

Mika Salonen

Huoltotilojen työturvallisuuden ja toimivuuden kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

20.4.2015

Tekijä Otsikko	Mika Salonen Huoltotilojen työturvallisuuden ja toimivuuden kehittäminen
Sivumäärä Aika	32 sivua + 4 liitettä 20.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Pekka Salonen Huoltopäällikkö Jari Puhakka
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Kärcher Oy:lle. Tavoitteena oli kehittää huoltotilojen työturvallisuutta, viihtyisyyttä ja toimivuutta. Tarve työn tekemiselle tuli uusiin työtiloihin muuttamisen myötä ilmenneistä epäkohdista.</p> <p>Työssä jokainen kehityskohde esitellään erikseen ja jokaiselle kohteelle tehdään oma kehityssuunnitelma. Kaikki työssä käytettävät materiaalit ja tuotteet kilpailutettiin parhaan hintalaatusuhteen takaamiseksi.</p> <p>Lopputyön tuloksena Kärcher Oy:lle toimitettiin tehdyt kehityssuunnitelmat ja työkuvat. Suunnitelmien ja työkuvien avulla Kärcher Oy voi parantaa työturvallisuutta ja työskentelymukavuutta sekä nopeuttaa huoltotöiden läpimenoaikoja.</p>	
Avainsanat	Kehityssuunnitelma, huoltotilat, layout-suunnittelu, 3D-mallinnus

Authors Title	Mika Salonen Development of Work Safety and Functionality in Service Areas
Number of Pages Date	32 pages + 4 appendices 20 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Specialisation option	Energy and Environment Technology
Instructors	Pekka Salonen, Lecturer Jari Puhakka, Service Manager
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Kärcher Ltd. The objective of this Bachelor's thesis was to develop the work safety and functionality of the service areas. When the company moved to new premises, certain defects were noticed and it was discovered that there was a need for conducting this analysis.</p> <p>In this Bachelor's thesis every development target is introduced separately and a development plan is made for every object. All materials and products used in this thesis were tendered to provide the best possible quality-price ratio.</p> <p>As a result, development plans and technical drawings made in this thesis were delivered to Kärcher Ltd. Using the provided plans and drawings Kärcher Ltd. can improve the company's work safety and working comfort and in addition, speed up the lead times of maintenance assignments.</p>	
Keywords	Development plan, service areas, layout design, 3D-modelling

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Kärcher Oy	3
3	Painepesurit	4
3.1	Painepesurin toimintaperiaate	4
3.2	Pumput	4
3.2.1	Aksiaalimäntäpumppu	5
3.2.2	Triplex-pumppu	5
3.3	Moottorit	6
3.4	Kuumavesipesurit	6
4	Alkutilanne	7
4.1	Huollon layout	7
4.2	Pöly	9
4.3	Työpisteiden vedenkäsittely	10
4.4	Jätenesteiden käsittely	11
4.5	Pesutila	12
5	Layout-muutos	13
5.1	ATK-pisteet	13
5.2	Asiakkaiden vastaanotto	14
5.3	Alueiden rajaus	14
5.3.1	Keskeneräiset työt	14
5.3.2	Valmiit ja vastaanotetut työt	15
5.4	Trukkiväylä	15
6	Pölynpoisto	15
6.1	Kaapin toimittajan etsintä	15
6.2	Kaapin suunnittelu	16
6.3	Kaapin valmistus	17

7	Työpisteiden viemärointi	18
7.1	Viemärointiputken suunnittelu	18
7.1.1	Pistoolin kiinnitys putkeen	19
7.1.2	Vesisuihkun pysäytys	19
7.1.3	Viemärointiputken käännettävyys	20
7.1.4	Höyryn lauhdutus	22
7.2	Viemärointiputkien valmistus	23
8	Jätenesteet	24
8.1	Nesteiden siirto	25
8.2	Painehäviöt	27
8.3	Putkien ja paineilmapisteen asennus	28
9	Pesutila	29
9.1	Pesukaappien ja -altaiden saatavuus	30
9.2	Pesunurkkaus	30
9.3	Pesunurkkauksen suunnittelu	30
10	Yhteenveto	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Huoltotilan pohjapiirustus	
	Liite 2. Huoltotilan uusittu layout	
	Liite 3. Imukaapin kokoonpanokuva	
	Liite 4. Viemärointiputken kokoonpanokuva	

1 Johdanto

Tämän insinööriyön toimeksiantaja on Kärcher Oy:n Nurmijärven toimipiste. Se on uusi ja siihen kuuluu huolto, varasto ja Suomen pääkonttori.

Työn tarkoituksena on parantaa huoltotilojen työturvallisuutta, kehittää työviihtyvyyttä ja nopeuttaa huoltojen läpimenoaikoja. Työn aihe valittiin, koska uusiin tiloihin muuttaminen on tuottanut ongelmia huollon toimivuudelle. Työ rajattiin sisältämään layoutmuutoksen huoltotiloihin, huoltotilojen pölynpoiston suunnittelun, työpisteiden viemäröinnin suunnittelun, jätenesteiden käsittelyn ja pesunurkkauksen kehittämisen.

Työssä Kärcherille toimitetaan työkuvat, ehdotukset tavarantoimittajista ja vastaanotetut tarjoukset. Kaikkia tavarantoimittajia kilpailutetaan ja eri vaihtoehtoja tutkitaan laajasti korkean laadun ja parhaan hinnan takaamiseksi.

2 Kärcher Oy

Saksalainen insinööri Alfred Kärcher lopetti työskentelyn isänsä insinööritoimistossa vuonna 1935 ja perusti oman yrityksen Saksan Stuttgartiin. Omassa yrityksessään hän alkoi työstää tuotteita lämmitystekniikan alalla. Oman patenttinsa turvin Kärcher rakensi teollisuudelle suunnitellun suolakylpyahjon terästen hehkuttamiseen ja kevyiden seosmetallien karkaisemiseen. [1.]

Vuonna 1939 yritys muutti Saksan Winnendeniin, missä yrityksen pääkonttori sijaitsee vielä nykyäänkin. Tuolloin yritys valmisti esilämmitinpolttimia ja hyttilämmittämiä ilmalualalle. Toisen maailmansodan jälkeen yritys keskittyi kaikkein tärkeimpiin päivittäin käytettäviin tuotteisiin, kuten pyöreisiin uuneihin, kottikärryihin ja traktoriperävaunuihin. [1.]

Alfred Kärcher teki läpimurtonsa puhdistusalalle vuonna 1950 kehittämällä Euroopan ensimmäisen kuumavesipainepesurin, DS 350 Steam blasterin. Veden lämmitystekniikka oli niin edistyksellinen, että samaa ajatusta käytetään vielä tänä päivänä. Kärcher kuoli 58 vuoden ikäisenä vuonna 1959, minkä jälkeen hänen vaimonsa Irene Kärcher johti yritystä kolmen vuosikymmenen ajan. [1.]

Vuonna 1962 Kärcher kansainvälistyi ja perusti kolme tytäryhtiötä, minkä jälkeen yhtiön kasvu on ollut tasaista. Nykyään Kärcherillä on tytäryhtiöitä 57 eri maassa ja 40 000 palvelukeskusta yli 190 maassa. Kärcherin perhe omistaa yrityksen edelleen. [1.]

Kärcher huoltaa Nurmijärven toimipisteessä ammattikäyttöön tarkoitettuja painepesureita, Home & Garden-luokan painepesureita ja teollisuusimureita.

3 Painepesurit

3.1 Painepesurin toimintaperiaate

Painepesuriin tulee verkostosta matalapaineinen vesi tai pesuri imee veden itse tankista / säiliöstä. Pesurin pistoolin päässä on suutin, jonka läpi vesi virtaa. Painepesurin pumppu nostaa veden paineen mullista ja tehosta riippuen jopa useaan sataan bar:iin. Kärcherin painepesureiden tilavuusvirrat vaihtelevat pesurista riippuen 0,06—0,69 l/s välillä.

Painepesurin vesisuihkun iskuvoima lasketaan kaavan 1 mukaisesti

$$F = \dot{m} * s \quad (1)$$

F = voima (N)

\dot{m} = massavirta (Kg/s)

s = vesisuihkun nopeus (m/s)

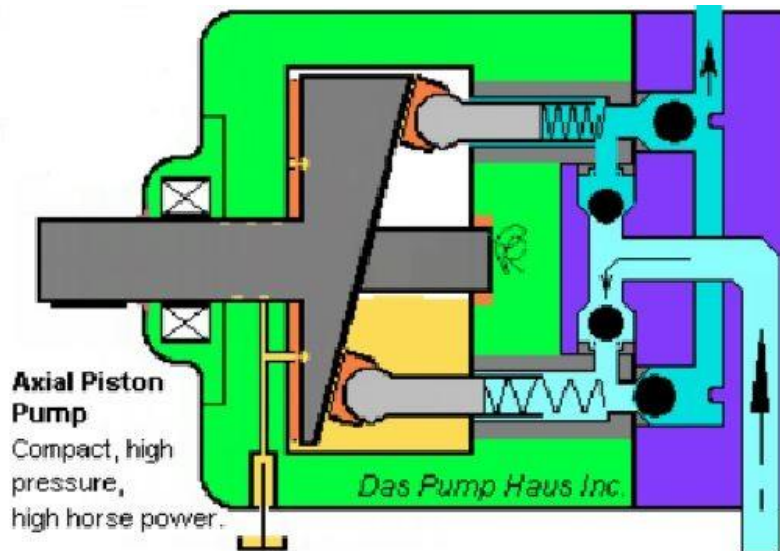
Newtonin III lain mukaan yhtä suuri, mutta vastakkaisuuntainen voima kohdistuu painepesurin käyttäjään pistoolin välityksellä.

3.2 Pumput

Painepesureissa käytetään aksiaalimäntäpumppuja ja triplex-pumppuja, eli kampiakselikäyttöisiä pumppuja.

