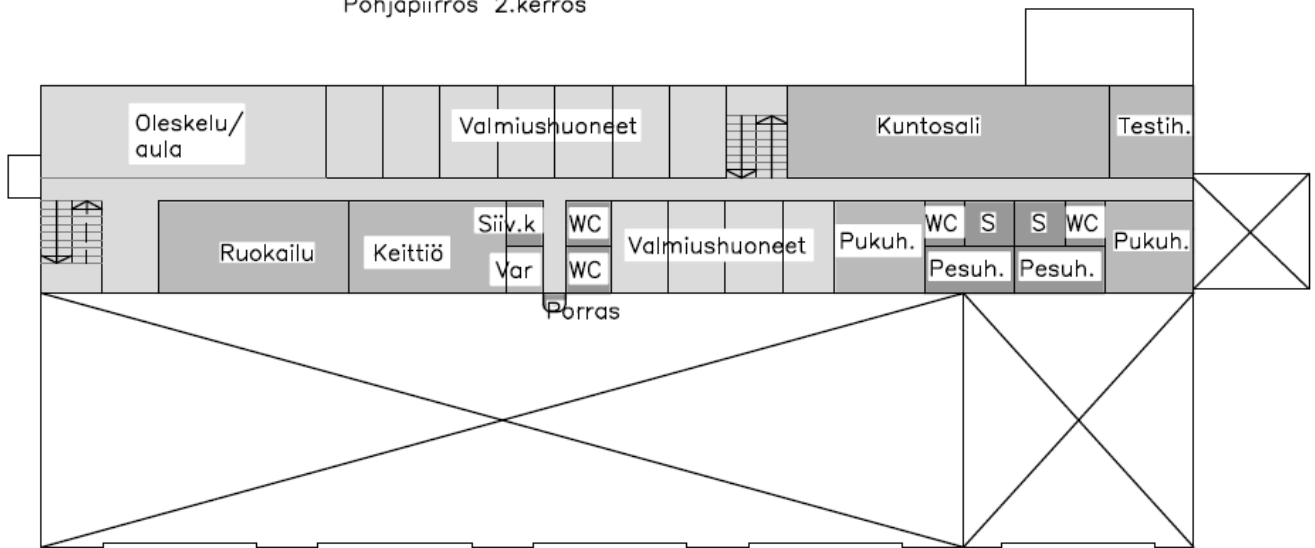
/19/ Tecalemit Environment 2012. Wilkerson luettelo. Verkkodokumentti. [http://www.tenvironment.fi/sites/default/files/Wilkerson%20luettelo%20WEB\\_0.pdf](http://www.tenvironment.fi/sites/default/files/Wilkerson%20luettelo%20WEB_0.pdf). Viitattu 16.1.2012.

