

Eemeli Haapanen

Kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Auto- ja työkonetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Tutkinto-ohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Eemeli Haapanen

Työn nimi: Kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelu

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 4

Työssä suunnitellaan kohdeilmastointijärjestelmä Framin kampusalueelle tuleviin uusiin autolaboratoriotiloihin. Kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelutyön alkupuoliskolla tutustutaan ilmastointiin ja ilmanvaihtoon liittyvään teoriaan sekä kohdeilmastoinnin teoriaan. Teoriaosuudessa pyritään kertomaan mahdollisimman kattavasti ilmastointijärjestelmistä, ilmanvaihdosta ja ilmastointijärjestelmän alakategoriasta, kohdeilmastointijärjestelmästä. Teoriaosassa kerrotaan, mitä tarkoitetaan ilmastoinnilla ja ilmanvaihdolla, miksi ja missä ilmastointijärjestelmiä käytetään sekä mitä hyötyjä niillä saavutetaan. Lisäksi teoriaosuus sisältää yksinkertaisia laskentamalleja, jotka auttavat järjestelmän mitoituksessa.

Empiirisessä osuudessa laaditaan suunnitelma autolaboratorion tiloihin ja suoritetaan yksinkertainen laskenta, jolla saadaan määriteltyä tarvittavat kohdeilmastointijärjestelmän komponentit järjestelmän rakentamiseksi. Varsinaisen pääsuunnitelman lisäksi esitetään vielä toinen ehdotus toteutustavasta, mikäli alkuperäistä suunnitelmaa ei laboratoriotiloihin pystytä toteuttamaan.

Avainsanat: ilmastointijärjestelmät, ilmastointi, suunnittelu, ilmanvaihto, ilmanvaihtojärjestelmät

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Seinäjoki University of Applied Sciences

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Eemeli Haapanen

Title of thesis: Design of the focused air ventilation system

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2015

Number of pages: 57

Number of appendices: 4

In this thesis the main objective is to design a focused air ventilation system layout for an upcoming new car laboratory located in the Frami campus area. In the beginning we shall explore the theory of the air conditioning and ventilation and also the theory of the focused air ventilation systems. In the theory part the purpose is to tell extensively about the air conditioning systems, air ventilation and the particular sub-category of the ventilation systems, focused air ventilation system. In that part it will also be discussed what the air conditioning and air ventilation mean, where or why it is used and also what benefits are achieved. The theory part also includes the simple calculating models which help the system dimensioning.

In the empirical part, the objective is to draw a layout of the car laboratory and make a simple calculation, which defines the main components of the focused air condition system that are needed to build the system. In addition to the main design, an alternative proposal is presented as a backup if the main plan cannot be carried out in the car laboratory space.

Keywords: ventilation systems, air conditioning, design, ventilation, air conditioning systems

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Tavoite.....	6
1.2 Käytetyt menetelmät.....	7
2 ILMANVAIHTO JA ILMASTOINTI.....	8
2.1 Ilman epäpuhtaudet.....	8
2.2 Terveyshaitat yleisimmin korjaamalla esiintyvistä päästöistä.....	9
2.3 Päästöjen aiheuttajat.....	10
2.4 Pölyräjähdys.....	12
3 SUOJAUTUMINEN HAITALLISILTA PÄÄSTÖILTÄ KORJAAMO- OLOSUHTEISSA.....	14
3.1 Henkilökohtainen suojarustus.....	14
3.2 Muut keinot.....	15
4 KOHDEILMASTOINTI.....	16
4.1 Kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelun teoriaa.....	17
4.2 Käytännössä tapahtuva ammattimainen suunnittelu.....	18
4.2.1 Matalapainejärjestelmät.....	18
4.2.2 Korkeapainejärjestelmä.....	27
4.3 Pakokaasunpoistojärjestelmät.....	33
5 KOHDEILMASTOINNIN SUUNNITTELU TYÖTILOIHIN.....	34
5.1 Työtilojen kartoitus.....	35
5.2 Järjestelmän koon määrittäminen.....	36
5.3 Järjestelmän mitoitus.....	40
6 YHTEENVETO.....	55
LÄHTEET.....	56
LIITTEET.....	57

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuvio 1. Esimerkki autokorjaamon kohdeilmastointijärjestelmästä (Tecalemit). 18

Kuvio 2. Tyypillinen matalapainesovellus metalliteollisuudessa (Tecalemit). 19

Kuvio 3. Esimerkkilaskenta 1 (Tecalemit). 23

Kuvio 4. Esimerkkilaskenta 2 (Tecalemit). 23

Kuvio 5. Puhaltimen ominaiskäyrästä (Tecalemit). 24

Kuvio 6. Esimerkki korkeapainesovelluksesta (Tecalemit). 28

Kuvio 7. Framin pohjakuva autolaboratorion tiloista. 35

Kuvio 8. Merkityt alueet kohdeilmastoinnille. 37

Kuvio 9. Laitesijoittelu pohjakuvaan. 39

Kuvio 10. Putkitus. 41

Kuvio 11. Komponenttien sijoittelu ja poistoilman kanavisto. 44

Kuvio 12. Vaihtoehtoinen toteutustapa. 49

Kuvio 13. Nederman MFS Moduulisuodattimen ominaiskäyrästä (Tecalemit). 51

Kuvio 14. Nederman puhaltimien ominaiskäyrästä (Tecalemit). 52

Taulukko 1 Matala- ja korkeapainejärjestelmän tekniset arvot (Tecalemit) 17

Taulukko 2. Putkien halkaisijavaatimus ilmamäärän mukaan (Tecalemit). 22

Taulukko 3. Laskentataulukko (Tecalemit). 31

Taulukko 4. Ilmamäärävaatimus ajoneuvokohdittain (Tecalemit). 33

Taulukko 5. Komponenttien ilmamääräntarpeet ja painehäviöt. 52

1 JOHDANTO

Seinäjoen Framin alueelle rakennetaan lisää opiskelutiloja erityisesti auto- ja työkonetekniikan opiskelijoille sekä rakennus tekniikan opiskelijoille. Rakennustyöt ovat alkaneet syksyllä 2014. Tällä hetkellä auto- ja työkonetekniikan laboratoriotilat sijaitsevat Törnävällä vanhoissa Seinäjoen teknillisen oppilaitoksen tiloissa. Nykyiset tilat ovat ahtaat ja soveltuvat lähinnä henkilöautojen huolto- ja korjaustehtäviin. Näin ollen ne eivät täytä nykypäivän koulutusohjelman työtilakriteerejä, jossa pitäisi pystyä suorittamaan myös raskaan kaluston huolto- ja korjaustoimenpiteitä. Uusien tilojen on tarkoitus korvata nykyiset työskentely- ja laboratoriotilat.

Teoriaosuudessa perehdytään hengitysilman epäpuhtauksiin, jotka syntyvät korjaamo-olosuhteissa aiheuttaen akuutteja tai pitkällä aikavälillä syntyviä terveysriskejä. Työssä tutustutaan myös yleisimpiin haitallisiin päästöihin ja niiden terveysvaikutuksiin. Opinnäytetyössä esitellään lisäksi erilaisia menetelmiä haitallisilta päästöiltä suojautumiseen.

1.1 Tavoite

Ennen rakentamisen aloitusta opiskelutila tulee suunnitella huolella, jotta säästyttäisiin vääränlaisilta rakenneratkaisuilta ja turhilta muutostöiltä jälkeenpäin. Projektialueeseen kuuluu monia eri suunnittelutöitä, joista yksi on suunnitteilla olevan uuden autolaboratorion kohdeilmastointijärjestelmän suunnitleminen. Opinnäytetyössä keskitytään ilmastonin teoriaan ja kohdeilmastointijärjestelmän suunnitteluun. Teorian tarkoituksena on perehdyttää lukija ilmanvaihdon ja ilmastonin tärkeimpiin seikkoihin, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Suunnitelman laatimisella pyritään ehkäisemään virheellisiä ja huonoja rakenneratkaisuja. Tarkoituksena on kehittää rakenne, johon jälkeen päin tehtäviä muutostöitä on mahdollisimman vähän sekä laatia järjestelmästä turvallinen ja ergonominen.

1.2 Käytetyt menetelmät

Projektityössä käytetään pääsääntöisesti hyväksi ilmaston teorian liittyvää kirjallisuutta sekä alaan liittyviä suunnitteluoppaita. Empiirinen osuus koostuu autolaboratorion kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelusta.

2 ILMANVAIHTO JA ILMASTOINTI

Ilmastoinnilla tarkoitetaan yleisesti huoneilman hallintaa tulo- ja kierrätysilmaa käsittelemällä. Hallintakriteereihin voidaan luokitella mm. ilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen säätöminen. Ilmanvaihdolla tarkoitetaan huoneilman ylläpitämistä ja parantamista ilmaa vaihtamalla. Ilmaa pystytään vaihtamaan joko puhaltimen avulla tai painovoimaisesti. (Korkala & Laksola 2012, 55.)

Teollisuudessa epäpuhtauksia poistetaan ilmasta siellä, missä ne muodostuvat. Kohdeilmastointi on ilmastointijärjestelmä, jossa ilmanvaihto tapahtuu epäpuhtauksia muodostavan kohteen läheisyydessä. Kohdeilmastointi on tarkoitettu haitallisten kaasujen, pölyjen ja höyryjen tehokkaaseen poistoon mahdollisimman vähäisen leviämisen kannalta. (Tecalemit 2008, 4.)

2.1 Ilman epäpuhtaudet

Uusia sisäilman epäpuhtauksia löydetään jatkuvasti lisää, sillä uudet rakennusmateriaalit tuottavat uudenlaisia päästöjä sisäilmaan. Merkittävimpiä ilman epäpuhtauksia ovat hiilidioksidi, leijuva pöly, tupakansavu, radon, bakteerit, itiöt, otsoni, typidioksidi, hiilimonoksidi, hiilivedyt, formaldehydi ja lyijy. Lisäksi voitaisiin mainita myös ammoniakki ja muut orgaaniset yhdisteet. (Korkala & Laksola 2012, 15.)

Autokorjaamoympäristössä epäpuhtauksiksi voidaan määritellä muun muassa kiinteät partikkelit, pöly, käry sekä metallin työstössä tai hionnassa tai kemikaalien käsittelyssä syntyvä sumu ja kaasu. (Tecalemit Työympäristö, 2008, 4.)

2.2 Terveyshaitat yleisimmin korjaamalla esiintyvistä päästöistä

Suurin osa korjaamalla esiintyvistä päästöistä syntyy ajoneuvoista. Päästöt syntyvät ajoneuvon moottorin käydessä. Ihmiskehon altistuessa pitkään ympäristön epäpuh-
tauksille, kehon normaali puolustusmekanismi alkaa ylireagoimaan. Pitkään kestä-
nyt altistus saattaa aiheuttaa esimerkiksi allergisia reaktioita tai astmaa.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty merkittävimmät autokorjaamossa esiintyvät ter-
veydelle haitalliset päästöt ja niiden haittavaikutukset.

Päästöt. Hiilidioksidia muodostuu täydellisessä palamisessa. Sitä muodostuu myös
ihmisen uloshengittäessä. Liiallinen hiilidioksidipitoisuus aiheuttaa väsymystä,
päänsärkyä, keskittymisongelmia ja rauhattomuutta. (Harju 2009, 30.)

Hiilimonoksidi on epätäydellisen palamisen tuotos. Se heikentää veren hapenotto-
kykyä ja aiheuttaa elimistön myrkyttymisen. 0,3 tilavuus % hiilimonoksidia hengitys-
ilmassa voi johtaa kuolemaan 30 minuutissa. (Bosch 2003, 602.)

Typen oksideja syntyy typen reagoissa hapen kanssa korkeissa lämpötiloissa.
Suuremmissa määrin altistuminen aiheuttaa limakalvoärsytystä. (Bosch 2003,
602–603.)

Ajoneuvojen polttoaineet koostuvat pääsääntöisesti hiilivedyistä. Hiilivetyjä kulkeu-
tuu pakokaasujen mukana ilmakehään. Määrät riippuvat palamisen täydellisyy-
destä. Hiilivedyt saattavat lisätä syöpäriskiä. Osittain hapettuneet hiilivedyt (esim.
aldehydit ja ketonit) lisäävät syöpäriskiä vaikuttaessaan pitkään. (Bosch 2003, 602.)

Typen oksidien ja hiilivetyjen altistuessa auringon valolle syntyy oksidantteja. Näihin
luokituvat muun muassa orgaaniset peroksidit, otsoni ja peroksiasyylintraattit. Suu-
rissa määrin oksidantit aiheuttavat kurkun ja nielun ärsytystä sekä silmien kirvelyä.
(Bosch 2003, 603.)

Rikkioksidit ovat enimmäkseen peräisin energiantuotannosta. Ne ärsyttävät suurina
pitoisuuksina ylähengitysteitä ja keuhkoputkia sekä lisäävät hengitystieinfektioita.
(Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2008.)