3.2.1 Aksiaalimäntäpumppu

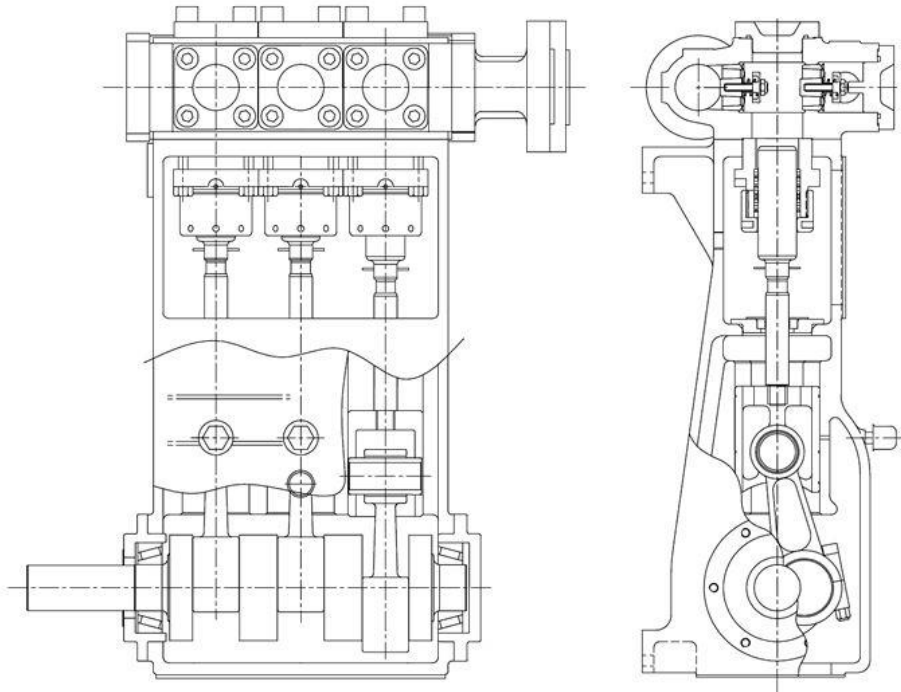
Aksiaalimäntäpumppussa on sylinteriryhmä, joka on mäntineen akselin suuntainen ja jossa männät nojaavat liukulevyyn. Tämä liukulevy on puolestaan tietyssä kulmassa akseliin nähden. Akselia pyörittäessä saadaan aikaiseksi mäntien edestakainen liike [2, s. 6.]. Pumpussa on yksisuuntaventtiileitä, jotka jakavat syöttö- ja painepuolen (kuva1). Kärcherin käyttämissä aksiaalimäntäpumppuissa on 3 mäntää.



Kuva 1. Aksiaalimäntäpumppun toimintaperiaate [3].

3.2.2 Triplex-pumppu

Triplex-pumppussa on vierekkäin kolme sylinteriä. Sylintereissä olevia mäntiä liikutetaan edestakaisin kampiakselin avulla. Pumppuissa on yksisuuntaventtiileitä, jotka jakavat syöttö- ja painepuolen (kuva 2).



Kuva 2. Triplex-pumpun havainnekuva [4].

3.3 Moottorit

Pesurien pumput saavat tehonsa moottoreilta akselien välityksellä. Kärcherin moottorit vaihtelevat pienistä Home & Garden-pesurien 1,4 kW:n sähkömoottoreista aina suuriin teollisuuspesureiden 16,4 kW polttomoottoreihin.

3.4 Kuumavesipesurit

Kärcher myy ja huoltaa myös kuumavesipainepesureita (kuva 3). Niissä paineistettu vesi johdetaan kattilan läpi, missä vesi lämpenee ja jopa höyrystyy. Tietyillä pesurimalleilla voidaan tuottaa myös +120 °C lämpöistä tulistettua höyryä.

Kattilassa on öljypoltin ja lämmityskierukka. Kattilan savukaasukanavan päässä on lämpömittari, joka tarkkailee savukaasujen lämpötilaa. Savukaasujen lämpötilan noustessa liian korkeaksi, poltin sammuu.



Kuva 3. Kuumavesipainepesuri. Vasemmalla kattila ja oikealla triplex-pumppu.

4 Alkutilanne

Tässä osiossa listataan insinööriyöhön rajattujen kehityskohtien alkulähtökohdat ja niiden ongelmat. Kehityskohteiden esittelyn jälkeen jokaisen kohdan kehityssuunnitelmaa tarkastellaan erikseen.

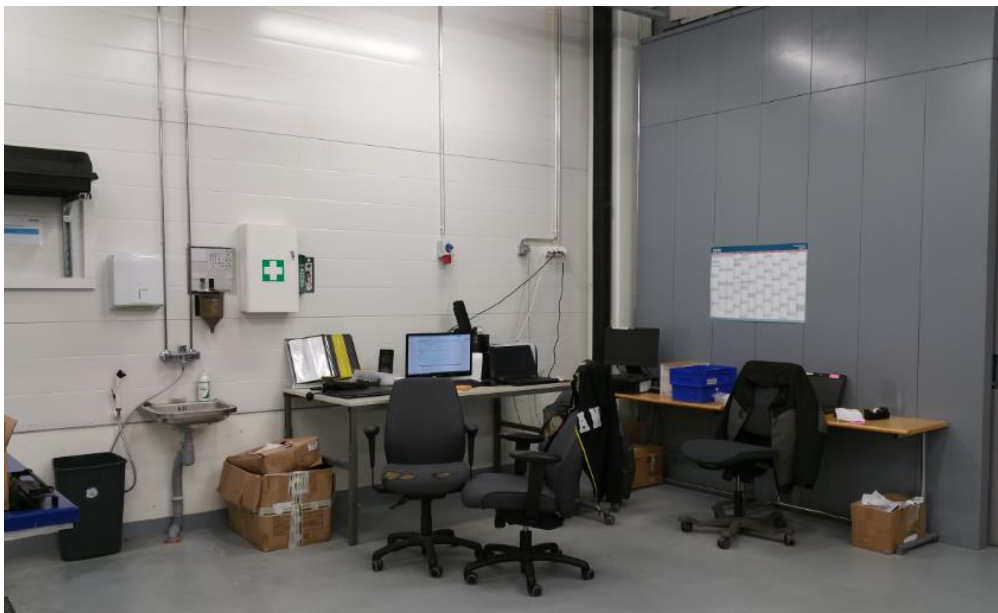
4.1 Huollon layout

Huoltotilassa on paikka kymmenelle työpisteelle (kuva 4), mutta tällä hetkellä pisteitä on käytössä 8, pisteet 4 ja 5 eivät ole käytössä [liite 1].



Kuva 4. Huoltopiste, jossa huollettavana kuumavesipesuri.

Pohjapiirustuksesta [liite 1] poiketen huoltotilan keskellä ei ole kahta siirrettävää ATK-pistettä. ATK-piste (kuva 5) sijaitsee keskeneräisten koneiden paikalla. Asentajien tarvitsemat työkuvat ja ohjekirjat ovat sähköisessä muodossa, joten työkuvien tarkastaminen on tällä hetkellä hankalaa ja turhaa kävelyä on paljon.



Kuva 5. ATK-piste.

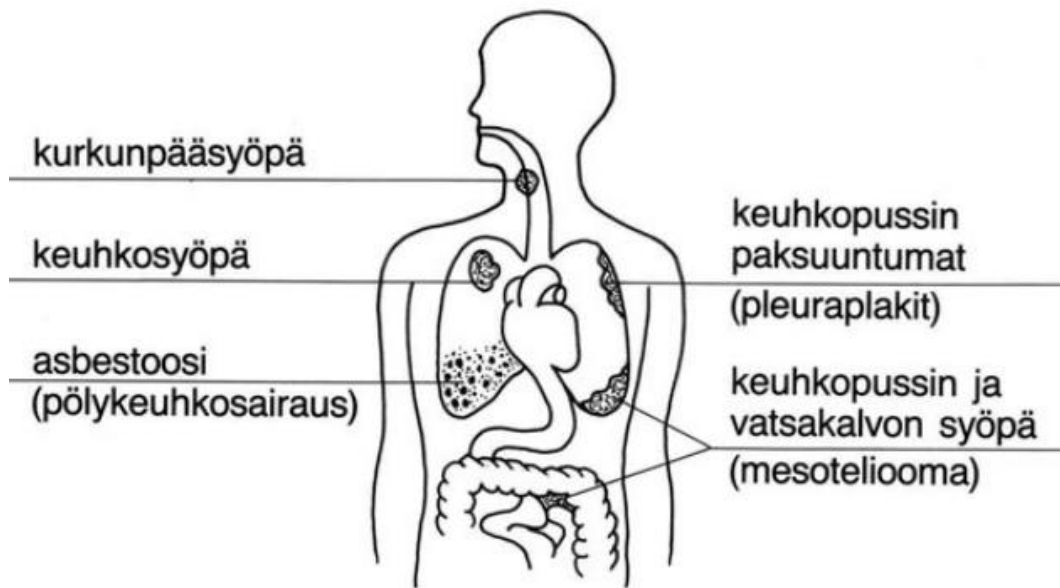
Varaosia tai työmääräystä odottaville koneille ei ole tällä hetkellä määrättyä paikkaa, vaan keskeneräiset työt sijoitetaan joko hajanaisesti ympäri huoltotilaa tai saapuvien töiden läheisyyteen.

Asiakkaat otetaan vastaan ovesta numero 1 [liite 1]. Asiakkaat joutuvat kävelemään huoltotilan läpi ATK-pisteelle, mikä voi olla heille vaarallista. Huoltotilassa tehdään sähkötöitä, jolloin työtilojen läheisyydessä liikkuvilla henkilöillä tulee olla tarvittavat suojaruusteet ja asianmukainen koulutus. Asiakkailta ei usein ole tarvittavia suojaruusteita (eristävät turvakengät ja työvaatteet) eikä välttämättä vaadittua sähköturvallisuuskoulutusta, joten heidät luokitellaan maallikoiksi. Pääsyn paikkoihin, joissa maallikot voivat joutua alttiiksi sähköstä johtuville vaaroille, on oltava rajoitettu [5, s.16.]. Asiakkaat voivat kohdata huoltotiloissa myös muita vaaroja, kuten liukastumisen ja nesteiden päälle roiskumisen.