**Esimerkki paloaseman pohjasta**

Pohjapiirros 1.kerros



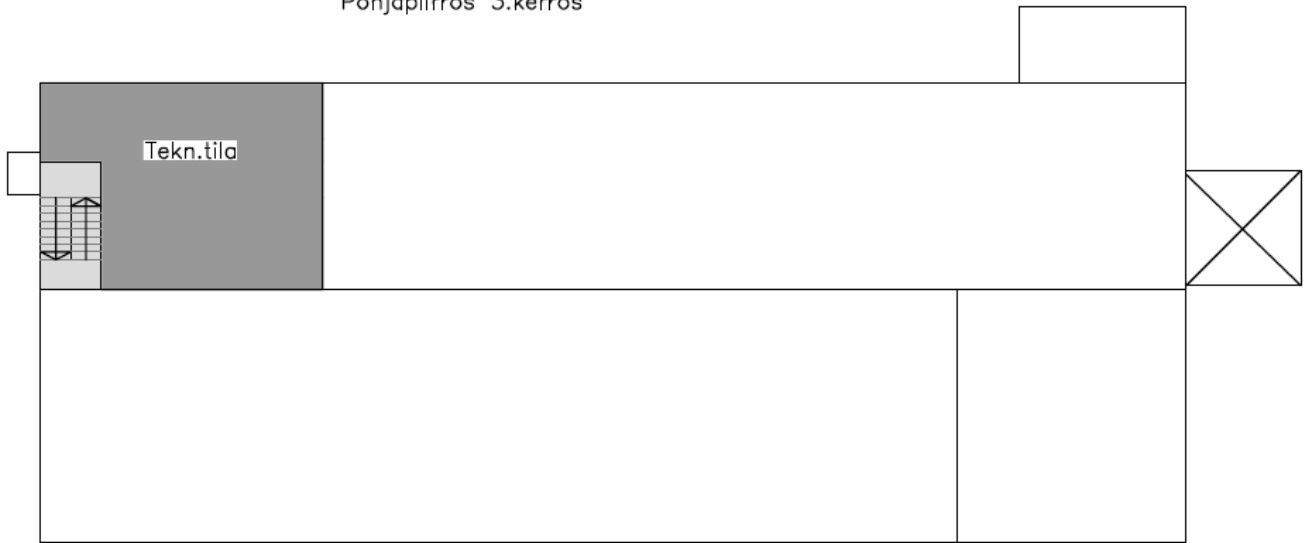
Pohjapiirros 2.kerros



**LIITE 1 (2).**

**Esimerkki paloaseman pohjasta**

Pohjapiirros 3.kerros



Jäteilman johtaminen rakennuksesta perustuu seuraavaan poistoilmaluokitukseen.

Poistoilma- luokka	Kuvaus ja käytön rajoitus	Tilaesimerkki
1	Poistoilma, joka sisältää vain vähän epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti lähtöisin ihmisistä tai rakenteista.  Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi.	Toimistotilat ja niiden yhteydessä olevat pienet varastotilat, yleisöpalvelutilat, opetustilat, eräät kokoontumistilat sekä liiketilat, joissa ei ole hajukuormitusta.
2	Poistoilma, joka sisältää jonkin verran epäpuhtauksia.  Ilmaa ei käytetä muiden tilojen palautusilmana, mutta se voidaan johtaa siirtoilmana esimerkiksi WC- ja pesutiloihin.	Asuinhuoneet, ruokailutilat, kahvikeittiöt, myymälät, toimistorakennusten varastot, pukuhuoneet sekä ravintolatilat, joissa tupakointi on kielletty
3	Poistoilma tiloista, joissa kosteus, prosessit, kemikaalit ja hajut oleellisesti huonontavat poistoilman laatua.  Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.	WC- ja pesutilat, saunat, asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, piirustuksien kopiointitilat.
4	Poistoilma, joka sisältää pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet.  Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.	Ammattimaisessa käytössä olevat: -vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot, - pesuloiden likapyykkitilat. Autosuojat ja ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet, elintarvikejätehuoneet, kemialliset laboratoriot, tupakointitilat sekä hotellitilat, joissa tupakointi on sallittu.

**LIITE 3.**

**Jäte-, ja sadevesilaitteistoissa käytettävien erottimien valintaperusteet. Ennen käsittelylaitteen valintaa tarkistetaan tarvitaanko jokin muu lupa vesien laskuun.**

Kohde	Erotin			Huomautus
	Hiekka/ liete	Öljy	Rasva	
A Auto- ja moottorikorjaamo	X	X		Erotimein ei saa johtaa muita jätevesiä.
Auton pesupaikka	X	X		
Autosuoja lattiakaivolla (A > 40 m <sup>2</sup> )	X	X		
Mittarikenttä, öljysäiliökenttä tms	X	X		
B Konehuone, raskasöljylaitoksen kattilahuone		X		Kuten kohdassa A.
Maalaamo		X		Tarvittaessa
Ruiskumaalaushuone		X		
C Valmistuskeittiö (yli 50 annosta/d), grilli, Jäkelukeittiö (yli 100 annosta/d)			X	Erotimein ei saa johtaa muita jätevesiä.
			X	
D Teurastamo, lihajalostamo tms.			X	
			X	
E Muut laitokset, esim. teollisuus, pesula, sairaala, laboratorio, palavien nesteiden varasto, pysäköintialue				Erotin paikallisten viranomaisten vaatimusten mukaisesti.

**LIITE 4.****Vesipisteiden virtaama (Qs)**

	Vesipisteen putkikoko		
	DN 25, R 1"	DN 20, R ¾"	DN 15, R ½"
	Virtaama l/s	Virtaama l/s	Virtaama l/s
1. vesipiste	1,7	1,0	0,5
2. vesipiste	1,7	1,0	0,5
3. vesipiste	1,2	0,7	0,35
4. vesipiste	0,85	0,5	0,25
5. vesipiste	0,3	0,2	0,1

Kuudennelle ja sitä seuraaville vesipisteille käytetään viidennen vesipisteen virtaamatarvoja. Erikokoisten vesipisteiden virtaamien summa lasketaan suurimmasta pienimpään.