Hiukkaspäästöt syntyvät dieselpolttoaineen palamisessa. Epätäydellinen palaminen muodostaa kiinteitä aineita. Näitä kutsutaan hiukkasiksi. Hiukkaset koostuvat yhteen liittyneistä pienistä hiilikappaleista. Kappaleiden pintaan kiinnittyy palamatomia ja osittain palaneita hiilivetyjä sekä pahanhajuisia aldehydejä. Näiden lisäksi pintaan kiinnittyy myös poltoneste- ja voiteluaineaerosoleja sekä sulfaatteja. Ottomoottoreissa hiukkasten määrä on erittäin pieni. Dieselmoottoreissa niitä esiintyy ottomoottoria enemmän. Hiukkasilla on todennäköisesti syöpää aiheuttava vaikutus. (Bosch 2003, 603.)

2.3 Päästöjen aiheuttajat

Seuraavassa kohdassa luetteloidaan ja kerrotaan, mitkä kohteet korjaamossa tuottavat päästöjä ja millaisia päästöjä ne tuottavat.

Autot. Nykypäivän ajoneuvoissa käytetään edelleen paljon polttomoottoreita voimanlähteinä. Polttomoottori on tehokas tapa liikuttaa ajoneuvoa, mutta haittapuolena ovat sen tuottamat haitalliset päästöt.

Ajoneuvon polttomoottorin toimintaperiaate perustuu ilman ja polttoaineen palamisreaktioon. Niin sanottu palotapahtuma syntyy moottorin sylintereissä. Sylintereissä olevat männät liikkuvat palotapahtuman synnyttämän paineen johdosta työntäen mäntiä alas sylinteriputkessa. Paineen synnyttämä voima välittyy männän kautta kiertokankeen ja kampiakseliin, josta se siirtyy voimansiirron kautta renkaille. Palamisreaktio muodostaa myös haitallisia päästöjä. Haitalliset päästöt vapautuvat ympäröivään ilmakehään männän työntäessä pakokaasut ulos sylintereistä pakotahdin aikana.

Autot tuottavat monenlaisia päästöjä, joista suurin osa on hiilidioksidipäästöjä. Täydellisen palamisen tuloksena palamistuotteena syntyisi pelkästään hiilidioksidia ja vettä. Yleensä tämä ei ole mahdollista ja palamistapahtumassa syntyy usein ei-toivottuja sivutuotteita, jotka muodostavat pakokaasut entistä haitallisemmiksi. Sivutuotteita ovat muun muassa hiilimonoksidi, typen oksidit, hiilivedyt sekä hiukkaset. (Bosch 2003, 602–603.)

Päästöjen vähentämiseksi autonvalmistajat kehittävät rakenneratkaisuja haitallisten päästöjen vähentämiseen.

Hitsaus- ja juotostekniikat. Metallisten rakenneosien tai osaryhmien liittämiseen käytetään usein materiaalin sulattavaa liitostekniikkaa. Nämä menetelmät kuumentavat materiaalin tai sitovan lisäaineen sulamislämpötilaan, jotka auttavat materiaalien kiinnittymistä toisiinsa. Metallin kuumetessa tarpeeksi se alkaa reagoimaan ympärillä olevan ilman kanssa. Tämän estämiseksi hitsauksessa ja juottamisessa käytetään suojakaasua tai juoksutetta. (Bosch 2003, 356–358.)

Hitsaus. Suojakaasun tarkoitus on estää hapen pääsemisen valokaareen ja sulaan metalliin. Suojakaasuina käytetään passiivisia inerttikaasuja tai aktiivisia kaasuja. Inerttikaasut ovat kaasuja, jotka eivät reagoi kuumen sulan metallin kanssa. Hitsauksessa käytettäviin inerttikaasuihin luokitellaan pääsääntöisesti helium, argon ja niiden seokset. Aktiivisia kaasuja ovat hiilidioksidi ja seoskaasut, jotka sisältävät hiilidioksidia, argonia ja happea. (Bosch 2003, 356–357.)

Juottaminen. Kuumajuottamisessa käytetään lämmittämiseen asetyleeni-happi- tai nestekaasukäyttöistä puhalluslamppua. Juottamisen yhteydessä käytetään useasti juoksutetta ja/tai suojakaasua. Juoksutteen tarkoitus on poistaa hapettumia liitospinnoilta sekä estää uusien hapettumien muodostumista kuumissa pinnoissa. (Bosch 2003, 357–358.)

Kemikaalit. Osa korjaamossa käytettävistä kemikaaleista on haitallisia ihmiselle akuutisti tai pitemmällä aikavälillä altistettuna. Kemikaalit voivat vaikuttaa kosketuskontaktista tai välittyä hengitysteitse ihmiskehoon. Hyvä suojaaminen ja tehokas ilmanvaihto tai muu hengityselinten suojaaminen kemikaaleja käsiteltäessä on tarpeellista vaarojen ja myöhempien terveysongelmien välttämiseksi. (Työturvallisuuskeskus.)

Polttoaineet. Yleisimmin autoissa käytetyt polttoaineet ovat bensiini ja diesel. Molemmat polttoaineet rakentuvat hiilivedyistä. Bensiini höyrystyy huoneenlämmössä ja sen käsittely vaatii tehokkaan ilmanvaihdon työskentelypisteessä. Diesel ei höyrysty huonelämpötilassa. (Bosch 2003, 274–280.)

Muut korjaamokemikaalit. Korjaamossa käytetään paljon erilaisia kemikaaleja autojen huollon ja korjauksen yhteydessä, joista osa on höyrystyviä. Höyrystyviä kemikaaleja käsiteltäessä on suositeltavaa käyttää henkilökohtaista hengityssuojainta tai mahdollisesti suorittaa työtoimenpide hyvin ilmastoidussa tilassa. Korjaamokemikaaleihin kuuluvat erilaiset puhdistusaineet, irroitusaineet, voiteluaineet, maalit, lakat, liuottimet ja liimat. (Työsuojeluhallinto, Vaaralliset aineet: Havaitse, arvioi ja suojaa.)

Akut. Nykypäivän autoissa käytetään edelleen pääsääntöisesti lyijyakkuja auton käynnistykseen ja sähköjärjestelmän ylläpitämiseen. Akku saattaa tyhjentyä esimerkiksi pitkän käyttämättömyyden jälkeen, jolloin se vaatii uudelleenlatauksen. Akut eivät ole täysin ilmatiiviä, johtuen akun sisäisistä paineiden vaihteluista ja kaasujen synnystä. Akkua ladatessa akun sisältämästä elektrolyytistä vapautuu happea ja vetyä. Vety reagoi räjähdysmäisesti hapen kanssa, jos seossuhde on oikea ja seos saa syttymiseen tarvittavan kipinän syystä tai toisesta. Seoksen syntymisen estämiseksi olisi suositeltavaa ladata akkuja hyvin ilmastoidussa ja ulkopuolisten tulenlähteiden eristämässä kaapissa. (Bosch 2003, 933–934.)

Pölyt. Suurin osa korjaamon pölyistä syntyy hionnasta. Hiontapölyjen määrä on suuri varsinkin, jos hiotaan erilaisia täyteaineita kuten pakkelia tai kittiä. Hiontaa suoritettaessa on käytettävä ehdottomasti hengityssuojaimia ja tehokasta kohdeilmastointia pölyjen poistoon. (Työsuojeluhallinto, Huolto ja korjaus.)

2.4 Pölyräjähdys

Pölyräjähdysten riski saattaa olla suuri erittäin pölyisissä olosuhteissa. Pölyn pitoisuuden ollessa riittävän korkea palavan materiaalin muodostama pöly syttyy kuten palava kaasu ja johtaa suljetussa tilassa räjähdykseen. Räjähdysten aiheuttamat paineaallot voivat pölläyttää pinnoille laskeutuneen pölyn ilmaan etenevän liekin edessä, jolloin räjähdys saattaa laajeta kauaksi alkuperäisestä syttymäpaikastaan. Pölyräjähdys edellyttää kuitenkin palavia materiaaleja, jotta syttyminen olisi mahdollista.

Tyypillisimpiä syttyviä pölyjä:

- luonnonaineet kuten puu, paperi, tärkkelys, hartsit, kumi, hiili, jauhot, sokeri
- synteettiset aineet kuten väriaineet, muovit, lähes kaikki orgaaniset yhdisteet
- epäorgaaniset hapettuvat aineet kuten alumiini, magnesium, rauta ja titaani.

Mineraalipölyt eivät ole syttyviä. Niitä on hiilikaivoksissa käytetty räjähdysvaaran pienentämiseen.

(Kulmala ym. 2004.)

3 SUOJAUTUMINEN HAITALLISILTA PÄÄSTÖILTÄ KORJAAMO- OLOSUHTEISSA

Nykypäivän autokorjaamossa päästöjä synnyttäviä lähteitä on monia. Aina ei pystytä ehkäisemään päästöjen syntymistä. Tästä syystä hyvä suojautuminen tulisi suorittaa mahdollisten terveysriskien välttämiseksi.

Korjaamossa päästöjä ja muita terveysriskeille altistavia kohteita ovat muun muassa ajoneuvot, kemikaalit, hitsauslaitteistot ja erilaiset pölyt, joita syntyy pienhiukkasia synnyttävistä työoperaatioista, esimerkiksi hionnasta tai metallintyöstöstä.

Suojautumiskeinoja on monenlaisia. Muutamia tärkeimmistä ovat henkilökohtainen suojaus, haitallisten päästöjen poistaminen ilmasta, altistusajan pudottaminen miniiniin ja altistuvan henkilömäärän rajoittaminen. (Työsuojeluhallinto, Vaaralliset aineet: Havaitse, arvioi ja suojaa.)

3.1 Henkilökohtainen suojarustus

Henkilökohtaisella suojarusteilla tarkoitetaan kaikkia työntekijän käyttämiä välineitä ja varusteita, jotka on suunniteltu suojaamaan työntekijää tapaturmalta tai sairastumiselta. Henkilösuojaimia ovat esimerkiksi hengityksen, kuulon, näön, pään ja raajojen suojaimet sekä erilaiset putoamissuojaimet. Suojavaatteitakin voidaan pitää henkilökohtaisina suojaimina, jos ne suojaavat mekaaniselta tai kemialliselta haittavaikutukselta, erilaisilta säteilyiltä, liialliselta kuumuudelta, kylmyydeltä tai kosteudelta.

Jos tapaturman tai sairastumisen vaaraa ei työpaikalla voida välttää tai riittävästi rajoittaa työhön tai työolosuhteisiin kohdistuvilla toimenpiteillä, työnantaja on velvoitettu hankkimaan työntekijälle vaatimusten mukaiset suojarusteet. (Työsuojeluhallinto 2010.)

3.2 Muut keinot

Muita tapoja suojautua haitallisilta päästöiltä ja kemikaaleilta on joko vähentää altistumisaikaa, rajoittaa altistuvan henkilöstön määrää tai välttää altistumista kokonaan tai vaihtaa esimerkiksi kemikaalit vähemmän haitallisiin jos mahdollista. Tehokkaasti suunniteltu työn organisointi ja ennaltaehkäisy vähentävät akuuttien ja pitkällä aikavälillä syntyvien terveysriskien syntymistä.

Korjaamokemikaaleja sisältävissä pakkauksissa kerrotaan usein yksityiskohtaisesti, mitä pakkaukset sisältävät ja kuinka haitallista kyseinen kemikaali on. Ennalta ehkäisemiseksi kannattaa tutustua pakkausetikettiin ja tutkia kemikaalin haitallisuus ja jos se on erittäin haitallista, tutkia, onko sille mahdollisia vaihtoehtoja. Haitallista kemikaalia sisältävien purkkien auki jättäminen työskentelytilassa saattaa vaikuttaa pitkällä aikavälillä tai pahimmassa tapauksessa akuutisti, jos kemikaali on haihtuvaa ja höyryt pääsevät leviämään ympäröivään ilmaan. Tästä syystä on huolehdittava, että pakkaukset suljetaan käytön jälkeen huolellisesti ja kuljetetaan niille tarkoitettuihin säilytystiloihin. (Työsujeluhallinto, Autokorjaamoesite.)

4 KOHDEILMASTOINTI

Kohdeilmastoinnilla tarkoitetaan ilmastointijärjestelmää, joka poistaa haitalliset päästöt työtilasta mahdollisimman läheltä päästöjä synnyttävää kohdetta. Kohdeilmastoinnin tarkoituksena on pitää poistettava ilmamäärä pienenä ja estää epäpuhtauksien leviäminen koko työtilaan.

Järjestelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Korkeapainejärjestelmissä, ilmavirtaus pysyy suurena, mutta imettävä ilmamäärä pienenä ja matalapainejärjestelmissä, ilmavirtaus on pieni, mutta imettävä ilmamäärä suuri. Pienempänä ryhmänä voidaan pitää keskipainejärjestelmiä, joiden poistotehoa säädetään energiankulutuksen ja melun pienentämiseksi. Taulukossa 1 esitetään teknisiä arvoja liittyen matala- ja korkeapainejärjestelmiin. (Tecalemit 2008, 4.)

Korkeapainejärjestelmiä käytetään kookkaampien ja/tai nopeammin liikkuvien partikkelien poistoon. Korkeapainejärjestelmiä voidaan käyttää muun muassa imureina hiomakoneissa, leikkureissa, hiekkapuhalluksessa, hitsauksessa ja erilaisissa työstökoneissa. (Tecalemit 2008, 4.)