4.2 Pöly

Huoltotöissä puhdistetaan usein kuiva- ja märkäimureiden koteloita ja suodattimia paineilmaalla. Suodattimien puhdistukselle ei ole määrättyä työpistettä, toimenpide suoritetaan joko ulkona tai työpisteen läheisyydessä tilanteesta riippuen. Imureita käytetään moniin eri kohteisiin rakennustyömailla ja yksityishenkilöiden tiloissa. Suodattimiin ja imureiden koteloihin kertyy hienojakoista pölyä, jonka koostumuksesta ei ole tietoa. Pöly voi sisältää myös asbestia.

Asbesti on luonnosta saatava kuitumainen silikaattimineraali. Suomessa antofylliittiasbestia louhittiin Tuusniemen Paakkilassa vuoteen 1975 saakka. Krokidoliitti eli sininen asbesti on terveysvaikutuksiltaan vaarallisin. Suomessa asbestin runsas käyttö rakennusmateriaalina alkoi 1930-luvulla. Käyttö alkoi vähentyä 1970-luvun lopulla ja asbestin käyttökielto astui voimaan vuonna 1993 [6]. Asbestipitoisia rakennusmateriaaleja purettaessa ja työstettäessä asbestikuituja vapautuu ilmaan, josta ne joutuvat imureiden suodattimiin. Suodattimia puhdistaessa asbestikuidut vapautuvat uudestaan ilmaan ja voivat joutua puhdistajan keuhkoihin hengitysilman mukana. Asbestin aiheuttamia terveyshaittoja on eritelty kuvassa 6.



Kuva 6. Asbestin terveyshaitat elimistössä [6].

Muu suodattimista irtoava pöly on haitallista niin hengitystiehyille kuin asentajan silmille. Pölyn leviäminen ympäristöön myös sotkee huoltotiloja.

4.3 Työpisteiden vedenkäsittely

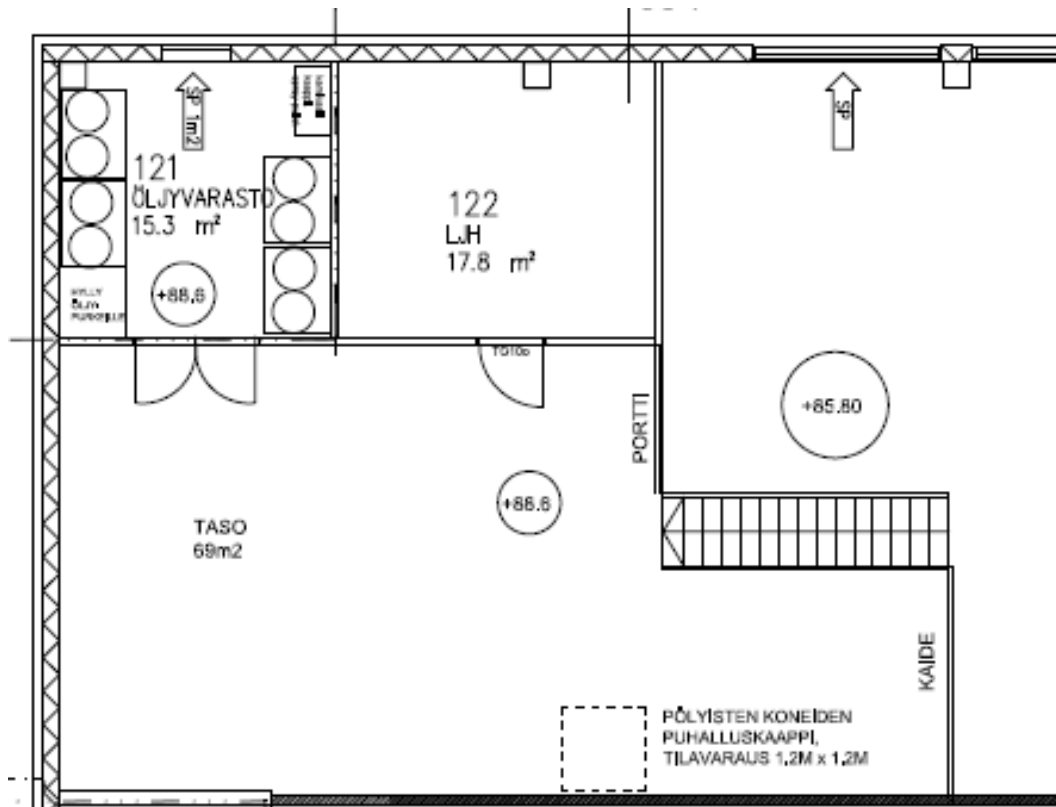
Työpisteillä huollettavat ammattikäyttöön tarkoitetut pesurit tuottavat usean sadan barin paineen tilavuusvirran ollessa 1 800 l tunnissa. Koneita testattaessa painevesi suihkutaan työpisteen alla sijaitsevaan kaivoon. Paineen ollessa suuri, huomattava osa viemäriin suunnatusta vedestä roiskuu ympäristöön kastellen työkalut, sähkölaitteet sekä asentajan (kuva 7). Tämä heikentää työskentelymukavuutta ja lattialle roiskunut vesi aiheuttaa liukastumisvaaran. Tietyistä kuumavesipesureista saadaan myös tulistettua +120 °C lämpöistä höyryä. Höyryntuoton testaus on tällä hetkellä hankalaa ja vaarallista.



Kuva 7. Painepesurin testauksessa kastunut työympäristö.

4.4 Jätenesteiden käsittely

Huoltojen yhteydessä pesureihin vaihdetaan usein moottorin voiteluöljy sekä jäähdytysneste. Jäähdytysneste on vesi-glykoliseosta. Jäteöljy valutetaan koneista yleensä itse tehtyyn keräysastiaan, jolla se kuljetetaan jäteöljysäiliöön. Jäähdytysneste poistetaan samalla tavalla. Jätenesteiden säilytys huone sijaitsee huoltotilan toisessa kerroksessa (kuva 8).



Kuva 8. Huoltotilan toinen kerros. Vasemmalla ylhäällä jättenestehuone.

Öljyn ja jäähdytysnesteen poisto aiheuttaa roiskeita työympäristöön, ja itse tehdyn ke-räysastian kanssa asentaja voi kaatua, jolloin jättenesteet pahimmassa tapauksessa roiskuvat asentajan silmiin.

4.5 Pesutila

Pesutilassa (kuva 9) huoltoon saapuvat likaiset koneet pestään ennen huollon aloitta-mista. Pesutilassa pestään myös kuumavesipesureiden lämmityskierukoita. Öljypoltti-mella varustettujen pesureiden lämmityskierukoiden pesu sotkee pesutilan seinät erit-täin helposti.



Kuva 9. Uudehko, vielä puhdas pesutila.

5 Layout-muutos

Huoltotilojen layout-muutoksella pyritään luomaan toimivampi ja turvallisempi työympäristö niin henkilökunnalle kuin asiakkaillekin. Huoltotilan layout muutetaan liitteen 2 mukaiseksi.

5.1 ATK-pisteet

Vanha ATK-piste poistetaan käytöstä ja huoltotilan keskelle sijoitetaan 5 seisten käytettävää kaksipuoleista tietokonepistettä. Jokainen työntekijä saa oman tietokoneen huoltopisteen välittömään läheisyyteen, mikä poistaa turhan kävelyn vanhan ATK-pisteen ja työpisteiden välillä. Uudet tietokonepöydät ovat helposti siirrettäviä, jotta liitteessä 2 näkyvä trukkipöytä saadaan tarvittaessa käyttöön. Tietokoneiden tarvitsemat sähköjohdot vedetään huoltotilan katon luona olevista rasioista. ATK-pisteiden paikat merkitään lattiateippauksin.

Liikuteltavien työpöytien saatavuus on rajallista, Suomesta toimittajia löytyy vain muutama. Pöytien hankinnassa pyrittiin välttämään mittatilaustyötä kustannusten vähentämiseksi. Kärcherille esiteltiin kuusi eri pöytävaihtoehtoa ja yhdestä vaihtoehdosta tilattiin ensiksi yksi mallikappale testikäyttöön. Tilatussa pöydässä on sähköllä toimiva korkeussäätö, ja siihen asennetaan jälkikäteen renkaat sekä pöytätasoon kiinnitetään kumimatto.

5.2 Asiakkaiden vastaanotto

Asiakkaat otetaan vastaan samasta ovesta kuin ennenkin, mutta asiakkaiden liikkuvuutta ja näköyhteyttä huoltotiloihin rajoitetaan. Vastaanottopisteen luo asennetaan vastaanottotiski, väliseinä ja myyntiseinä liitteen 2 mukaisesti. Myyntiseinälle asetetaan näytteille eniten myytyjä varaosia kuten suodattimia, suuttimia ja pesuaineita.

Vastaanottotiski ja väliseinät jouduttiin tilaamaan mittatilaustyönä. Yhteensä 3 tarjouspyyntöä lähetettiin, joihin kaikkiin saatiin vastaukset. Kaikki 3 tarjousta esiteltiin Kärcher Oy:lle. Tarjousten esittelyn aikana selvisi, että vastaanoton kalusteet tilataan Kärcherin omalta toimittajalta Saksasta. Tilatut tuotteet on valmiiksi varusteltu Kärcherin värein ja ne noudattavat Kärcherin brändiä. Informaatiopuutteen vuoksi tähän insinööriyöhön varattua aikaa kului turhaan toimittajien kilpailutukseen.

Pitkän toimitusajan vuoksi vastaanoton uusista kalusteista ei saatu kuvaa eikä käyttökokemuksia tähän insinööriyöhön.