**LIITE 5.****Öljyntiheyserroin  $f_d$** 

Erottimen luokka	Tiheyserroin $f_d$ <sup>1)</sup> öljyn eri tiheyksillä $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,90$	$0,90 < \rho \leq 0,95$
II	1	2	3
I	1	1,5	2
II ja I <sup>2)</sup>	1	1	1

<sup>1)</sup> Annettujen tiheyskertoimien käyttö edellyttää hiekan- ja lietteenerotinta sekä näytteenottoaivoa.

<sup>2)</sup> II ja I luokan erottimet peräkkäin.



























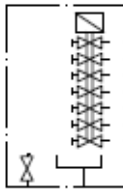




## Öljynerottimen lietetilan vähimmäistilavuus

Oletettu hiekka- ja lietemäärä	Esimerkkikohteita	Vähimmäistilavuus <sup>1)</sup> dm <sup>3</sup>
Erittäin pieni	– autosuojat	20 dm <sup>3</sup> /autopaikka <sup>2)</sup> , vähintään 40 dm <sup>3</sup>
Pieni	– öljysäiliöalueet, (sadevedet, vähän kiintoainetta) – huoltoaseman piha-alue (katettu) – prosessijätevedet, vähän kiintoainetta	100 NS / f <sub>d</sub>
Kohtalainen	– huoltoaseman piha-alue (kattamaton), – autonpesupaikka – linja-autonpesupaikka – korjaamon ja pysäköintialueiden jätevedet – voimalaitos, koneteollisuus	200 NS / f <sub>d</sub> vähintään 600 dm <sup>3</sup>
Suuri	– työkoneiden ja maansiirtokoneiden pesupaikat – rekkapesupaikka – automaattipesukone, harjapesu tms.	300 NS / f <sub>d</sub> vähintään 600 dm <sup>3</sup> , 5000 dm <sup>3</sup> automaattipesukoneissa

<sup>1)</sup> Pienintä lietetilavuutta ei käytetä NS 10 tai suuremmissa erottimissa.

<sup>2)</sup> Yli 15 autopaikan suojat mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Paineilman yleisimmät piirrosmerkit

	Työjohto		Varoventtiili
	Ohjausjohto		Säätöventtiili
	Poistojohto		Äänenvaimennin
	Taipuisa letku		Painekytin
	Kompressori		Magneettiventtiili
	Sähkömoottori		Sulkuventtiili
	Jäähdytin		3-tieventtiili
	Jäähdytyskuivain, vesijäähdytteinen jäähdytin		Takaiksuventtiili
	Ilmankuivain		Pikaliitinpuolikas
	Painesäiliö		Tulpattu liitäntä
	Suodatin		Painemittari
	Vedenerotin käsityhjennys		Lämpömittari
	Vedenerotin autom. tyhjennys		
	Vedenerotin + suodatin käsityhjennys		Lauhdekeskus
	Vedenerotin + sudatin autom. tyhjennys		
	Voitelulaite		
	Paineenlennusventtiili		Lattiakaivo

## Mapress-putken tekniset tiedot

Taulukko 1: mapress tekniset tiedot		
Ominaisuudet	Haponkestävä teräs	Sähkösinkitty teräs
Liitostyyppi Puristusliitos	<b>Irrottamaton</b> , muotosulkeinen, pysyvästi tiivis liitos ohutseinämaisiiin teräs - kupariputkiin	
Raaka-aine	Austeniittinen haponkestävä Cr-Ni-Mo-teräs, raaka-ainenumero: 1.4401 AISI 361	Seostamaton teräs raaka-ainenumero: RSt 34-2 (DIN 2394)
	Kupari: Cu-DHP <sup>2</sup> DIN-EN 1412 mukaan Toimitustila: Rg 5 DIN 1705 mukaan	
Tiivistystyyppi	Liitoksen tiiviyden saa aikaan <b>vanhenemisen kestävä</b> , erityisesti kylmälle ja kuumalle vedelle tarkoitettu <b>butyyikuminen</b> (CIIR) <b>Butylkautschuk</b> (CIIR) O-rengastiiviste (kestää veden käsitte- lyssä tavallisesti käytettyjä kemikaaleja <sup>3</sup> ). Tiiviste on osoittanut luotettavuutensa jo vuodesta 1965 alkaen.	
Käyttölämpötila	-20 °C...120 °C	-20 °C...120 °C
Käyttöpaine	Korkeintaan 25/16* bar (*16 bar supersize-putkille) (Koeponnistus vedellä jopa 40 bar)	
Halkeamispaine	Putken mitoista riippuva	
	Haponkestävä / sähkösinkitty teräs 50 – 400 bar	Kupari 40 – 200 bar
Mitat	Haponkestävä teräs	Sähkösinkitty teräs / kupari
	ulkohalkaisija = 15 – 108 mm DN = 12 – 100 mm	ulkohalkaisija = 12 – 54 mm DN = 10 – 50 mm