Suurten ilmamäärien poistoon käytetään matalapainejärjestelmiä. Matalapainejärjestelmät on tarkoitettu lähinnä käryjen, pölyjen ja muiden leijuvien epäpuhtauksien poistoon. Poistossa käytetään letkuja, pakokaasusuulakkeita ja koneisiin liitettäviä huuveja. (Tecalemit 2008, 4.)

Taulukko 1 Matala- ja korkeapainejärjestelmän tekniset arvot (Tecalemit)

	Matalapaine	Korkeapaine
Epäpuhtaus	Leijuva	Kiinteä tai leijuva
Ilmamäärä/käyttökohde m ³ /h	jopa 3000	80 - 400
Alipaine kPa	1 - 3	15 - 50
Ilman nopeus m/s	0 - 25	20 – 90

4.1 Kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelun teoriaa

Tarkka suunnittelu on yksi tärkeimmistä kulmakivistä hyvälle ja toimivalle kohdeilmastointijärjestelmälle. Seuraavissa kohdissa perehdytään käytännön ja ammattimaisen suunnittelun periaatteisiin. Tässä työssä ei perehdytä syvemmin fysiikan osaan kaasujen virtauksen teoriasta.

Suunnittelun pohjana käytetään Tecalemit työympäristö: Kohdeilmastoinnin ja työympäristön suunnitteluopasta sekä Tekniikan kaavastoa ja Tekniikan taulukkokirjaa.

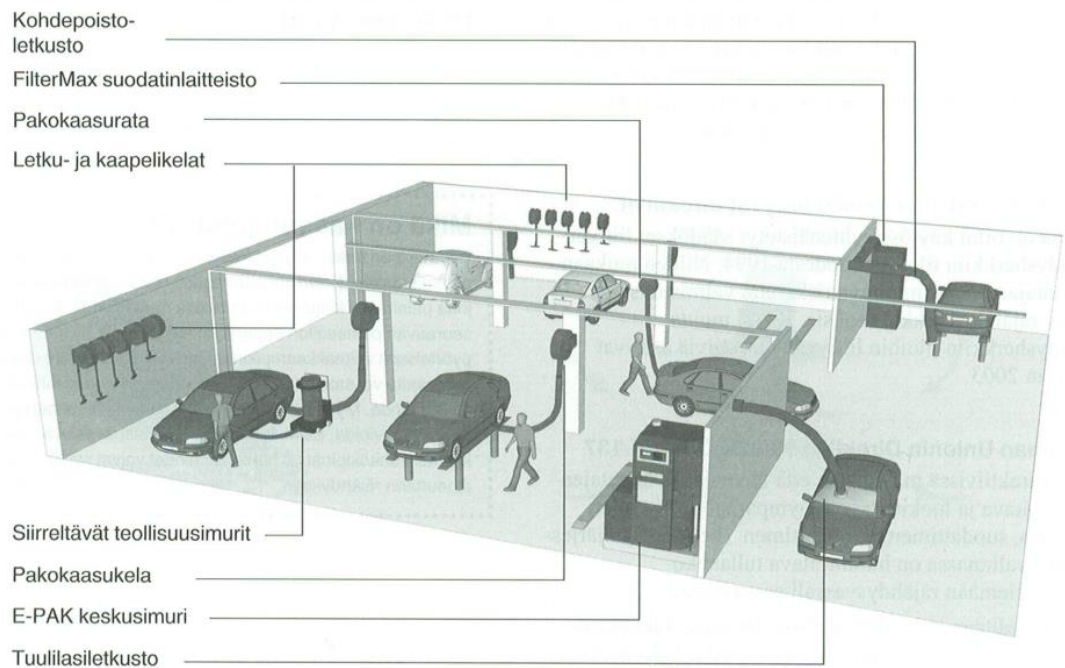
Eroavaisuudet puhtaaseen fysiikkaan perustuvaan teorian pohjalta olevan suunnittelun ja ammattimaisen ja käytännön kokemuksiin käytettävien menetelmien välillä ovat suuret. Vertaamalla Tecalemit työympäristö: Kohdeilmastoinnin ja työympäristön suunnitteluopasta Tekniikan kaavastoihin ja taulukkokirjoihin Tecalemitin suunnitteluoppaassa ei käytetä monimutkaisia kaavoja suunnittelun pohjana, vaan suunnittelussa käytetään teknisiä arvoja sisältäviä taulukkoja, yksinkertaista laskentaa sekä suurpiirteisiä arvoja ilmastonin mitoituksessa.

Työssä tarkastellaan lähinnä ammattimaiseen käyttöön tarkoitettuja materiaaleja, jotka yksinkertaistavat suunnittelutyötä ja helpottavat laskentaa. Mikäli halutaan tutustua kaasun virtaukseen fysiikan näkökulmasta, kannattaa perehtyä tarkemmin materiaaleihin, jotka sisältävät virtauksen teoriasta yksityiskohtaisempaa selvitystä ja malleja kaavojen soveltamisesta.

4.2 Käytännössä tapahtuva ammattimainen suunnittelu

Käytäntöpohjaisessa suunnittelussa pyritään käyttämään mahdollisimman yksinkertaisia laskutapoja suunnitelman laatimisessa. Yksinkertaisilla menetelmillä pystytään mitoittamaan lähes mikä tahansa kohdepoistojärjestelmä.

Autokorjaamot



Kuvio 1. Esimerkki autokorjaamon kohdeilmastointijärjestelmästä (Tecalemit).

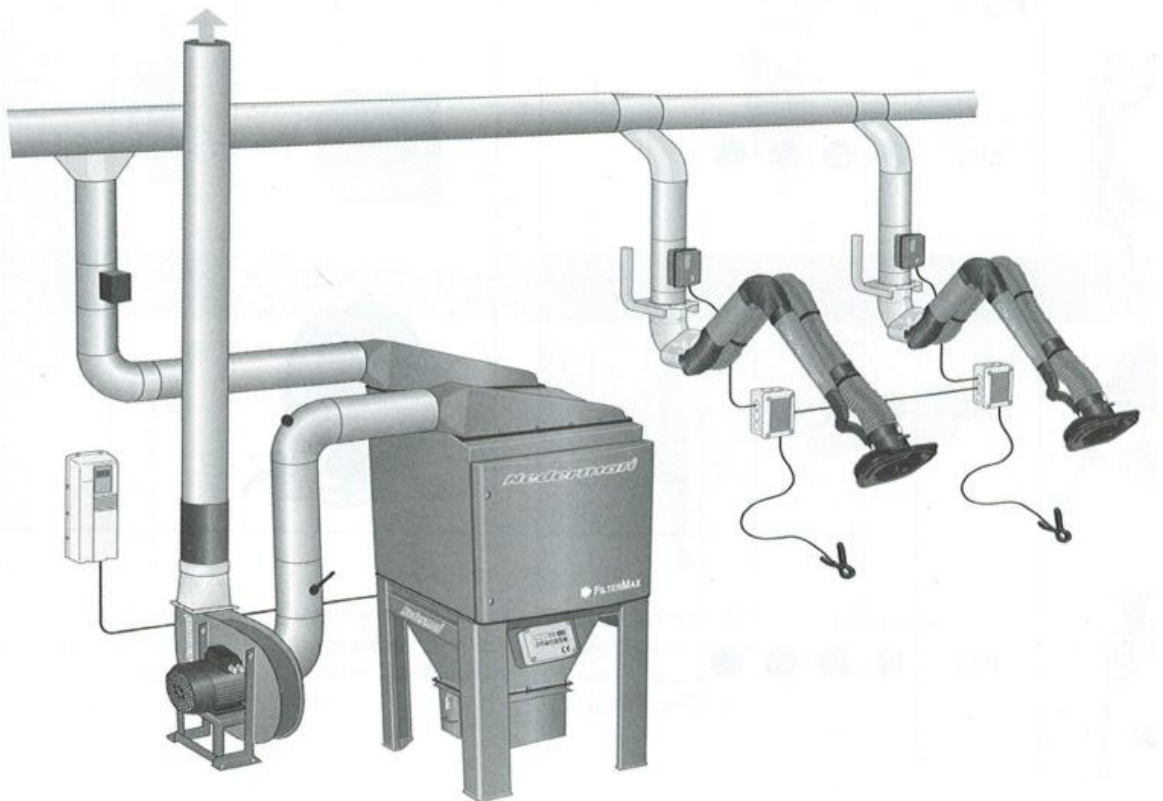
Kohdepoistojärjestelmät eroavat toisistaan lähinnä käyttötarkoitusten mukaan. Perustoimintaperiaate pysyy samana. Muuttuvina arvoina ovat virtausnopeus, poistettava ilmassa määrää ja erot laitteistoissa käyttötarkoitusten mukaan. Kuviossa 1. on esitetty malliesimerkki autokorjaamon kohdeilmastointijärjestelmän toteutustavasta.

4.2.1 Matalapainejärjestelmät

Matalapainekohdepoistossa poistettavat ilmamäärät liikkuvat tyypillisesti 600–2000 m³/h:ssa. Ilman virtausnopeus on 10–25 m/s ja painehäviöt jäävät suhteellisen pie-

niksi, noin 1–3 kPa:iin. Sovelluksia käytetään muun muassa hitsauskaasujen ja käryjen poistoon, hiontapölyjen ja öljysumun erotteluun sekä elintarvike- ja lääketeollisuudessa, joissa käytetään jauhoja ja kemikaaleja ja joissa pölyräjähdysvaara on mahdollinen. Tyypillinen hitsaukseen suunniteltu matalapainejärjestelmän toteutus-tapa on esitettyä kuviossa 2.

Järjestelmän mitoittaminen määräytyy käyttöasteen mukaan. Tietämällä tarkka käyttöaste kohdeilmastointijärjestelmälle järjestelmästä pystytään mitoittamaan sopivan kokoinen. Tämän tarkoituksena on ehkäistä liian suuren järjestelmän rakentaminen ja näin säästää materiaalikustannuksissa sekä myöhemmin energian kuluksessa. (Tecalemit 2008, 14–15.)



Kuvio 2. Tyypillinen matalapainesovellus metalliteollisuudessa (Tecalemit).

Matalapainejärjestelmän komponentit

Osiossa luetellaan kaikki tyypilliset matalapainejärjestelmän osat ja osa-alueet. Kaikki komponentit eivät ole välttämättömiä järjestelmän toiminnan kannalta, mutta saattavat vaikuttaa järjestelmän tehokkuuteen ja taloudellisuuteen.

Letkut. Matalapainejärjestelmässä letkut valitaan käyttökohteen mukaan. Letkun tulee täyttää tietyt vaatimukset, joista muutamia ovat muun muassa kuinka raskaaseen käyttöön letku tulee ja onko tilassa räjähdysvaaran mahdollisuus. Räjähdysvaaralliseen tilaan asennetun kohdeilmastointiletkun tulee täyttää 98/37/EC ja 94/9/EC laitedirektiivit (tunnetaan myös ATEX 100a-direktiivinä), jotta sovellus olisi turvallinen sekä laillinen.

Matalapainesuodattimet. Suodattimen tarkoitus on poistaa imettävästä ilmasta kaikki kiinteä materiaali ennen sen siirtymistä ulkoilmaan. Epäpuhtauksien päästämistä ilmakehään pidetään ympäristörikkeenä. Saastuttamisesta on olemassa tiukat säännöt, ja mikäli näitä rikotaan, saastuttaja joutuu mahdollisesti korvausvelvolliseksi sääntöjen rikkomisesta. Tiukoista säännöistä johtuen suodattimille asetetut vaatimukset ovat korkeat. Esimerkiksi räjähdysvaarallisiin tiloihin suodattimen tulee täyttää ATEX–direktiivi.

Puhaltimet. Puhaltimelle asetetut vaatimukset liikkuvat pääsääntöisesti painehäviöiden ja ilmamäärän mukaan. Puhaltimen tulee ylittää letkujen, kanavistojen ja suodattimen aiheuttamat painehäviöt sekä tarvittavat ilmamäärät. Epäpuhtauksien tulee liikkua moitteitta järjestelmän läpi.

Sulkupelti. Moottorikäyttöisellä sulkupellillä pystytään sulkemaan ja avaamaan työpisteen kohdepoisto tarpeen mukaan. Tämä parantaa järjestelmän tehokkuutta ja järjestelmä pystytään mitoittamaan pienemmäksi. Peltiä voidaan kutsua myös automaattiventtiiliksi.

Öljysumnerotin. Mikäli työskennellään tilanteissa, joissa syntyy öljysumua tai emulsiosumua, öljysumnerotin on hyvä ratkaisu päästöjen poistoon. Öljyillä on haitallinen vaikutus terveyteen, mikäli altistumisaika on pitkäkestoinen. Tästä syystä öljy- ja/tai emulsiosumu olisi syytä poistaa tehokkaasti terveyshaittojen välttämiseksi.

Emulsiot ovat öljyn ja veden sekoituksia, joissa pitoisuudet määräytyvät tuotteen mukaan. Tyypillisesti emulsiot sisältävät 5–10 % vesiliukoisia öljyä ja 90–95 % vettä.