5.3 Alueiden rajaus

5.3.1 Keskeneräiset työt

Keskeneräisille töille rajataan oma alue lattiastepeillä liitteen 2 mukaisesti. Alueelle hankitaan myös hylly, johon pienemmät koneet nostetaan. Hyllyjä on tarjolla runsaasti, joten hyllyksi valitaan hinta-laatusuhteeltaan paras tuote.

Rajattu alue auttaa pitämään työskentelytilat siisteinä ja toimivina. Keskeneräiset työt eivät myöskään muutoksen jälkeen häiritse toimintaa muualla huoltotiloissa.

5.3.2 Valmiit ja vastaanotetut työt

Valmiit työt sijoitetaan liitteen 2 mukaisesti asiakaspalvelutiskin läheisyyteen. Kun asiakas tulee noutamaan valmista työtä, hänet voidaan palvella mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti, koska noudettavat tuotteet ovat lähellä.

Vastaanotetut työt varastoidaan vastaanottotiskin läheisyyteen liitteen 2 mukaisesti. Isommat pyörillä liikuteltavat koneet otetaan vastaan varaston puolelta isosta nosto-ovesta.

5.4 Trukkiväylä

Vastapainotrukilla nostetaan tavaraa puulavoilla huoltotilojen toiseen kerrokseen. Trukkiväylä rajataan lattiateippauksin liitteen 2 mukaisesti. Väylä pyritään pitämään mahdollisimman siistinä turhan tavarann siirtelyn minimoimiseksi. Ainoat trukkiväylällä sallitut tavarat ovat ATK-pöydät, jotka nekin ovat helposti siirrettävissä.

6 Pölynpoisto

Pölynpoiston alkuideana oli kaappi, jonka sisälle puhdistettava kappale sijoitetaan. Kaapissa olisi läpinäkyvät ovet, joista menisi läpi kiinteästi kiinnitetyt hansikkaat. Kaapissa olisi sisällä paineilmapistooli kappaleiden puhdistusta varten. Kaapin pohjassa olisi imureikä, johon kytketään Kärcherin oma teollisuusimuri. Kaappiin saataisiin täten alaspäin virtaava ilmavirtaus ja haitalliset hiukkaset olisivat eristettyinä asentajan hengitysilmastasta.

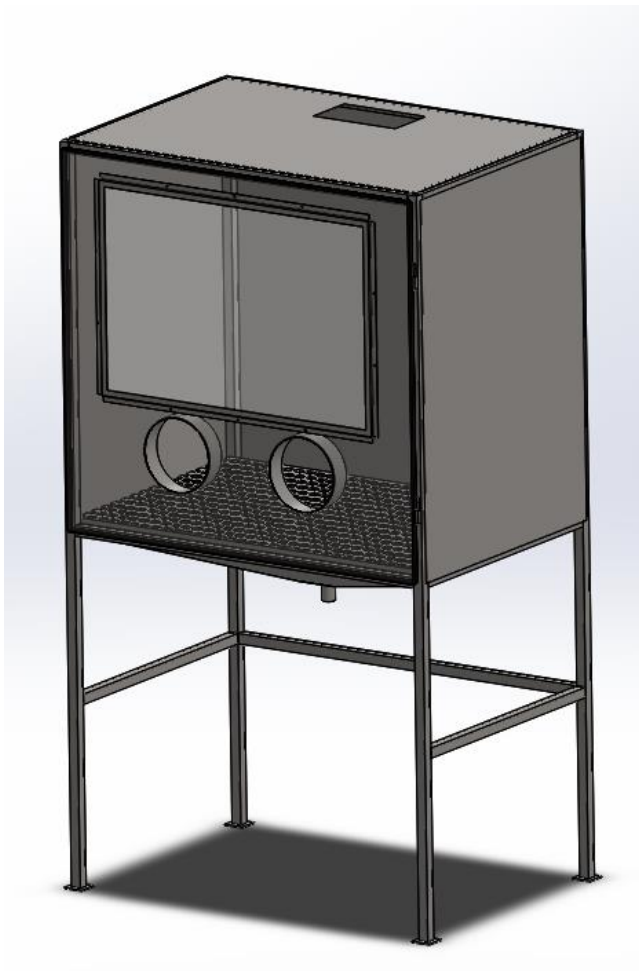
6.1 Kaapin toimittajan etsintä

Hiekkapuhalluskaapit ovat vaaditun kaltaisia, mutta pölynpoistoon liian pieniä. Imupöydät, joita käytetään kappaleiden työstössä ja hitsauksessa, olisivat hyviä vaihtoehtoja, mutta useiden pöytien ohjekirjoissa kielletään pölyn imeminen. Monet pöytävaihtoehdot, joilla saa imeä myös pölyä, ovat ovettomia.

Suomesta löytyi vain yksi vaaditun kaltaisen imukaapin toimittaja. Toimittajalle lähetettiin tarjouspyyntö ja saatu tarjous esteltiin Kärcherille. Tarjouksen perusteella kaappi päädyttiin valmistuttamaan Kärcherin yhteistyökumppanilla itse tehtyjen työkuvien mukaan.

6.2 Kaapin suunnittelu

Pölynpoistokaappi suunniteltiin Solidworks 3D-mallinnusohjelmalla. Imukaapin työtilan mitat ovat 1 000 x 925 x 725 (l x k x s) mm (kuva 10).



Kuva 10. Imukaapin 3D-malli.

Imukaapin mitat ja työskentelykorkeus suunniteltiin 170 cm:n pituiselle asentajalle. Muita suunnittelua rajoittavia tekijöitä olivat imukaapin maksimikorkeus (1 900 mm) johtuen kaapin sijoituspaikan korkeudesta ja kaapin alaosan minimikorkeus (700 mm) johtuen

kaapin alle sijoitettavan teollisuusimurin korkeudesta. Kaapin katolla on haitarisuodatimella varustettu korvausilmakanava.

Kaapin varustelu

Kaapin sisällä on 6 barin paineilmapistooli ja katossa työskentelyvalo. Asentaja näkee kaappiin akryyli-ikkunan lävitse ja käsittelee puhdistettavaa kappaletta pitkien kumi-hanskojen avulla ritilän päällä. Kaapin ovesa on tiivisteet, joten kaapissa oleva ilma ja pölyhiukkaset ovat täysin eristyksissä asentajan hengitysilmastasta.

Kaapin pohjaan kytketään Kärcher NT 35/1 Tact Te -teollisuusimuri. Imurissa on ns. Slave-toiminto, eli imuri käynnistyy kun kaapin työskentelyvalo kytketään päälle. Imurin tuottama alipaine on 25,4 kPa ja ilman läpivirtaus on 74 l/s. Imuri toimii verkkovirralla [7].

Kaapin huolto on tehty mahdollisimman helpoksi:

- vaihdettava pulteilla kiinnitettävä akryyli-ikkuna
- ilman työkaluja vaihdettava tuloilman suodatin
- letkukiinnikkeillä kiinnitetyt työskentelyhanskat
- ilman työkaluja vaihdettava työskentelyvalo
- imurissa ilman työkaluja vaihdettava suodatin
- imurissa ilman työkaluja tyhjennettävä pölypussi.

6.3 Kaapin valmistus

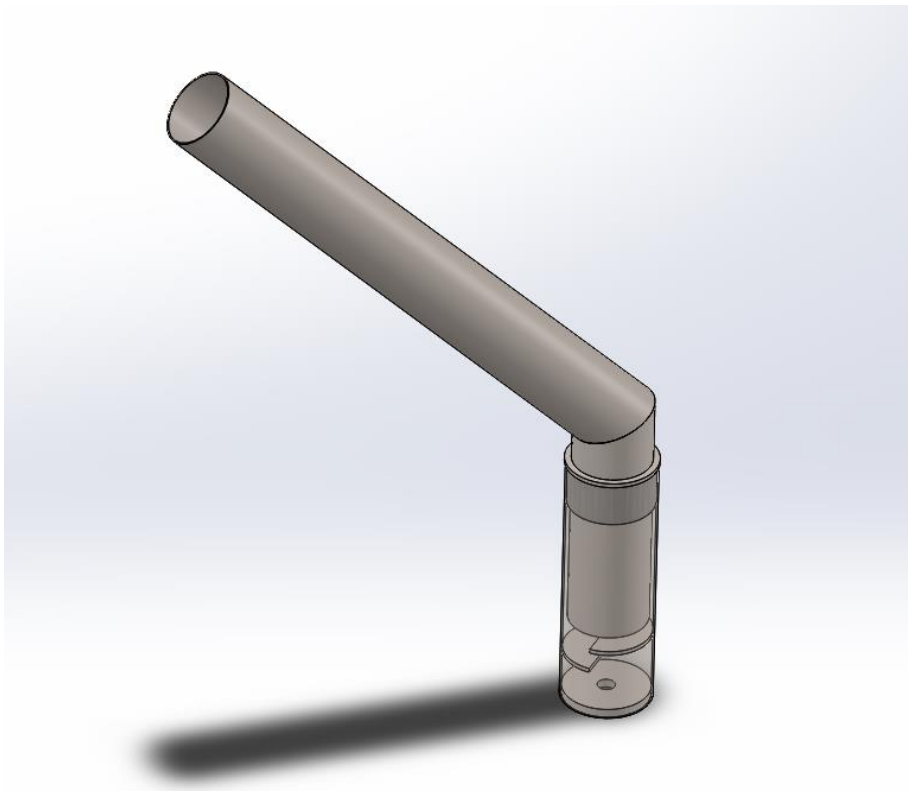
Kaapin valmistajalle annettiin valtuudet päättää kaapin materiaalit, hitsien a-mitat, oven saranat, oven lukituskahvan malli ja työskentelyritilän malli. Työkuviin lisättiin esimerkit mahdollisista saranoista ja lukituskahvasta. Kaapin kokoonpanokuva on liitteenä 3.

7 Työpisteiden viemärointi

Viemäroinnin vaatimuksena oli seinälle asennettava putki, johon painevesi suihkuteaan painepesurien pistooleista. Putken tulee myös kääntyä asennuspisteen molemmille puolille. Putkeen suihkutettaessa painev veden virtausnopeus pienenee ja putkesta virtaa lattiakaivoon vain vettä. Viemärointi putken käytettävät materiaalit piti valita Kärcherin yhteistyökumppanin tavaraluettelosta.