## Mapress-putken tekniset tiedot

Tekniset tiedot: *mapress* sähkösinkitty teräsputki (DIN 2394)

Taulukko 4: 6 m pituisten putkien mitat ja tunnusiedot				
Nimellishalkaisija	Nimellismitta Ulkohalkaisija x seinämän paksuus	Ulkohalkaisija muovivaipan kanssa	Tilavuus	Paino
DN	d x s [mm]	[mm]	[l/m]	[kg/m]
10	12 x 1,2	14	0,072	0,338
12	15 x 1,2	17	0,125	0,434
15	18 x 1,2	20	0,192	0,536
20	22 x 1,5	24	0,284	0,824
25	28 x 1,5	30	0,491	1,052
32	35 x 1,5	37	0,804	1,320
40	42 x 1,5	44	1,195	1,620
50	54 x 1,5	56	2,043	2,098

**Paineilman hengitysilman puhtausvaatimukset standardin EN 12021 mukaisesti**

Parameter	Limit value	Note
Oil	0,5 mg/m <sup>3</sup>	Aerosol and vapour
Carbon dioxide	500 ml/m <sup>3</sup>	
Carbon monoxide	5 ml/m <sup>3</sup>	
Water vapour	50 mg/m <sup>3</sup> 35 mg/m <sup>3</sup>	Nominal pressure 40 - 200 bar Nominal pressure > 200 bar
Oxygen	21 % by vol.	<u>±</u> 1 % by vol.

## Kompressorihuoneen tuuletus

Kompressorihuoneen ilmanvaihto, luonnollinen kierto						
moottori kW	Huoneen tilavuus / aukkojen korkeusero					
	V= 50m <sup>3</sup> h=2m		V= 100m <sup>3</sup> h=3m		V=200m <sup>3</sup> h=4m	
	sisään	ulos	sisään	ulos	sisään	ulos
2,2 kW	0,12m <sup>2</sup>	0,10m <sup>2</sup>				
3 kW	0,24m <sup>2</sup>	0,20m <sup>2</sup>	0,12m <sup>2</sup>	0,10m <sup>2</sup>		
4 kW	0,30m <sup>2</sup>	0,25m <sup>2</sup>	0,12m <sup>2</sup>	0,10m <sup>2</sup>		
5,5 kW	0,42m <sup>2</sup>	0,35m <sup>2</sup>	0,24m <sup>2</sup>	0,20m <sup>2</sup>	0,12m <sup>2</sup>	0,10m <sup>2</sup>
7,5 kW	0,90m <sup>2</sup>	0,75m <sup>2</sup>	0,60m <sup>2</sup>	0,50m <sup>2</sup>	0,24m <sup>2</sup>	0,20m <sup>2</sup>
11 kW	1,38m <sup>2</sup>	1,15m <sup>2</sup>	0,90m <sup>2</sup>	0,75m <sup>2</sup>	0,54m <sup>2</sup>	0,45m <sup>2</sup>
15 kW	1,92m <sup>2</sup>	1,60m <sup>2</sup>	1,45m <sup>2</sup>	1,20m <sup>2</sup>	0,90m <sup>2</sup>	0,75m <sup>2</sup>

Minimi aukkokoot, luonnollisella ilman kierrolla

h= aukkojen korkeusero

- A Minimietäisyys seinästä ilman tulopuolella 0,5m  
 B Minimietäisyys seinästä ilman poistopuolella 0,75m  
 C Ilman tuloaukko  
D Ilman poistoaukko