Öljykäryä tai sumua syntyy voiteluun tai jäädytykseen käytetyn öljyn tai emulsion voimakkaasta kuumenemisestä. Tällöin muodostuu valkoista tai sinivalkoista savua joka sisältää alle mikronin kokoisia partikkeleita ja palamatonta öljyä. Tyypillisesti öljykäryä/sumua syntyy metallien lastuavassa työstössä.

Matalapainejärjestelmän mitoitus

Tecalemit-suunnitteluopas sisältää yhden esimerkkilaskelman matalapainejärjestelmän mitoittamisesta. Tätä soveltaen rakennetaan erilainen esimerkki kohdepoistojärjestelmästä ja selvitetään, minkälaisia komponentteja kohdepoistoon tarvitaan.

Tecalemit-esimerkissä on suunniteltu kohdeilmastointi hitsaustöille. Tämä sisältää neljä työpistettä ja käyttöasteeksi on määrätty 50 %. Tämä tarkoittaa, että työpisteistä kaksi on koko ajan käytössä. Uudessa esimerkissä lasketaan järjestelmä, jossa on kolme työpistettä hitsaamiseen ja niistä kaksi on jatkuvassa käytössä. Tämä tarkoittaa noin 66 %:n käyttöastetta.

Matalapainejärjestelmän laskenta

Laskennassa käytetään letkujen ja putkistojen maksimi-ilmamääriä ja painehäviöitä sekä suodattimien ja puhaltimien ominaiskäyrästä, maksimi-ilmamääriä ja painehäviöitä.

Laskenta perustuu yksinkertaisiin laskutapoihin tiettyjä perusarvoja käyttäen.

Ensimmäisinä arvoina tarvitaan ilmamäärän maksimitarve sekä työpisteiden lukumäärä. Maksimi-ilmamäärä määräytyy käyttövaatimusten mukaan. Tämä tarkoittaa, että mitä raskaampi työ suoritetaan työkohteella, sitä suurempi on vaihdettavan ilmamäärän tarve. Letkuille ilmoitetaan taulukolla arvot, kuinka suuret ilmamäärät niistä pystyy siirtämään ulos.

Toisena arvona tarvitaan työpisteiden lukumäärä. Tähän sisällytetään myös käyttöaste, eli kuinka monta työpistettä on käytössä samanaikaisesti. Käyttöaste on 100

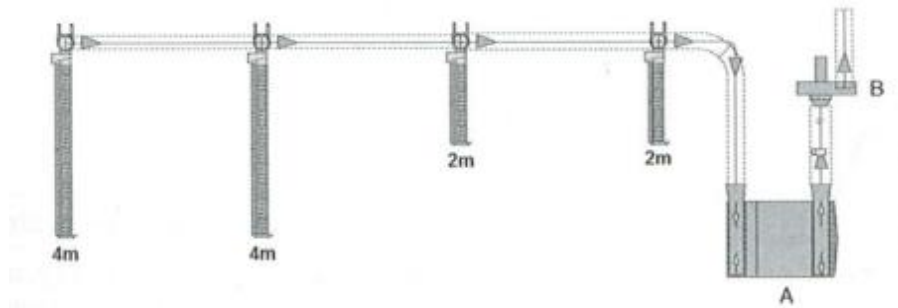
%, jos kaikkia työpisteitä käytetään jatkuvasti. Jos esimerkiksi työpisteitä on viisi ja käyttöaste on 60 %, tällöin jatkuvassa käytössä on kolme työpistettä. Kokonaisilmamäärän tarve lasketaan jatkuvassa käytössä olevien työpisteiden letkujen käyttövaatimusten mukaan. Jos käyttöaste on alle 100 %, laskennassa letkustoista valitaan ne, joilla on suurin käyttövaatimus ja näiden ilmamäärät lasketaan yhteen, jolloin saadaan kokonaisilmamäärän tarve. Putkisto lasketaan ilmamäärätarpeen mukaan. Putken koon pitää vastata työpisteeltä imettävää ilmamäärää. Taulukossa 2. ilmoitetaan tiettyjä perusarvoja, joita hyödyntämällä pystytään laskemaan riittävän suuri kanavisto järjestelmään.

Taulukko 2. Putkien halkaisijavaatimus ilmamäärän mukaan (Tecalemit).

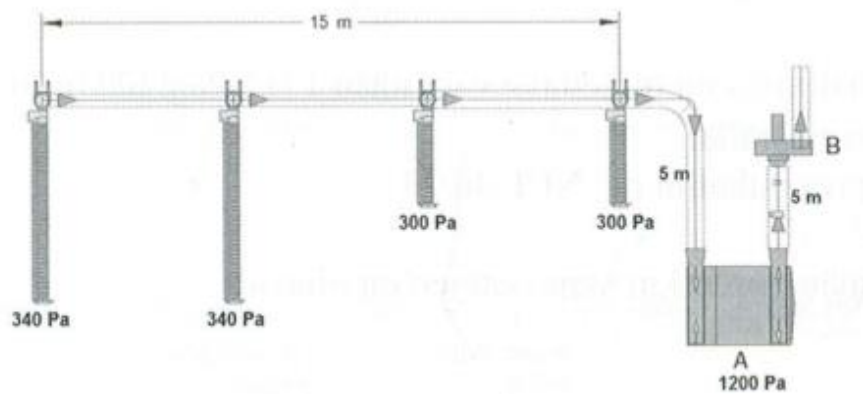
	Käry		Pöly	
Ilmamäärä m ³ /h	Kanavan halkaisija mm	Ilm nopeus m/s	Kanavan halkaisija mm	Ilm nopeus m/s
600 asti	125	10–15	100	15–25
700-1100	160	10–15	125	15–25
1100-1700	200	10–15	160	15–25
1700-2600	250	10–15	200	15–25
2600-4200	315	10–15	250	15–25
4200-6800	400	10–15	315	15–25
6800-12000	500	10–15	400	15–25

Kolmantena lasketaan järjestelmän painehäviö. Putket ja letkut aiheuttavat painehäviöitä järjestelmässä. Letkuille on ilmoitettu maksimipainehäviöt taulukkomuodossa. Laskennassa käytetään vain yhden letkun maksimipainehäviötä. Letkun painehäviön arvo tulee ottaa sellaisesta letkusta, jolla on suurin painehäviö verrattuna muihin letkuihin. Tähän lisätään putkista aiheutuvat painehäviöt. Oletusarvona pide-

tään, että metri putkea pudottaa painetta noin 5 Pa. Putkiston pituus lasketaan putken kauimmaisesta päädyistä puhaltimelle. Putkistossa saattaa olla myös 90 asteen mutkia matkan varrella ennen puhallinta. Oletusarvoina 90 asteen mutkille arvioidaan noin 15 Pa painehäviötä per mutka. Viimeisenä lisätään järjestelmän suodatimen painehäviö. Järjestelmän koon laskentaa ja hahmottamista voidaan helpottaa karkealla mallintamisella esimerkiksi kuvioiden 3. ja 4. tapaan.

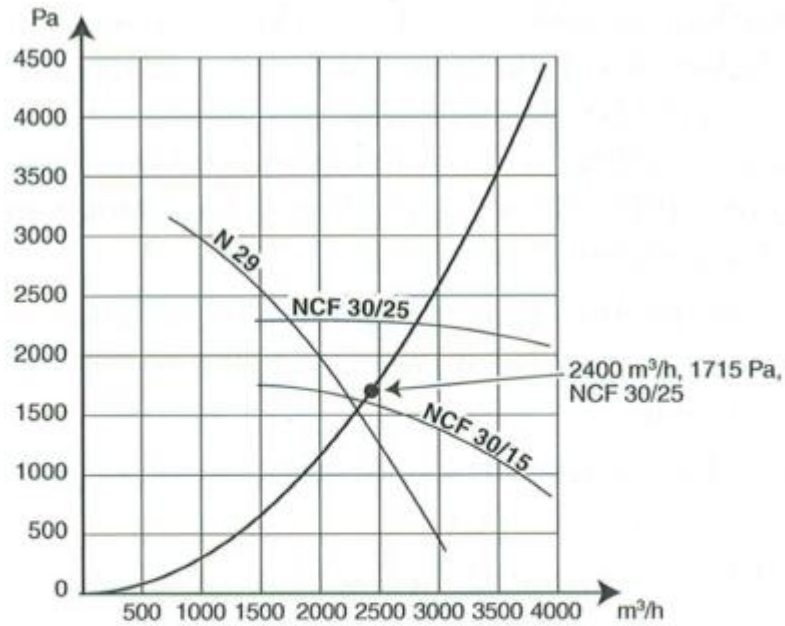


Kuvio 3. Esimerkkilaskenta 1 (Tecalemit).



Kuvio 4. Esimerkkilaskenta 2 (Tecalemit).

Puhallin valitaan kokonaisilmamäärän ja painehäviöiden mukaan. Puhaltimen ilmanvaihtokyky määräytyy painehäviöstä. Mitä suurempi on painehäviö, sitä tehokkaampi puhallin tarvitaan. Puhaltimen ominaiskäyrästöjen tutkiminen auttaa puhaltimen oikeassa valinnassa. Esimerkki puhaltimen ominaiskäyrästöstä on kuviossa 5. (Tecalemit 2008, 15–16.)



$x = \text{ilmamäärä}$

$y = \text{paine-ero staattinen paine}$

Kuvio 5. Puhaltimen ominaiskäyrästä (Tecalemit).

Esimerkki

Lasketaan että työpisteisiin asennetaan yksi neljän metrin NEX-MD-letku, yksi neljän metrin NEX-HD-letku ja yksi kahden metrin NEX-MD-letku. Kanaviston pituus on 4+4+5+5 metriä. 90 asteen mutkia järjestelmässä on 4 kappaletta. Työpisteistä yksi tarvitaan raskaaseen hitsauskäyttöön ja muut rakennetaan keskiraskaaseen hitsaukseen.

Letkusto:

Raskaan käytön hitsauksessa ilmamäärän maksimitarve NEX-HD-letkulla on 1900 m³/h. Letkun pituus on 4 metriä. Ominaiskäyrästä katsottuna painehäviö on 800 Pa. NEX-MD-letkulla maksimi ilmamäärä on 1300 m³/h ja painehäviö 4 metrin letkulla on 1250 Pa. Laskennassa käytetään painehäviön laskemiseen ainoastaan sitä letkua, joka aiheuttaa suurimman painehäviön.

Suodatin:

Filtermax F-sarja on tarkoitettu hitsaukselle käryjen ja pölyn poistoon. Filtermax F30-suodattimen ilmamäärän käsittelykyky on 1500–3500 m³/h ja painehäviö 1200 Pa.

Putkisto:

Etäisyys kauimmaiselta työpisteeltä puhaltimelle on noin 15 metriä. Kokonaispituus on 18 metriä. Putkisto sisältää neljä 90 asteen mutkaa.

Tarvittava ilmamäärä:

Oletetaan, että kaksi kolmesta letkusta on jatkuvassa käytössä. NEX-HD 4 metrin letku vaatii suurimman ilmamäärän järjestelmältä. Lasketaan, että kaksi suurinta letkua on jatkuvassa käytössä. Tämä mahdollistaa järjestelmän tehokkaan käytön.

NEX-HD-letku pystyy maksimissaan 1900 m³/h ilmamäärän poistoon. NEX-MD-letkusto on myös tarkoitettu raskaaseen käyttöön, mutta sen maksimikapasiteetti on vain 1300 m³/h. Keskiraskaan käytön raja menee 1300 m³/h:ssa ja raskaan käytön raja kulkee aina 1900 m³/h:ssa. Näistä laskemalla maksimi ilmamäärä on siis 2200 m³/h.

Järjestelmän painehäviö:

Yhteenlaskettu painehäviö kertoo, kuinka suuri puhaltimen pitää olla, jotta riittävä puhallusteho saavutetaan epäpuhtauksien poistoon.

Yhteenlaskettu painehäviö: Suodatin 1200 Pa, letkusto 1200 Pa, putkisto 5 Pa x 15 = 75 Pa, 90 asteen mutkat 15 Pa x 4 = 60 Pa.

Painehäviö yhteensä: 1200 Pa + 1200 Pa + 75 Pa + 60 Pa = 2535 Pa

Puhaltimen valitseminen:

Maksimi painehäviö 2535 Pa

Maksimi ilmamäärä 2200 m³/h

Puhallin: Nederman NCF 30/25

Maksimi ilmamäärä 1700–6500 m³/h

Ominaiskäyrästä käyttäen maksimi ilmamäärä painehäviön ollessa 2535 Pa on noin 2300–2350 m³/h.

Jos suunniteltuun tilaan tulee lastuavia työstökoneita tai muita laitteita, jotka muodostavat öljysumua tai -käryä, olisi hyvä lisätä öljysumunerotin laitteisiin ja mitoittaa ilmastointi riittäväksi kyseiselle laitteelle. Suositeltu ilmannoisuus suljetulle laitteelle on 0,2 m/s avatun aukon pinta-alalle. Esimerkiksi jos avatun aukon pinta-ala on 1 m², tällöin laskuksi saadaan $1.0 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s} = 800 \text{ m}^3/\text{h}$. (Tecalemit-esimerkki) Avoimille työstökoneille asetetut yläpuoliset kohdeilmastointiputket olisi tarpeellista varustaa huuvalla.