7.1 Viemärointi putken suunnittelu

Suunnittelu toteutettiin Solidworks 3D-mallinnusohjelmistolla. Suunnittelun eri vaiheissa ideoita esiteltiin huoltopäällikkö Jari Puhakalle, jolloin lopputulos alkoi hahmottua. Viemärointisysteemissä otettiin huomioon myös kuumavesipesureiden höyryn lauhdutus. Viemärointi putkien materiaalien toimittajaksi valittiin Kärcherin yhteistyökumppani. Putken materiaali on ruostumaton teräs (kuva 11).



Kuva 11. Viemärointi putken 3D-malli.

7.1.1 Pistoolin kiinnitys putkeen

Pistoolin kiinnitys viemäröntiputkeen suoritetaan putkea varten tehdyllä testipistoolilla (kuva 12). Testipistooli kiinnitetään viemäröntiputkeen 3” kynsiliittimellä.



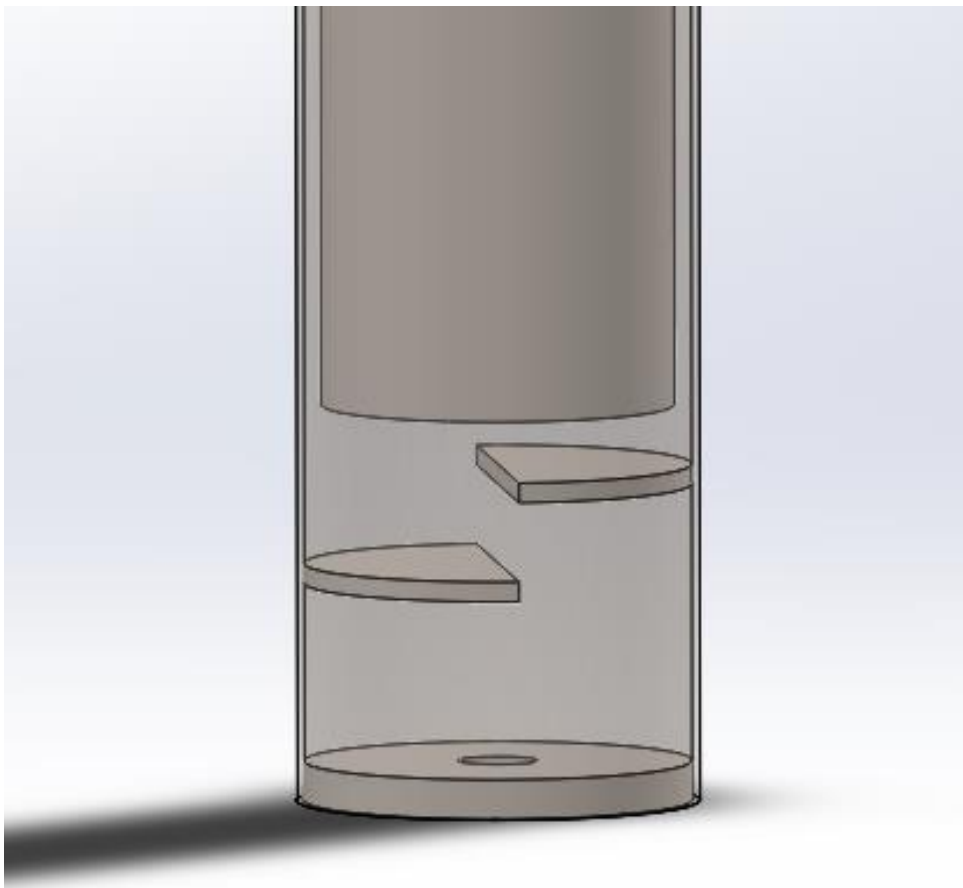
Kuva 12. Testipistooli.

Testipistooliin voidaan vaihtaa eri suuttimia testattavasta pesurista riippuen. Testipistooli tiivistää systeemin ja poistaa pistoolin rekyylin.

Toisinaan pesureita testataan myös asiakkaan omalla pistoolilla. Eri pesureiden pistoolit ovat muodoltaan ja kooltaan erilaisia. Asiakkaan pistoolia käytettäessä rekyyliä hallitaan putkeen asennetulla kiinnitysremmillä, jolla pistooli sidotaan paikalleen.

7.1.2 Vesisuihkun pysäytys

Jotta suurella nopeudella virtaava vesisuihku saadaan pysäytettyä ja vesi johdettua hallitusti viemäröntiputkesta viemäriin, putkeen asennetaan kaksi pysäytyslevyä (kuva 13).



Kuva 13. Vesisuihkun pysäytyslevyt.

Levyjen jälkeen vesi virtaa painovoiman vaikutuksesta letkua pitkin asennuspisteen alla sijaitsevaan viemäriin.

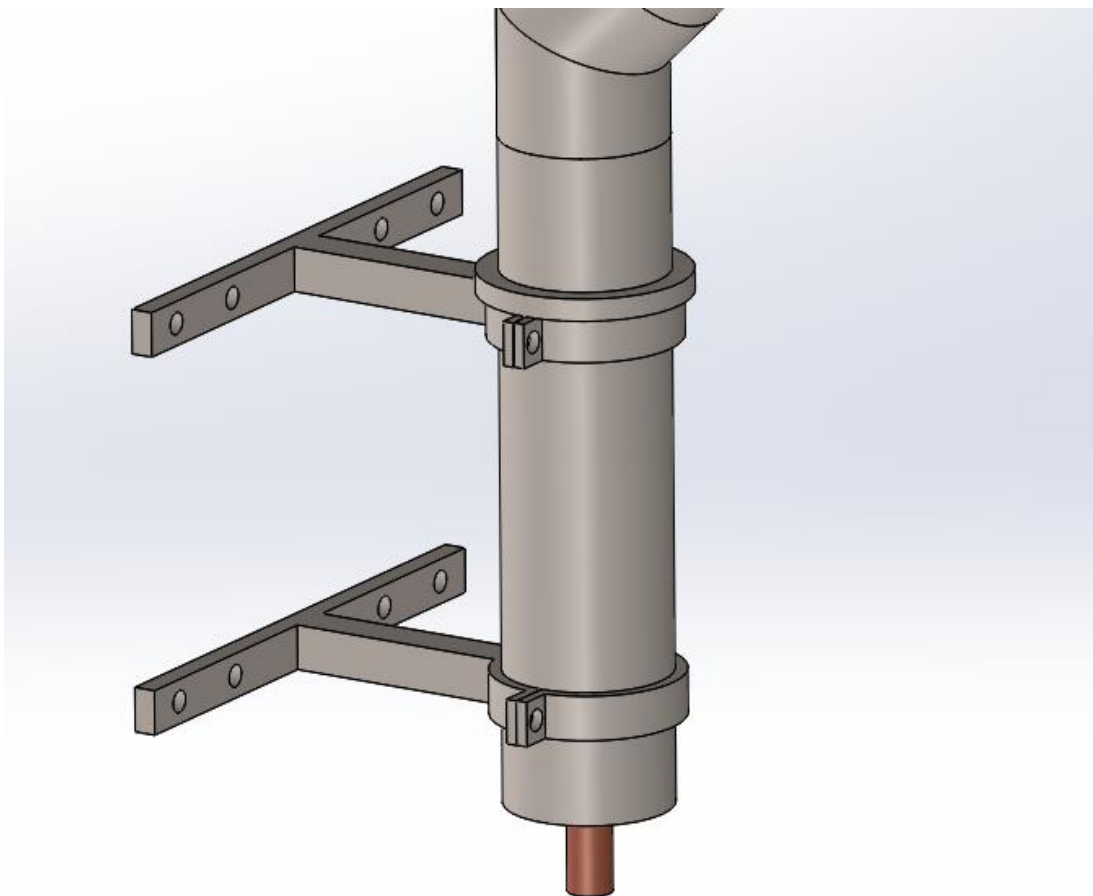
7.1.3 Viemäröintiputken käännettävyys

Asentaja työskentelee molemmilla puolilla huollettavaa konetta, joten viemäröintiputken tulee kääntyä helposti asentajan ulottuville. Kärcherille esiteltiin kolme eri vaihtoehtoa viemäriputken käännettävyyden mahdollistamiseksi.

Pyörivä letkuliitin

Ensimmäisessä vaihtoehdossa putki olisi ollut kiinteä ja se olisi kiinnitetty pyörimisen mahdollistavan telineen avulla seinään (kuva 14). Putken pohjaan olisi asennettu pyörivä letkuliitin, jotta viemäriin johtava letku ei olisi kiertynyt rikki. Vaihtoehto olisi ollut

helppo tehdä ja systeemiin olisi tarvinnut vain yhtä putkea, mutta ongelmaksi muodostui pyörivien liittimien korkea hinta.



Kuva 14. Kiinteä putki pyörivällä letkuliittimellä.

Kaksi sisäkkäin sijoitettavaa putkea

Toisessa vaihtoehdossa alempi putki olisi ollut kiinteästi asennettuna seinään ja sen pohjassa olisi ollut kiinteä letkukara. Ylempi putki olisi asennettu alemman putken sisään. Ylemmän putken ulkohalkaisija olisi ollut 76,1 mm ja alemman putken sisähalkaisija olisi ollut 76,9 mm.

Liitos olisi ollut muuten hyvä, mutta tällaisten mittojen saavuttamiseksi putkien seinämäpaksuudet olisivat olleet 3 mm ja 5 mm. Suuret seinämäpaksuudet nostavat putkien metrihintoja huomattavasti.