Johtopäätös. Esimerkkilaskun perusteella pystytään kertomaan, mikä on maksimi ilmamäärän tarve sekä painehäviö järjestelmässä. Verrattuna Tecalemit suunniteluoppaan esimerkkiin verrattuna, puhaltimen koko on suurempi, vaikkakin putkistoa ja letkustoa on vähemmän. Tämä johtuu lähinnä käyttötarpeesta. Suurten ilmamäärien liikuttaminen suhteessa pieniin letkustoihin vaativat paljon puhaltimelta painehäviöistä johtuen. Vaikkakin puhallin kykenee siirtämään suuria ilmamääriä, sen hyötysuhde putoaa korkeista painehäviöistä johtuen.

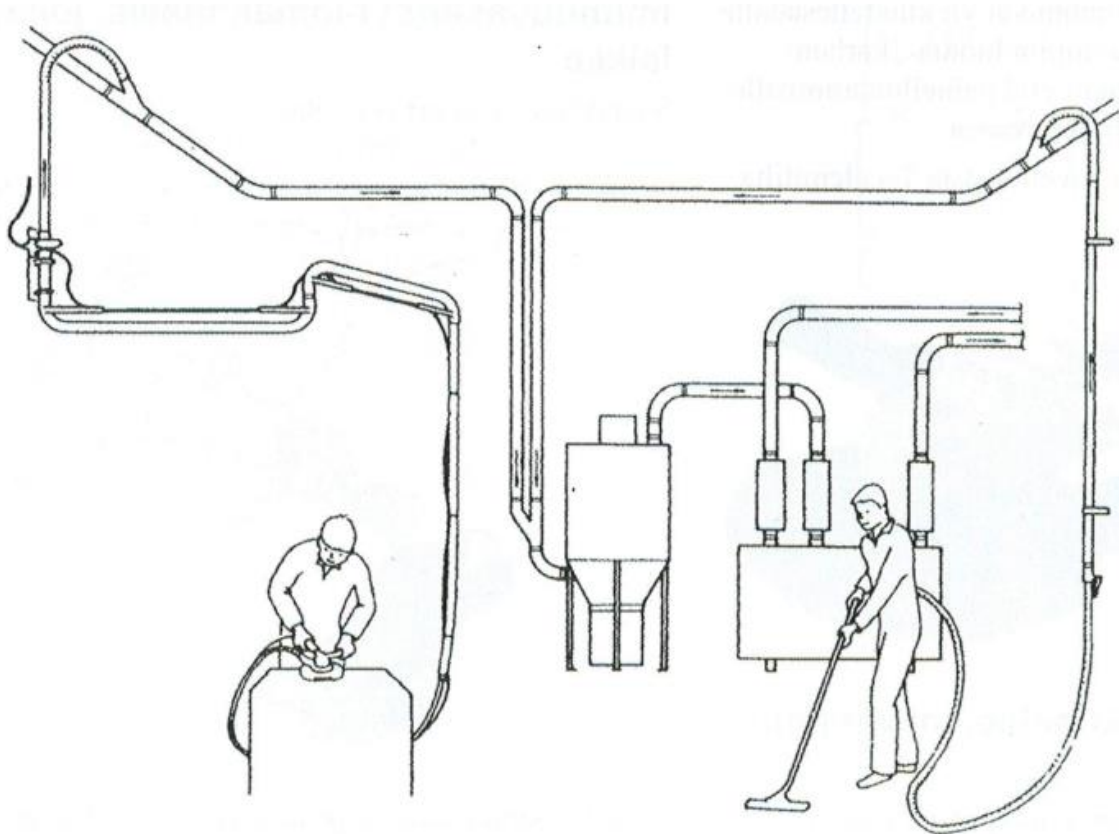
4.2.2 Korkeapainejärjestelmä

Järjestelmät, joissa on korkea alipaine-ero mutta pieni ilmamäärän tarve, kutsutaan korkeapainejärjestelmäksi. Tyypillisesti erilaiset keskusimurointilaitteistot luokitellaan korkeapainejärjestelmiin.

Korkeapainejärjestelmiä käytetään tyypillisesti kookkaiden partikkelien poistoon, mutta ne myös soveltuvat kaasujen ja käryjen poistoon läheltä päästöjä tuottavaa kohdetta. Esimerkkikohteita, joissa korkeapainejärjestelmiä käytetään:

- hitsauskäryjen poisto
- hionta ja hiekkapuhallus
- leikkausjätteiden poisto
- siivous sekä metallilastujen poisto

(Tecalemit 2008, 57.)



Kuvio 6. Esimerkki korkeapainesovelluksesta (Tecalemit).

Komponentit. Korkeapainejärjestelmä sisältää pääsääntöisesti samat komponentit kuin matalapainejärjestelmäkin. Komponentit ovat vain suunniteltu käsittelemään korkeampaa painetta ja hieman pienempiä ilmamääriä.

Tyypillinen järjestelmä sisältää työkalukohtaiset suulakkeet, putkiston, suodattimen, keskusyksikön ja mahdollisesti manuaalisia tai automaattisia sulkuventtiileitä. Esimerkki tyypillisestä korkeapainejärjestelmän sovelluksesta on kuviossa 6.

Lisänä korkeapainejärjestelmissä on erilaisia esierottimia, joilla pystytään poistamaan kookkaampi kiinteä materiaali poistoilman joukosta. Kiinteinä materiaaleina voi olla esimerkiksi paperia, kangasta, metallilastuja tai muuta kookkaita partikkeleja.

Mitoitus

Korkeapainejärjestelmien mitoittamisessa tärkeimpänä arvona oikean laitteiston valintaan on kokonaisilmamäärä. Tarvittava kokonaisilmamäärä vaihtelee käyttötilanteista sekä mahdollisten automaattisten tai manuaalisten sulkuventtiilien käytöstä. Jos järjestelmässä ei käytetä automaattiventtiileitä, se tulee mitoittaa teoreettisen maksimikäytön mukaan. Tämä tarkoittaa järjestelmän mitoittamista siten, että järjestelmän tulee toimia moitteitta, kun kaikkia ulosottopisteitä käytetään samanaikaisesti. Automaattiventtiilit vähentävät tarvittavaa ilmamäärää sulkemalla pois käytöstä ne ulosottopisteet, joita ei sillä hetkellä käytetä. Tämä mahdollistaa pienempien putkistojen ja keskusyksikön käyttämisen järjestelmässä.

Automaattiventtiilit toimivat manuaalisia venttiileitä tehokkaammin, vaikka perusperiaatteeltaan molemmat toimivat samoin. Ainoana ongelmana tulee manuaaliventtiilin sulkeminen käytön jälkeen. Monesti venttiili unohtuu auki työskentelyn loppuessa työpisteellä. Turhaan auki oleva venttiili huonontaa energiataloutta ja tehoa järjestelmässä.

Korkeapainejärjestelmän laskennan teoria

Ensimmäisenä tulee arvioida, mikä on järjestelmän käyttöaste. Tyypillisesti liikutaan alle 30 %:n maksimikäyttöasteessa. Isommissa järjestelmissä voidaan laskea 30 % tai tätä suuremman käyttöasteen mukaan.

Tecalemit on ilmoittanut oppaassaan tiettyjä perustietoja ja arvoja, joita noudattaen järjestelmästä tulee riittävän tehokas. Arvot, joita seuraavassa kohdassa listataan, perustuvat yleisiin perussääntöihin, joita noudattamalla ei yleensä tarvitse mitata järjestelmän tuottamaa alipainetta.

Perustietoja:



- Kanaviston kokonaispituus ei saa ylittää 120 metriä kauimmaiselta käyttöpis- teeltä keskusyksikölle, (RBU 250 m).
- Runkoputken halkaisija on 100 mm.
- Maksimi ilmamäärä runkoputkessa on 600 - 1000 m³/h. Normaali nopeus 600 m³/h, ajoittain sallitaan 1000 m³/h.
- Runkoputkisto rakennetaan tarvittaessa vierekkäisistä 100 mm halkaisijal- taan olevista putkista.
- Pystyputket ovat halkaisijaltaan 63 mm.
- Pystyputken maksimipituus on 6 m, (RBU 15 m).
- On vain yksi ulosottopiste/pystyputki (>150 m³/h).

Huomioitavana seikkana kerrotaan, että mikäli ulosottopisteitä on suunniteltua enemmän käytössä samanaikaisesti, ilmamäärä kanavistossa saattaa pudota, jol- loin epäpuhtauksien liike saattaa pysähtyä ja saattavat jäädä kanavistoon. Paine- eron pudotessa suodattimenkin suodatusteho laskee radikaalisti.

Korkeapainejärjestelmä vaatii tietyn minimipaine pudotuksen toimiakseen suunnitel- lusti.

Taulukko 3. Laskentataulukko (Tecalemit).

Laskentataulukko

Sovellus	Ilmamäärä m ³ /h	Käyttäjien lukumäärä	Käyttö- aste	Kokonaisilma- määrä m ³ /h	
	Savuimupoltin 160-250 A	80	x _____	x _____ (0.30) = _____	
	Savuimupoltin 315-500 A	125	x _____	x _____ (0.30) = _____	
	Hitsaussuulake Ø 40 mm	200	x _____	x _____ (0.30) = _____	
	Hitsaussuulake Ø 50 mm	250	x _____	x _____ (0.30) = _____	
	Hitsaussuulake Ø 63 mm	400	x _____	x _____ (0.30) = _____	
	Hiekkapaperihionta Ø25 mm	125	x _____	x _____ (0.25) = _____	
	Hionta Ø 25 mm	125	x _____	x _____ (0.25) = _____	
	Hionta Ø 32 mm	200	x _____	x _____ (0.25) = _____	
	Hionta Ø 38 mm	250	x _____	x _____ (0.25) = _____	
	Pöytähiomakone	2 x Ø 38 mm	400	x _____	x _____ = _____
	Pöytähiomakone	2 x Ø 50 mm	400	x _____	x _____ = _____
	Nauhahioma- kone	1 x Ø 63 mm	400	x _____	x _____ = _____
	Siivous	Ø 38 mm	250	x _____	x _____ = _____
	Siivous	Ø 50 mm	400	x _____	x _____ = _____

Kokonaisilmamäärä _____

Taulukolla 3. pystytään laskemaan laitekohtaisesti maksimi-ilmamäärän tarve. Taulukossa on ilmoitettu laitekohtaiset ilmamäärän tarpeet.

Esimerkkilasku 1:

Järjestelmässä on 2 kpl 160–250 A savuimupoltinta, 2 kpl 50 mm hitsaussuulaketta ja 2 kpl 50 mm siivouspäätä. Käyttöaste on 30 %. Järjestelmä on varustettu automaattiventtiileillä.

Laskenta:

Savuimupolttimet: $80 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \times 0.30 = 48 \text{ m}^3/\text{h}$

Hitsaussuulakkeet: $250 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \times 0.30 = 150 \text{ m}^3/\text{h}$

Siivouspäät: $400 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \times 0.30 = 240 \text{ m}^3/\text{h}$

Kaikki yhteensä: $48 + 150 + 240 = \underline{\underline{438 \text{ m}^3/\text{h}}}$

Mikäli järjestelmässä ei ole automaattisia tai manuaalisia sulkuventtiileitä, laskenta suoritetaan 100 %:n käyttöasteella.

Esimerkkilasku 2 ilman sulkuventtiileitä:

Savuimupolttimet: $80 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 = 160 \text{ m}^3/\text{h}$

Hitsaussuulakkeet: $250 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 = 500 \text{ m}^3/\text{h}$

Siivouspäät: $400 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 = 800 \text{ m}^3/\text{h}$

Kaikki yhteensä: $160 + 500 + 800 = \underline{\underline{1460 \text{ m}^3/\text{h}}}$

Keskusyksikkö valitaan tarvittavan ilmamäärän mukaan.

Esimerkkilasku 1 mukaan vaatimukset täyttävänä keskusyksikkönä riittää Tecalemitin E-PAK 500. Maksimi ilmamäärä $500 \text{ m}^3/\text{h}$, moottoriteho 12.5 kW ja alipaine -26 kPa.

Esimerkkilaskussa 2 vaatimukset täyttävä keskusyksikkö on VAC 20-1500. Maksimi ilmamäärä $1500 \text{ m}^3/\text{h}$, moottoriteho 22 kW ja alipaine -20.1 kPa. Sisältää suodattimen.

Johtopäätös. Yksinkertaisilla laskutavoilla saadaan helposti tarvittavat arvot oikeiden komponenttien valitsemiseen. Osa komponenteista parantaa järjestelmän hyötysuhdetta, joka todennetaan laskuissa. Esimerkiksi sulkuventtiileitä käytettäessä tehontarve pienenee huomattavasti ja pystytään käyttämään huomattavasti pienitehoisempaa keskusyksikköä epäpuhtauksien poistoon.

4.3 Pakokaasunpoistojärjestelmät

Pakokaasujen poisto pystytään todennäköisesti luokittelemaan matalapainejärjestelmiin suurien letkuhalkaisijoiden perusteella. Letkuhalkaisijat liikkuvat 75–200 mm:n välillä riippuen käyttötarkoituksesta. Henkilöautokäytössä riittää pienempi halkaisija ja pienempi ilmamäärän maksimitarve. Raskaammassa kalustossa käytössä on suuremmat letkut ja suuremmat ilmamäärät.

Taulukossa 4. ilmoitetaan ilmamäärän tarpeet ja letkuhalkaisijat ajoneuvokohtaisesti liikkumattomille ajoneuvoille. Nämä tarjoavat yksinkertaisen asennuksen ja tehokkaan pakokaasupoiston:

Taulukko 4. Ilmamäärävaatimus ajoneuvokohtainen (Tecalemit).

	Ilmamäärä, m ³ /h	Letkuhalkaisija, mm
Henkilöauto	360 – 600	(75)/100
Hyötyajoneuvot/pakettiauto	800 – 1000	(125)/150
Hyötyajoneuvot/kuorma-autot	1080 – 1200	150/200

Pakokaasujärjestelmiin on tarjolla paljon erilaisia komponentteja, jotka mahdollistavat monipuolisen kohdepoistojärjestelmän. Esimerkkinä voidaan luetella muutamia järjestelmän komponentteja: letkuketat moottori- ja jousipalautteiset, erilaiset letkut, pakokaasusuulakkeet, monitoimiulokkeet, kohdepoistopuomit, pakokaasurata ja niin edelleen.

5 KOHDEILMASTOINNIN SUUNNITTELU TYÖTILOIHIN

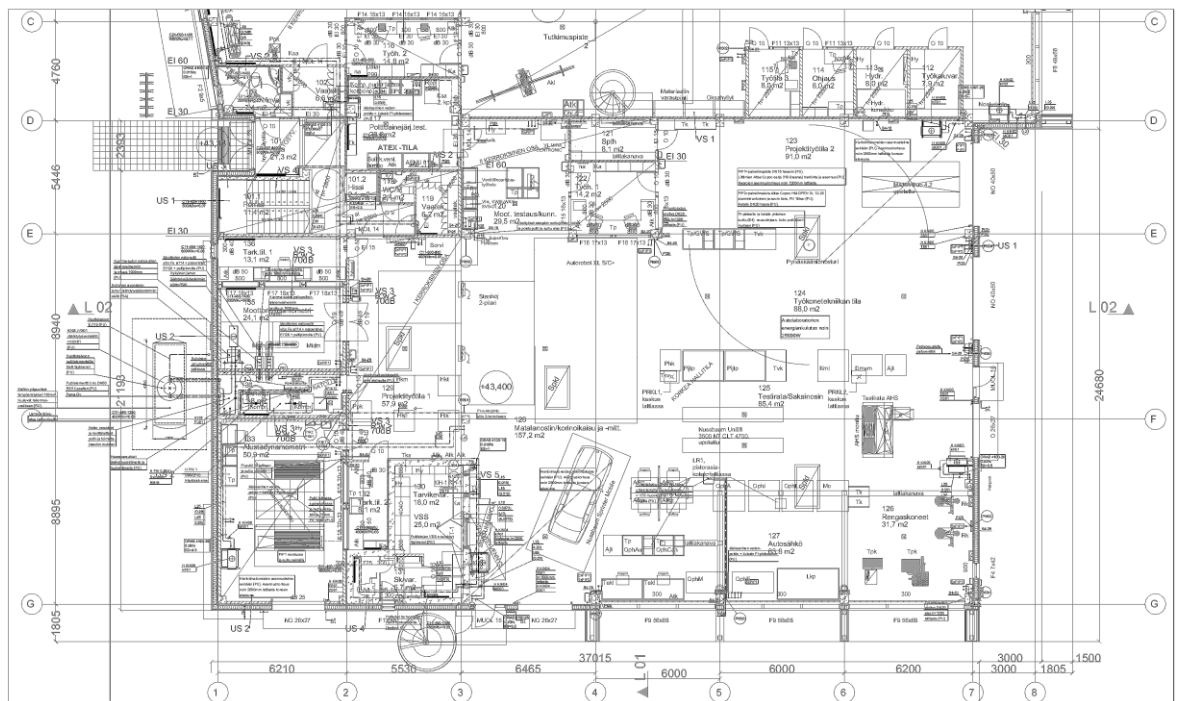
Seinäjoen Framin kampusalueelle on rakenteilla uusi lisäosa, johon tulee sijoittamaan auto- ja työkonetekniikan laboratoriot sekä rakennustekniikan yksikkö. Autotekniikan laboratoriotilat on jaoteltu seuraaviin työskentelypisteisiin:

- projektityötilat
- työkonetekniikan tila
- matalanostin/korinoikaisu ja –mittaustila
- testirata/saksinostin
- autosähkö
- rengaskoneet
- alusta-/moottoridynamometrihuoneet
- polttoainejärjestelmän ja moottorin testaushuoneet
- varastotilat.

Kohdeilmastointijärjestelmä suunnitellaan tiloihin, joissa on päästöjä synnyttäviä kohteita. Autolaboratoriossa päästöjä syntyy enimmäkseen ajoneuvojen moottoreista sekä hitsauksesta. Tämä tarkoittaa sitä, että kohdeilmastointia tarvitsevat sellaiset työskentelytilat, joissa työskennellään ajoneuvojen parissa, joiden moottoreita käytetään aika ajoin. Kohdeilmastointia tarvitaan myös hitsauspisteillä, joissa syntyy savua, kaasuja sekä hiukkaspäästöjä. Hitsauspisteiden sijaintia ei ole vielä erikseen määritelty piirustuksessa.

5.1 Työtilojen kartoitus

Työtilat ovat osioitu erilaisiin työpisteisiin. Jokainen työpiste on tarkoitettu tietynlaisen työtehtävän suorittamiseen. Usealla työpisteellä suoritetaan työtehtäviä, joissa mahdollisesti syntyy haitallisia päästöjä. Nämä päästöt tulisi saada poistettua turvallisesti ja tehokkaasti. Näitä tiloja ovat muun muassa projektityötilat, työkonetekniikan tila, matalanostin/korinoikaisu ja mittaus, testirata/saksinostin sekä moottorin ja polttoainejärjestelmän testaustilat. Tiloissa käsitellään kemikaaleja, työstetään metallia tai käsitellään käyntikuntoisia ajoneuvoja, joihin tehdään tarvittaessa huoltotoimenpiteitä tai joita testataan ajoneuvon moottorin käydessä.



Kuvio 7. Framin pohjakuva autolaboratorion tiloista.

Kuviossa 7. näkyy suunnitelma autolaboratorion uusista tiloista. Kuvaan on laitettu alustavat paikat autolaboratorion koneille ja laitteille. Näiden paikkojen perusteella pystytään arvioimaan, miten ja mihin kohdeilmastointi pitää suunnitella.

5.2 Järjestelmän koon määrittäminen

Kohdeilmastointi tulee suunnitella sellaisten laitteiden tai paikkojen ympärille, missä syntyy haitallisia päästöjä. Autolaboratoriossa näitä ovat muun muassa ajoneuvonosturit, moottorintestaushuone, hitsauspisteet, testirata, alusta- ja moottoridynamometrit ja paikat joissa käsitellään kemikaaleja, kuten polttoainejärjestelmän testaushuone.

Nosturit

Nosturit ovat paikkoja, joihin ajoneuvo ajetaan ja jossa ajoneuvon moottoria mahdollisesti käytetään tilanteesta riippuen. Tästä syystä kaikille nosturipaikoille tulee suunnitella kohdepoisto haitallisten pakokaasujen poistamiseksi. Alustavan suunnitelman mukaan nostureita laboratorioon on suunniteltu kuusi kappaletta.

Testirata

Autolaboratorioon on suunniteltu testirata, jossa voidaan mitata muun muassa ajoneuvojen jarrut ja iskunvaimennus sekä suorittaa tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä. Tämä alue sisältää jarrujen testaukseen tarkoitetut rullat, iskunvaimennustesterin sekä nosturin. Testiradalla ajoneuvo on tarkoitus ajaa läpi radan nosturille asti. Tästä johtuen testirata tarvitsee kohdepoiston, joka on liikuteltava.

Hitsauspisteet

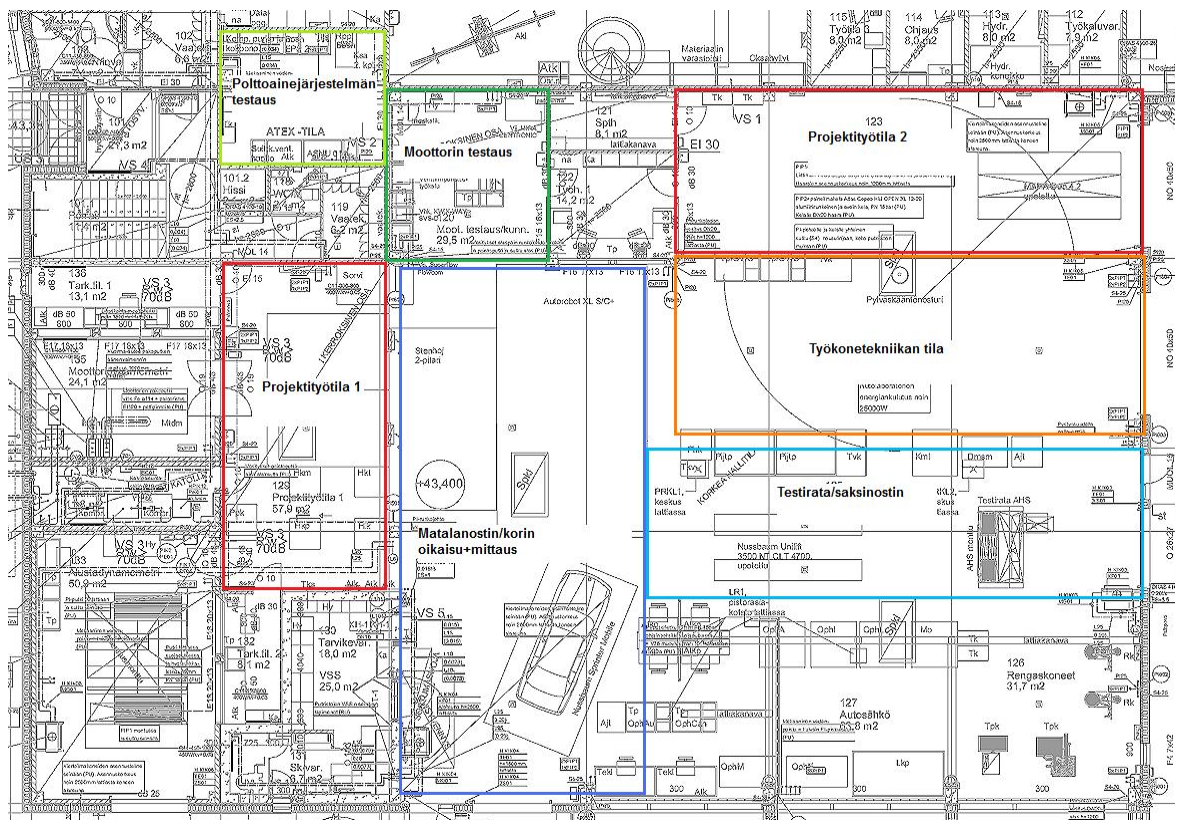
Hitsaukseen tarkoitettu alue on alustavasti suunniteltu Projektityötila 1:n läheisyyteen. Hitsaukseen tarkoitettut alueet tarvitsevat tehokkaan kohdepoiston käryjen, savujen ja kaasujen poistoon. Hitsauspisteitä on suunniteltu olevaksi kolme paikkaa. Käyttöasteeksi on arvioitu 66 %, mikä tarkoittaa, että kaksi kolmesta pisteestä on jatkuvasti käytössä.

Moottori- ja alustadynamometrit

Dynamometrihuoneiden kohdeilmastoinnin suunnitteluun ei keskitytä tässä suunnittelutyössä, koska sen suunnittelutyön suorittaa toinen taho.

Kemikaalien käsittely

Polttoaineet ja painepakkauksissa olevat kemikaalit ovat autolaboratoriossa tyypillisiä kemikaalipäästöjen lähteitä, joilla on tapana levitä ympäröivään hengitysilmaan. Runsaista polttoainemääriä käsitellään pääsääntöisesti polttoainejärjestelmän testaushuoneessa, mutta mahdollisesti myös muissa työtiloissa. Polttoainejärjestelmän testaushuone tarvitsee tehokkaan kohdeilmastoinnin. Jos muissa tiloissa käsitellään polttoaineita, käsittely tulisi suorittaa tehokkaan kohdeilmastointilaitteen läheisyydessä.