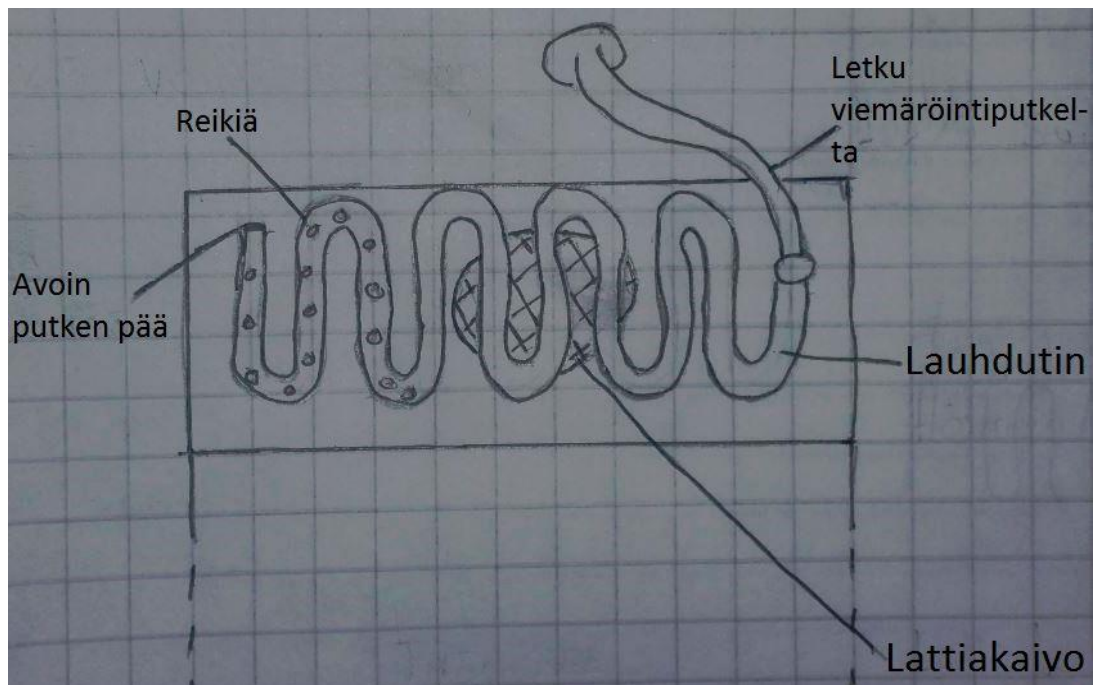
Silikonitiivisteellä hoidettava kääntyvyys

Kolmannessa vaihtoehdossa, johon lopulta päädyttiin, on käytetty myös sisäkkäin sijoitettavia putkia, mutta putkien kokoero on suurempi. Putkien väliin sijoitetaan kaksi oikean kokoista silikonitiivistettä, jotka tiivistävät systeemin ja sallivat putken kääntymisen hallitun jähmeästi. Alemman putken pohjassa on kiinteä letkukara.

Alemman putken ulkohalkaisija on 101,6 mm ja seinämäpaksuus 2 mm. Ylemmän putken ulkohalkaisija on 88,9 mm ja seinämäpaksuus 1,6 mm. Pienet seinämäpaksuudet leikkaavat materiaalikuluja huomattavasti.

7.1.4 Höyryn lauhdutus

Höyry lauhdutetaan vedeksi työpisteen alle sijoitetulla lauhduttimella. Se on taivuteltu kupariputki, joka siirtää höyryn lämpöenergiaa ympäröivään ilmaan. Lauhdutusta voidaan tarvittaessa huomattavasti tehostaa lauhduttimen päälle juoksutettavalla viileällä vedellä. Lauhduttimen avoimeen päähän voidaan porata lisäreikiä veden purkautumisnopeuden hillitsemiseksi (kuva 15).



Kuva 15. Lauhduttimen havainnekuva.

7.2 Viemärointiputkien valmistus

Yläputki taivutetaan putkentaivuttimella 135° kulmaan. Kynsiliitin kiinnitetään hitsattavan kierrenipan avulla putkeen. Kierrenippa tarvitaan, koska yläputken ohuen seinämäpaksuuden vuoksi putkeen ei voida tehdä kierrettä koneistamalla. Yläputkeen hitsataan pysäytysrengas, joka estää putkea liikkumasta liian syvälle alaputkeen.

Alaputkeen hitsataan vesisuihkun pysäytyslevyt ja pohjalevy. Pohjalevyyn tehdään reikä ja reikään kierre. Kierteeseen ruuvataan letkukara. Systemi kiinnitetään seinään kiinni putkikiinnikkeillä.

Viemärointiputket valmistetaan Kärcherin yhteistyökumppanilla. Viemärointiputken koonpanokuva on liitteenä 4.

8 Jätenesteet

Jätenesteiden poistamiseen huollettavista tuotteista käytetään Kärcheriltä valmiiksi löytyviä käytöstä poistettuja jäteneimureita (kuva 16).

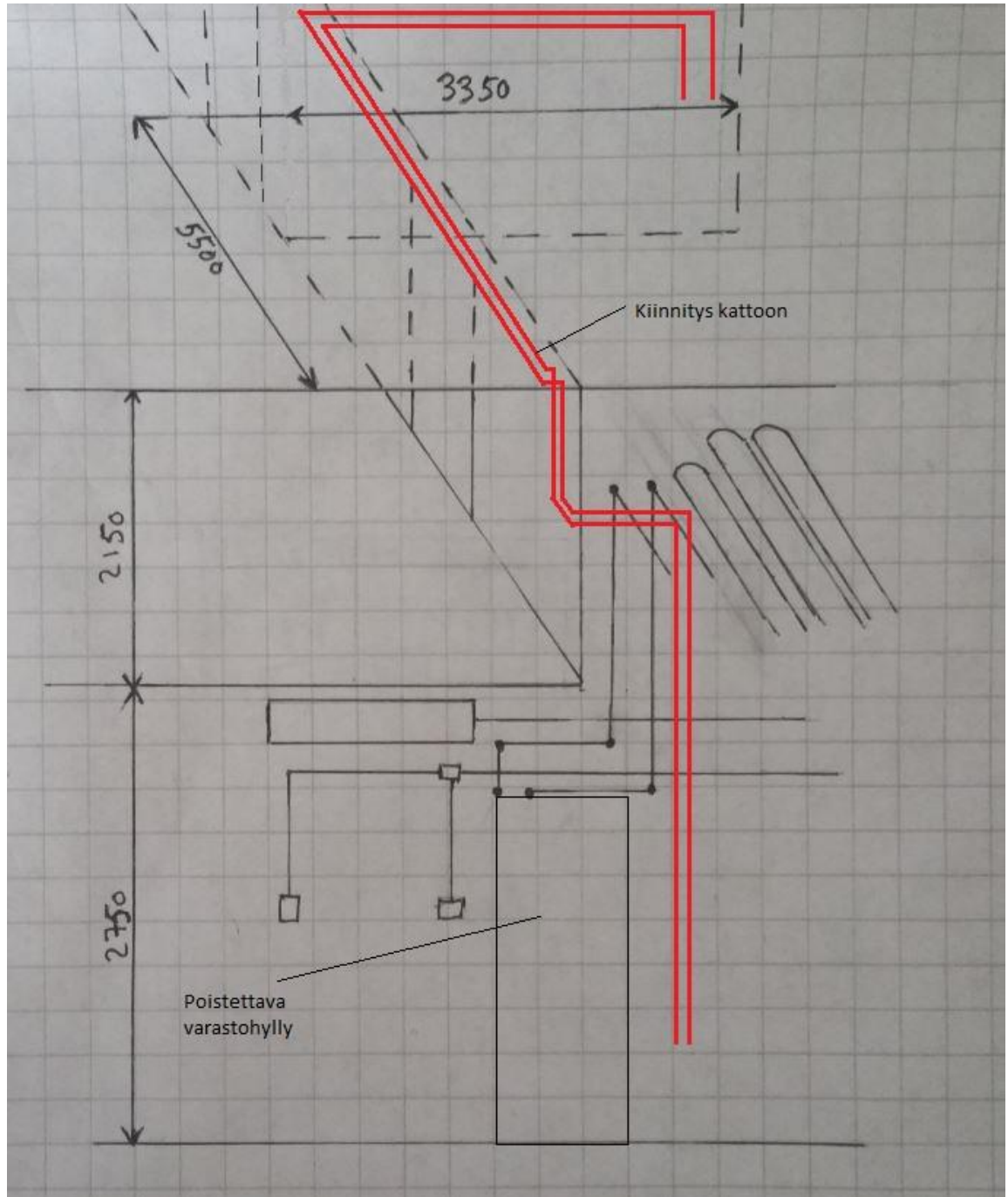


Kuva 16. Meganex MEG 35004-poistoyksikkö.

Poistoyksiköt toimivat paineilmalla, niissä on 80 l:n säiliö ja erikokoisia imuputkia. Poistoyksiköt saadaan tyhjennettyä paineilmalla.

8.1 Nesteiden siirto

Jätenesteet siirretään huoltotilasta jätenestesäiliöihin putkia pitkin (kuvat 17 ja 18).



Kuva 17. Putkistosuunnittelu.



Kuva 18. Putkilinjojen havainnekuva.

Putkien läheisyyteen tuodaan paineilmalähde, josta saadaan tarvittava poistopaine jätenestemureille. Jätenesteputkiin asennetaan eri liittimet, jotta jätenesteet eivät voi mennä vahingossakaan sekaisin. Putkiin asennetaan tippalukot, jotta putkiin jäävä neste ei valu huoltotilan lattialle. Putkien materiaaliksi valittiin ruostumaton teräs.