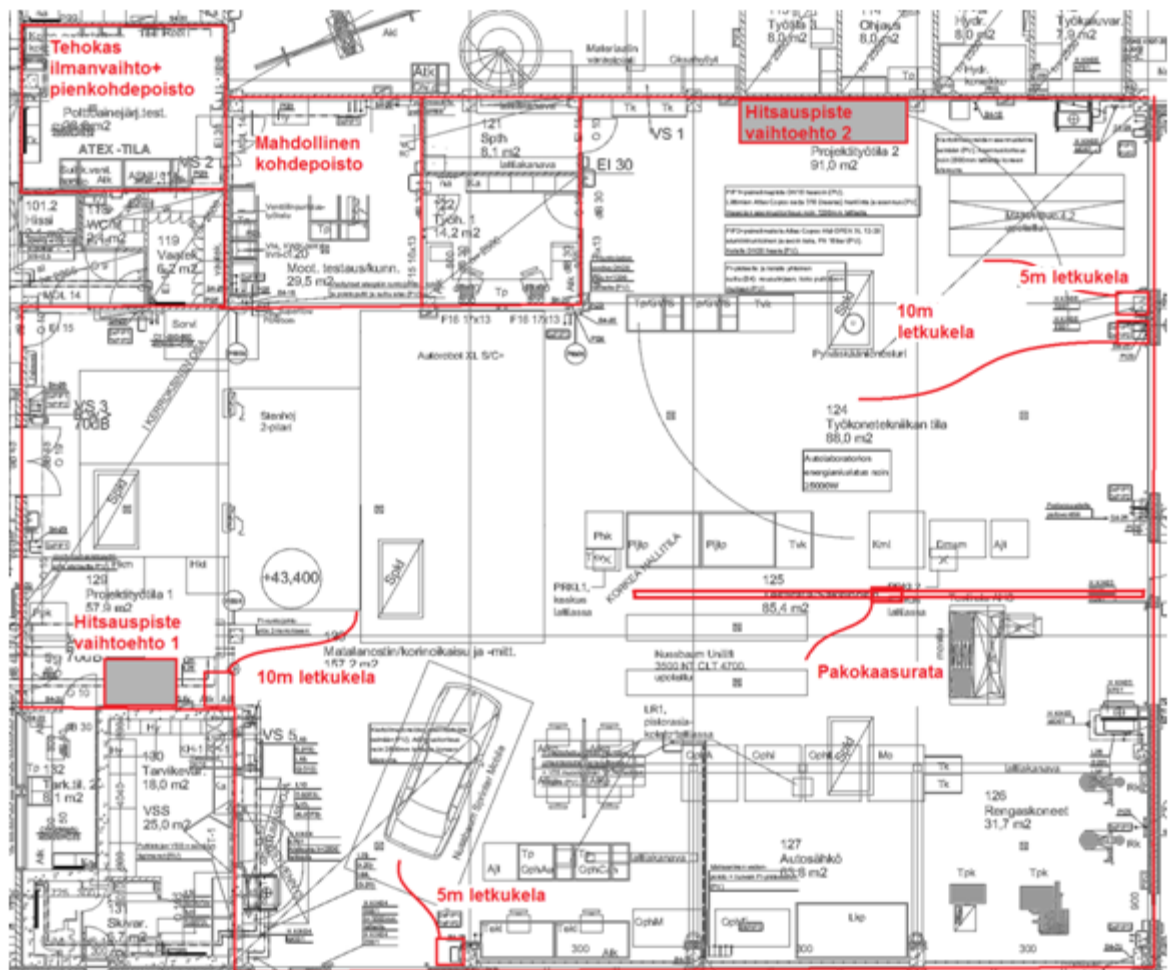
Kuvio 8. Merkityt alueet kohdeilmastoinnille.

Kuviossa 8. merkittyjä tiloja ovat projektitila 1 ja 2, työkonetekniikan tila, testirata/saksinostin, matalanostin/korin oikaisu ja mittaus, polttoainejärjestelmän testaushuone sekä moottorintestaushuone.

Suurin osa merkitystä alueesta on yhtenäistä hallitilaa. Hallin korkeus on 6,5 metriä. Tilaan sijoitetaan kohdepoistolaitteiksi letkukeloja, imureita ja liikuteltavia kohdepoistoon tarkoitettuja laitteita. Sijoittelusta pitää tehdä mahdollisimman käytännöllinen ja kustannustehokas. Käytännöllisyydellä tarkoitetaan sijoittelua, joka on mahdollisimman ergonominen, turvallinen ja helppokäyttöinen. Kustannustehokkuudella tarkoitetaan järjestelmän rakennuskustannuksia. Järjestelmä tulee mitoittaa mahdollisimman tehokkaasti, että välttyttäisiin liiallisilta rakennuskustannuksilta.

Ennen kohdeilmastointilaitteiden sijoittelua pohjakuvaan tulee tarkastella tuotevalikoimaa, joka soveltuisi parhaiten työtiloihin. Monilla kohdeilmastointilaitteilla on tietty kantama, kuinka kauaksi kohdeilmastointilaitte ylittää. Toisin sanoen mikäli esimerkiksi ajoneuvo on nosturilla 5 metrin päässä hallin oven suusta ja kohdeilmastointilaitte (tässä tilanteessa esimerkiksi letkukela) on sijoitettu lähelle ovea, sen tulee ylittää ajoneuvolle moitteita, jotta kohdepoisto saadaan suoritettua.

Tecalemit-oppaassa on ilmoitettu monipuolisesti erilaisten sovellusten saatavuus. Tietoja hyödyntämällä pystytään kertomaan, minkälaisia laitteita tilaan pystytään asentamaan ja mitkä ovat niin sanotut laitevaatimukset ja ominaisuudet jokaiselle kohdepoistolaitteelle. Tarkastelun perusteella pystytään sijoittamaan laitteet työtiloihin sopiviksi. Kuviossa 9. on suunnitelma laitteiden sijoittelusta työtiloihin.



Kuvio 9. Laitesijoittelu pohjakuvaan.

Hitsauspisteet on alustavasti suunniteltu projektityötila 1:n läheisyyteen. Työtila on kookas, mutta seinäpinta-alat sisältävät paljon ovia, mikä vaikeuttaa kohdeilmas- tointilaitteiden seinäasennusta. Aivan ovien läheisyyteen asetetut työpisteet ovat myös rauhattomia työskentelytiloja. Vaihtoehtona olisi siirtää työskentelyalue kauemmaksi seinistä ja ovesta keskemälle projektityötilaa ja tuoda kohdepoistolait- teet yläpuolelta, mutta toisena haasteena on katon korkeus. Projektityötila on osana yhteistä hallitilaa ja se on myös sijoitettu paikkaan, jossa katon korkeus on oletuk- sena 6,5 metriä. Työtilan korkeus poistaa vaihtoehdon, jossa kohdepoistolaitteet tuotaisiin yläpuolelta. Projektityötila 1 olisi hitsaustilana käytännöllinen, koska tila sisältää metallisorvin ja muita metallintyöstölaitteita.

Projektityötila 2 sisältää myös paljon seinäpinta-alaa, mutta ovien lukumäärä on huomattavasti pienempi. Tämä olisi hyvä sijoituskohde hitsaukseen tarkoitetuille

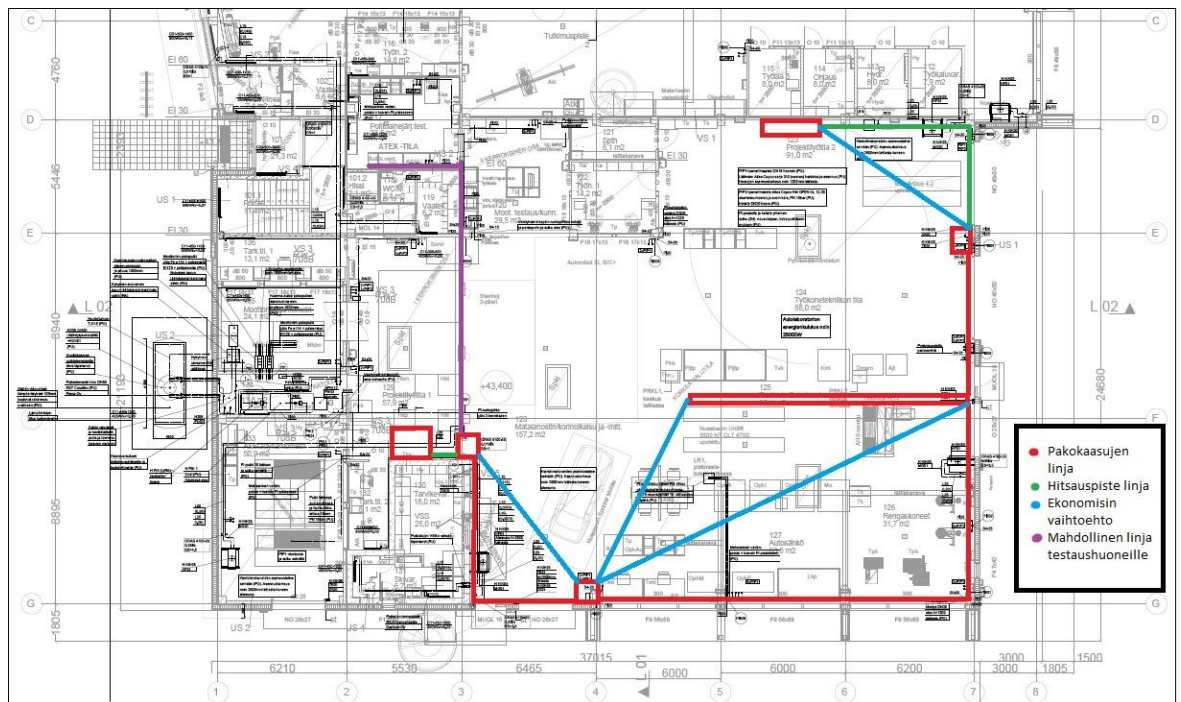
kohdepoistolaitteille. Haittapuolena on pitkä matka projektitila 1:lle, jossa sijaitsevat metallintyöstöön tarkoitetut laitteistot.

Molemmat työtilat ovat soveliaita hitsaukseen, mikäli tilat on tarkoitettu tulityöturvallisiksi. Hyvänä vaihtoehtona on soveltaa molempia tiloja hitsaukselle sopiviksi. Hitsaukselle tarkoitetuista kohdepoistolaitteista pari voidaan sijoittaa projektityötila 2:een ja yksi jättää projektityötila 1:een. Näin saadaan molemmista tiloista monipuoliset ja vältetään hitsattavien kohteiden siirtelyiltä projektityötilojen välillä.

5.3 Järjestelmän mitoitus

Kohdepoistopisteiden sijoittelun jälkeen pystytään arvioimaan järjestelmän koko. Laskentaosuudessa selvitetään tarvittavat materiaalit järjestelmän rakentamiseksi. Edellisessä osuudessa tutkittiin erilaisia mahdollisuuksia kohdepoistolaitteiden sijoittelulle. Laskennassa voidaan verrata suunnitelmavaihtoehtoja toisiinsa ja tutkia, mikä olisi paras vaihtoehto järjestelmän rakentamisen kannalta.

Järjestelmä on suunniteltu muutamalla erilaisella tavalla. Suunnitelmassa eroina ovat ainoastaan hitsauspisteiden sijainti sekä polttoainejärjestelmä- ja moottorintestaushuoneen kohdeilmastoinnin tarpeellisuuden määrittely. Järjestelmä voidaan rakentaa tavalla, jossa hitsauspisteet sijoitetaan ainoastaan joko projektityötila 1:een tai 2:een. Toinen mahdollisuus on rakentaa järjestelmä tavalla, jossa molemmat projektitilat sisältävät hitsauspisteitä. Yhtenä muuttujana on vielä kohdeilmastoinnin tarpeellisuus polttoainejärjestelmän- ja moottorintestaushuoneiden yhteyteen. Kuvi-
ossa 10. vaihtoehtoja järjestelmän putkitukselle:



Kuvio 10. Putkitus.

Kuvion 10. esityksessä voidaan nähdä, mitkä ovat vaihtoehdot kohdeilmastointijärjestelmän poistoilmalinjalle.

Pakokaasulinja on oletettu kulkevan seinien mukaan. Tämä ei ole hyötysuhteeltaan paras, mutta rakentamisen, sijoittelun ja ulkoasun kannalta hyvä vaihtoehto. Tehokain järjestelmä saavutetaan mahdollisimman suoraviivaisilla ja lyhyillä putkituksilla, joissa järjestelmän paineen putoaminen on minimissään.

Hitsauspisteille menevien putkilinjojen tarpeellisuus kulkee suunnitelmien mukaan. Pienin putkien määrätarve on, jos hitsauspisteet sijoitetaan ainoastaan projektityötila 1:een. Tässä ilmenee kuitenkin muita ongelmia, joita on aikaisemmassa kappaleessa esitetty. Toiseksi vähiten putkea tarvitaan, mikäli hitsauspisteet sijoitetaan ainoastaan projektityötila 2:een, mutta tässäkin vaihtoehdossa on omat ongelmansa. Paras vaihtoehto olisi, jos molempiin projektityötiloihin saataisiin hitsauspisteet.