8.2 Painehäviöt

Nesteiden siirtoihin putkistoissa liittyy aina painehäviöitä. Jäteneisteistä tiedetään seuraavat asiat:

- lämpötila 22 °C
- poistopaineet 1 bar
- korkeuserot 4,85 m
- putkien pituudet 14 m
- 90° kulmien määrä 7 kpl
- putkien sisähalkaisijat 13 mm
- jäteöljyn tiheys $\rho = 900 \frac{kg}{m^3}$
- jäteglykolin tiheys $\rho = 1050 \frac{kg}{m^3}$

Tiedetyillä arvoilla voidaan laskea korkeuserosta johtuvat painehäviöt kaavalla 2.

$$\Delta p = \rho g h \quad (2)$$

$$\rho = \text{tiheys} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$h = \text{korkeusero (m)}$$

$$\text{Jäteöljyn korkeuserosta johtuva painehäviö} \quad \Delta p = 900 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 4,85 m = 42820,65 Pa \approx 0,43 bar$$

$$\text{Jäteglykolin korkeuserosta johtuva painehäviö} \quad \Delta p = 1050 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 4,85 m = 49957,425 Pa \approx 0,50 bar$$

Putkistojen aiheuttamia painehäviöitä ei voida laskea, koska jätenesteistä ei tiedetä seuraavia asioita:

- virtausnopeus
- viskositeetti
- virtauksen luonne

8.3 Putkien ja paineilmapisteen asennus

Putket ja paineilmapisteen asentavat Kärcherin omat asentajat.

9 Pesutila

Pesutilan alkuideana oli pesukaappi/-allas tai pesunurkkaus, jossa suoritetaan likaisten lämmityskierukoiden pesut (kuva 19).



Kuva 19. Pesty lämmityskierukka.

9.1 Pesukaappien ja -altaiden saatavuus

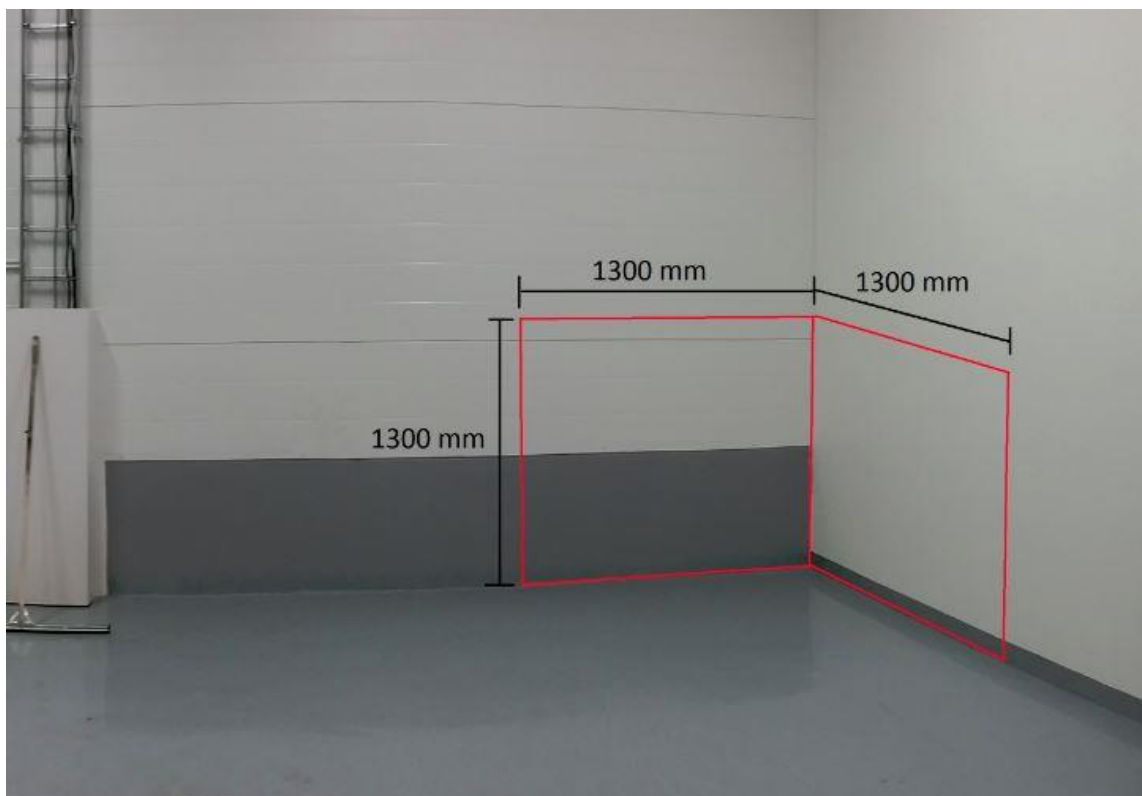
Tarpeeksi suuria pesualtaita ei ole saatavilla järkevään hintaan. Pesualtaan teettäminen itse on kallista.

9.2 Pesunurkkaus

Kustannussyistä päädyttiin pesunurkkaukseen, jossa yksi nurkka pesuhuoneesta on päällystetty ruostumattomasta teräksestä valmistetuista pelloista. Pelloista on helppoa puhdistaa pesuissa roiskuneet nokiroiskeet ja pesuhuone pysyy siistinä.

9.3 Pesunurkkauksen suunnittelu

Pesunurkkaukseen sijoitettavien peltien mitat ovat 1300 x 1300 (l x k) mm (kuva 20).



Kuva 20. Pesunurkkauksen pellit.

Pellit kiinnitetään seiniin ruuveilla.

10 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli kehittää Kärcher Oy:n Nurmijärven toimipisteen huoltotilojen toimivuutta ja työturvallisuutta. Työ rajattiin sisältämään layout-muutoksen huoltotiloihin, huoltotilojen pölynpoiston suunnittelun, työpisteiden viemäroinnin suunnittelun, jätenesteiden käsittelyn ja pesunurkkauksen kehittämisen.

Työn alussa kartoitettiin kehityskohteiden ongelmat ja puutteet. Jokaista kohdetta tarkasteltiin useasta eri näkökulmasta ja suunnitelmissa otettiin huomioon eriävät mielipiteet.

Layout-muutoksessa pyrittiin saamaan työtilat mahdollisimman tehokkaiksi ja turvallisiksi. Layout-muutoksessa noudatettiin Lean-ajattelumallia ja kaikki tilattavat tuotteet kilpailutettiin parhaan lopputuloksen varmistamiseksi.

Pölynpoiston suunnittelussa päätekijänä oli työturvallisuuden lisääminen. Suunniteltu pölynpoistokaappi poistaa kaikki irtopölystä johtuvat vaaratekijät. Pölynpoistokaappi lisää myös työskentelymukavuutta ja työtilat pysyvät helpommin siisteinä.

Työpisteiden viemäroinnin suunnittelussa minimoitiin materiaali- ja valmistuskustannukset. Suunnitelluilla viemärointiputkilla lisätään huomattavasti työskentelymukavuutta ja työturvallisuutta.

Jätenesteimurien käyttöönotolla poistetaan hankalat öljynpoistosta johtuvat työvaiheet. Jätenesteiden siirtäminen jätenestesäiliöön putkien kautta itse tehtyjen keräysastioiden sijasta lisää työturvallisuutta sekä työskentelymukavuutta.

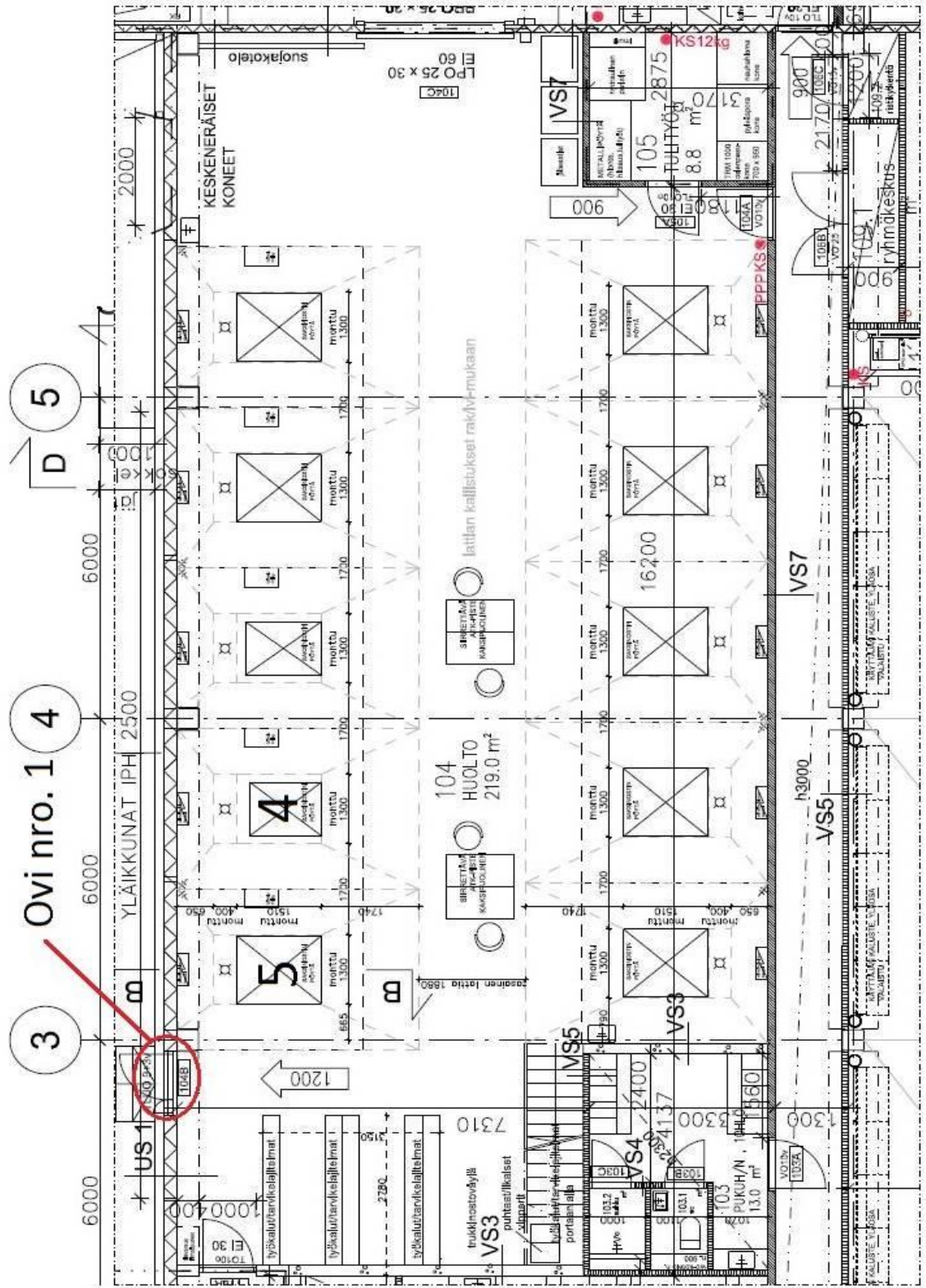
Pesutilan kehittäminen parantaa työtilojen yleistä siisteyttä ja helpottaa likaisten pesujen jälkisiivousta.

Ottamalla käyttöön tämän insinööriyön kehitysehdotukset Kärcher voi parantaa työturvallisuutta ja työskentelymukavuutta sekä nopeuttaa huoltojen läpimenoaikoja.

Lähteet

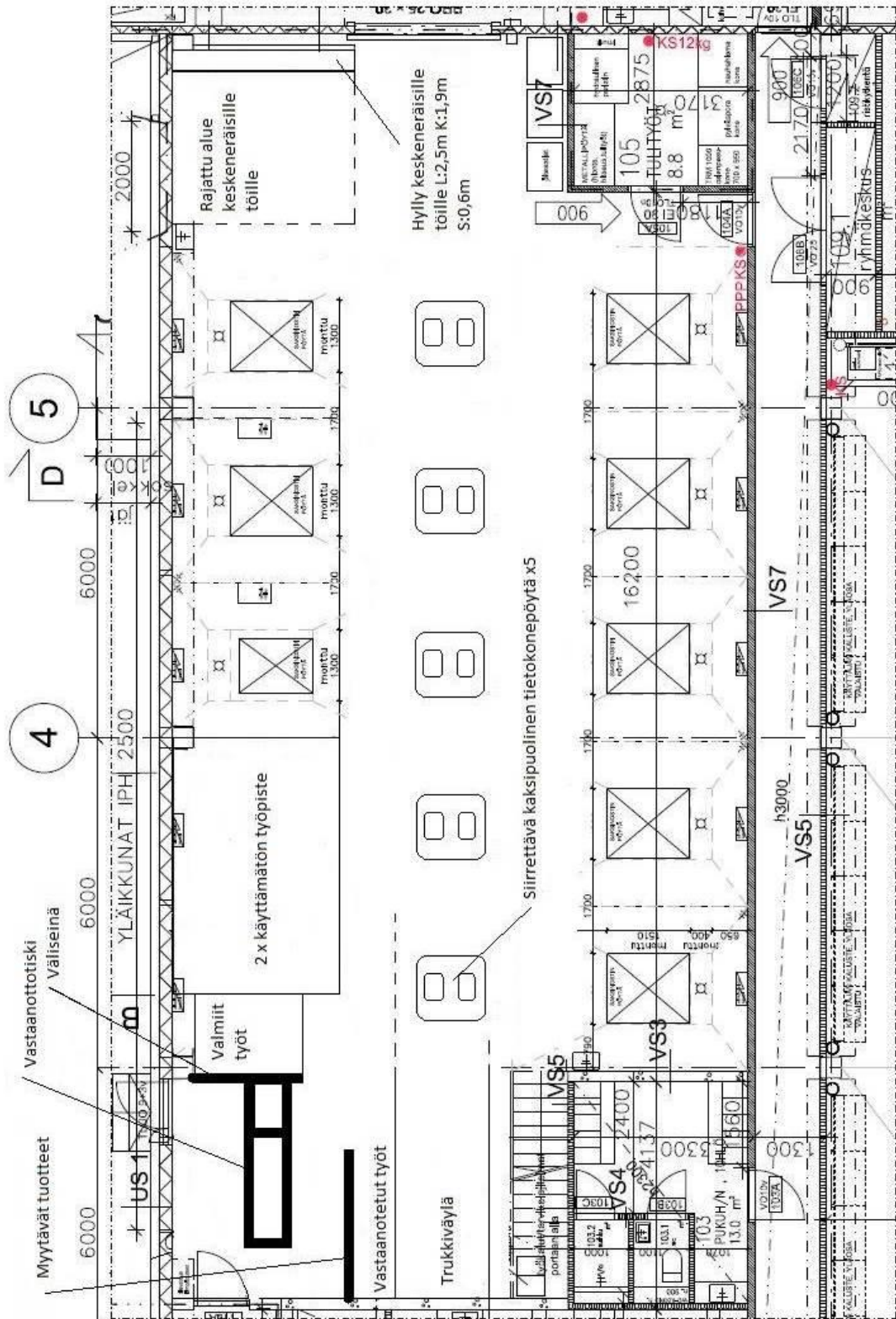
1. Kärcher Ltd. Verkkosivu.
http://www.karcher.com/int/About_Kaercher/history.htm [Viittauspäivä 24.3.2015.]
2. Fluid Finland 2003/3 no. 5.
3. Liquid-dynamics. Verkkosivu. <http://www.liquid-dynamics.com/>. [Viittauspäivä 24.3.2015.]
4. DawsonDownieLamont. Verkkosivu. http://www.ddl-ltd.com/triplex_power_pumps.php. [Viittauspäivä 24.3.2015.]
5. SFS-6002. Standardi. 2005. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
6. Asbesti rakennustyössä. Työterveyslaitos. Verkkodokumentti. Oksa Panu, Korhonen Kari & Koistinen Pekka.
http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineeet/eristeaineet/asbestituotteet/Documents/asbesti_rakennustyossa.pdf [Viittauspäivä 24.3.2015.]
7. Kärcher Programme. 2015. Tuoteluettelo.

Huoltotilan pohjapiirustus



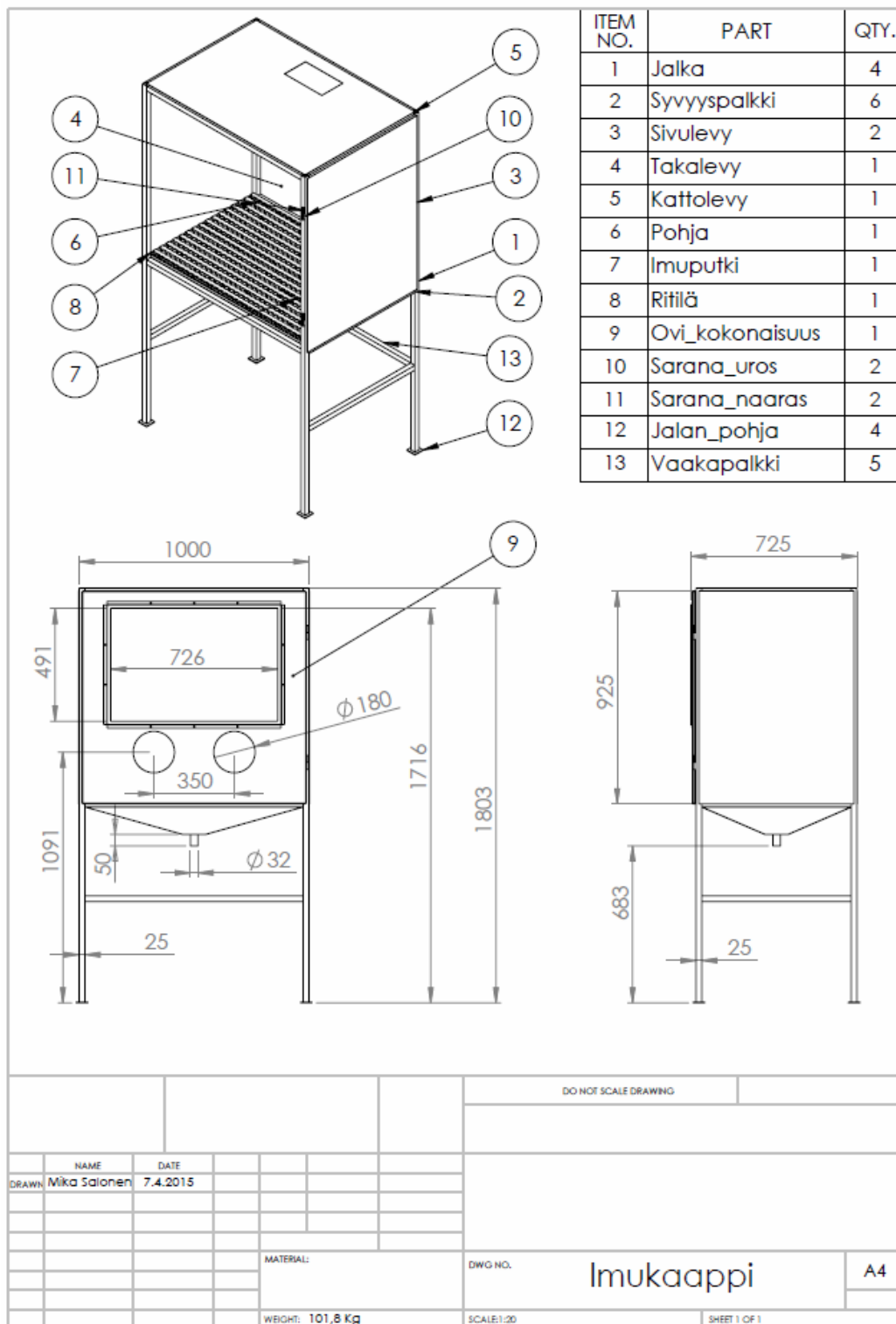
POHJAPIIRROS HUOLTO 1:50

Huoltotilan uusittu layout



POHJAPIIRROS HUOLTO 1:50

Imukaapin kokoonpanokuva



DO NOT SCALE DRAWING

NAME	DATE
Mika Salonen	7.4.2015

MATERIAL:

DWG NO.

Imukaappi

A4

WEIGHT: 101,8 Kg

SCALE:1:20

SHEET 1 OF 1

Viemäröintiputken kokoonpanokuva