Lisänä järjestelmään on suunniteltu poistoilmalinja polttoainejärjestelmän ja moottorin testaushuoneille. Varmaa ei ole, onko poistoilmalinjalle tarvetta, mutta arvailujen ehkäisemiseksi jonkinasteinen valmius kohdepoistopisteiden rakentamiseksi olisi suositeltavaa. Täten välttäisiin suurilta muutostöiltä jälkeenpäin.

Kohdeilmastoinnin suodatimen tai suodattimien sekä poistoilman puhaltimen sijoittelu riippuu suunnitelmasta ja komponenttien koosta. Laboratoriotila sisältää teknisen huoneen, joka sisältää tarpeelliset komponentit esimerkiksi paineilmalaitteille. Näitä ovat muun muassa kompressori sekä kuivain. Tämän tilan koko on noin 12 m². Tilan mitat ovat 6 x 2 metriä. Tämä olisi hyvä paikka kohdeilmastoinnin suodattimille ja puhaltimille, mutta tilan koko rajoittaa mahdollisuuksia komponenttien sijoitteluun, mikä pitää ottaa suunnittelussa huomioon.

Suunnitelmien laskenta

Laskentaosuudessa vertaillaan eri suunnitelmavaihtoehtojen eroja järjestelmän ilmamääräntarpeisiin. Aluksi lasketaan kaikkien poistoilmaputkien sekä komponenttien kokonaisilmamäärän tarve. Kanaviston ja komponenttien yhteenlasketun ilmamääräntarpeen mukaan voidaan määrittää, minkä kokoiset suodatinelementit sekä puhallin järjestelmään tarvitaan.

Kokonaisilmamääräntarpeen laskenta

Ensimmäisenä määritetään kohdepoistolaitteet. Näitä ovat muun muassa pakokaasuimurit sekä hitsauspisteiden kohdepoistot. Jokainen komponentti sisältää tietyn maksimi-ilmamäärän tarpeen.

Pakokaasujen kohdepoistoissa käytetään letkukeloja sekä pakokaasurataa. Letkukeloja on tilaan suunniteltu neljä kappaletta:

- 2 kpl 5 m letkukelaa (henkilöautolle ja pakettiautolle)
- 2 kpl 10 m letkukelaa (henkilöautolle ja kuorma-autolle)

Henkilöautoille tarvittava ilmamäärä:

- Letkukelan ilmamäärän tarve on 360–600 m³/h, letkuhalkaisija 100 mm

Pakettiautolle tarvittava ilmamäärä:

- Letkukelan ilmamäärän tarve on 800–1000 m³/h, letkuhalkaisija 150 mm

Kuorma-autolle tarvittava ilmamäärä:

- Letkukelan ilmamäärän tarve on 1080–1200 m³/h, letkuhalkaisija 150 mm

Näistä laskettuna voidaan määrittää tarvittava maksimi kokonaisilmamäärän tarve letkukeloille:

$$600 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 + 1000 \text{ m}^3/\text{h} + 1200 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{3400 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Minimi-ilmamääräntarve on:

$$360 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 + 800 \text{ m}^3/\text{h} + 1080 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{2600 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Hitsauspisteitä on suunniteltu 3 kpl, kaksi kevyeen hitsaamiseen ja yksi keskiras-
kaaseen hitsaamiseen. Näiden käyttöasteeksi on määrätty 66,6 %. Tämä tarkoittaa,
että kaksi kolmesta hitsauspisteestä on jatkuvassa käytössä. Laskennassa oletetaan,
että käytössä on automaattiset sulkupellit.

Kevyeen hitsaamiseen suositeltu ilmamäärän tarve on 600 – 900 m³/h. Keskiras-
kaalle hitsaukselle on ilmamääräntarve 900 – 1300 m³/h.

Näitä hyödyntäen maksimi kokonaisilmamäärän tarve hitsauspisteille on:

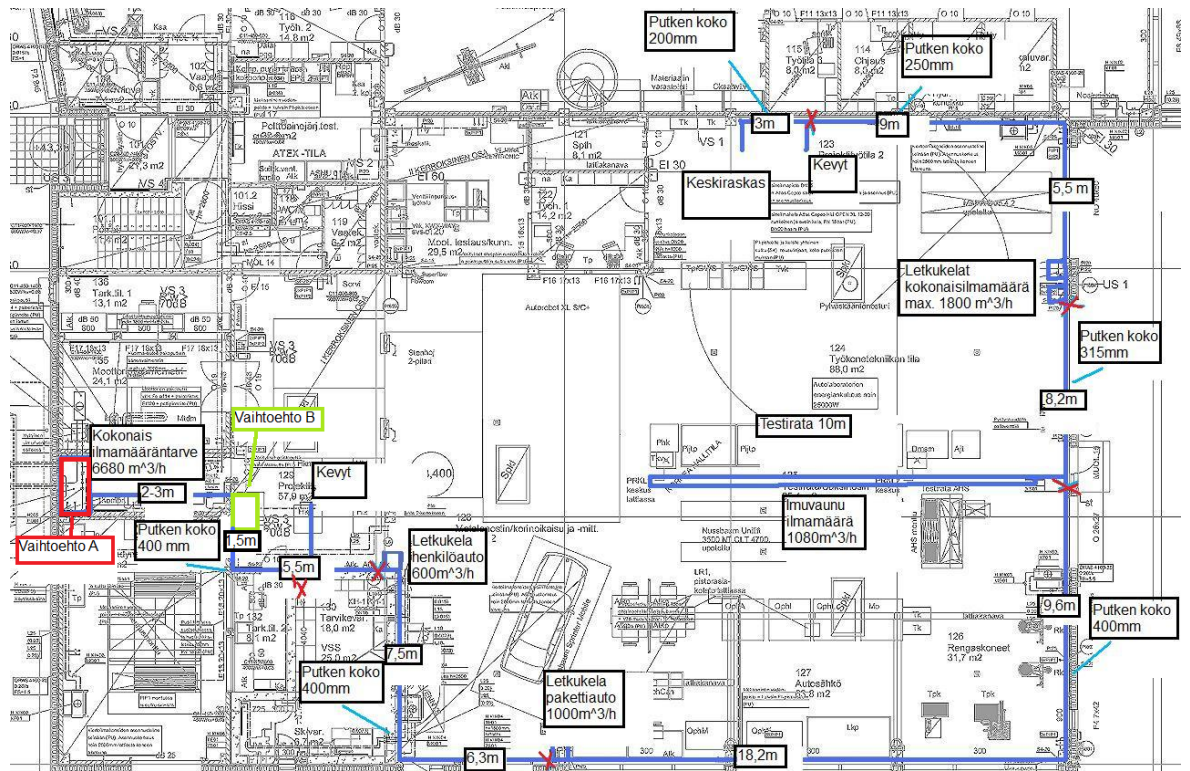
$$900 \text{ m}^3/\text{h} + 1300 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{2200 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Minimi-ilmamääräntarve on:

$$600 \text{ m}^3/\text{h} + 900 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{1500 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Pakokaasuradan ilmamääräntarve on 1080 m³/h.

Laboratoriotilojen korkeudeksi on määritetty noin 6 metriä. Nosto-ovien korkeus on
maksimissaan 4,5–5 metriä, johtuen raskaan kaluston ajoneuvoista. Tästä syystä
suurimman pääputkilinjan korkeudeksi on määritetty 5 metriä. Täten saadaan kulje-
tettua pääputki ilman turhia mutkia ja saadaan hieman lyhennettyä kohdepoistolait-
teille meneviä putkia verrattuna siihen, jos pääputki menisi katonrajassa. Pääputken
koko suurenee kulkeutuessaan viimeiseltä kohdepoistolaitteelta suodattimelle.
Tämä johtuu siitä, että kohdepoistot tarvitsevat tietyn ilmanvirtausmäärän toimiak-
seen. Liian suuri pääkanava vähentää virtausnopeutta järjestelmässä.



Kuvio 11. Komponenttien sijoittelu ja poistoilman kanavisto.

Kuviossa 11. näkyy halkaisijamittoja ja tarvittavat pituudet. Lisäksi kuviossa on ilmoitettu ilmamäärantarpeet kohdepoistolaitteille sekä lopussa kokonaisilmamäärantarve.

Suodatin ja puhallin on suunniteltu asennettavaksi tekniseen tilaan, mikä on ilmoitettu kuvassa Vaihtoehto A:na. Tilan koosta sekä sen sisältämistä muista tarvikkeista johtuen suodatinta ei saada välttämättä mahtumaan tekniseen tilaan, mikäli käytetään jaloillaan olevia tornimallisia suodattimia. Itse suodatin mahtuisi todennäköisesti olemaan tilassa, mutta ongelmat syntyvät huoltovaiheessa. Uusi suodatinpatruuna vaihdetaan suodattimen kyljessä olevasta luukusta. Luukku ei mahdu aukaamaan ongelmitta, ellei vapaata tilaa ole kohteen ympärillä. Tecalemitin FilterMax DF-suodatin vaatii leveydeltään 1,55 m ja pituudeltaan 1,11 m tilan. Mikäli huolto-
luukku aukaistaan suodattimen sivusta, huolto-
luukku vaatii lisäksi vielä leveydeltään 1,2 m ja pituudeltaan 2,4 m tilaa. Tästä johtuen Vaihtoehto A on huono ratkaisu, mikäli käytetään tornimallisia suodattimia. Ainoa vaihtoehto olisi sijoittaa tilaan esimerkiksi moduulimallisia suodattimia, joita pystytään asentamaan seinäkiinnitteisesti.

Vaihtoehto B:ssä ehdotuksena olisi asettaa tornimallin suodatin huoneen ulkopuolelle teknisen tilan välittömään läheisyyteen. Sen sijoittaminen olisi kuitenkin suotavaa asettaa siten, että se olisi Projektityötila 1:een suunnitellun hitsauspisteen ja teknisen tilan välillä. Tämä siitä syystä, että hitsauskaasut tulevat suodattamaan ennen puhallinta. Mikäli tämä ei onnistu, suodatin voisi olla hitsauspisteen kohdalla tai mahdollisesti korvata hitsauspisteen.

Tässä suunnitelmassa maksimi kokonaisilmamäärän tarve on 6680 m³/h. Tällä kokoonpanolla suodattimeksi voitaisiin asettaa esimerkiksi Tecalemitin DF80 suodatin. Tämä malli pystyy prosessoimaan poistoilmaa 4300–8600 m³/h. Minimissään kokonaisilmamääräntarve on 5180 m³/h. Tämäkin edellyttää DF80-suodattimen käytön.

Kokonaisilmamäärän tarpeen selvittämisen jälkeen lasketaan järjestelmän painehäviö. Painehäviö on oleellinen arvo puhaltimen mitoittamiseksi. Laskennassa kohdepoistoille tuodaan putket pääkanavasta eri tasoille riippuen kohdepoistokomponentista. Hitsauspisteillä putki tuodaan 2 metrin päähän lattiatasosta. Täältä korkeudelta alkaa varsinainen kohdepoistolaite. Letkukelat sijoitetaan noin 1 metrin korkeudelle, mikä tarkoittaa että putkea tuodaan pääkanavasta 4 metriä alaspäin.

Kohdepoistolaitteiden painehäviöt:

Jousipalautteiset pakokaasuletukkelat Nederman-sarja 865 NR-B tai NR-CP letkulla varustettuna, +150 C lämmönkesto:

- 5 m letkukela halkaisija 100 mm, painehäviö n. 300 - 800 Pa
- 10 m letkukela halkaisija 100 mm, painehäviö n. 450 - 1200 Pa
- 5 m letkukela halkaisija 150 mm, painehäviö n. 400 - 650 Pa
- 10 m letkukela halkaisija 150 mm, painehäviö n. 950 - 1200 Pa

(Tecalemit)

Letkukelojen maksimi yhteispainehäviö:

800 Pa + 1200 Pa + 650 Pa + 1200 Pa = **3850 Pa**

Minimihäviö:

$$300 \text{ Pa} + 450 \text{ Pa} + 400 \text{ Pa} + 950 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{2100 \text{ Pa}}}$$

Nederman Pakokaasurata 920:

- Rata 7,5 m, painehäviö 20 Pa x 7,5 = 150 Pa
- Kanavaliitos kiskon päähän, n. 40 Pa
- Imuvaunu letkuhalkaisija 150 mm, pituus 6 m, painehäviö n. 700 Pa

Pakokaasuradan yhteispainehäviö:

$$150 \text{ Pa} + 40 \text{ Pa} + 700 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{890 \text{ Pa}}}$$

Hitsauspisteet Nederman Original:

- Keskiraskas käyttö 3 m, painehäviö n. 850 - 1300 Pa
- Kevyt käyttö 3 m, painehäviö n. 380 - 850 Pa

Hitsauspisteiden yhteispainehäviö:

$$1300 \text{ Pa} + 850 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{2150 \text{ Pa}}}$$

Minimihäviö:

$$380 \text{ Pa} + 850 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{1230 \text{ Pa}}}$$

Suodatin FilterMax DF 80:

- Painehäviö **1200 Pa**

(Tecalemit)

Putkiston painehäviö, 5 Pa jokaista kanavan metriä kohden, 15 Pa jokaista 90 asteen mutkaa kohden:

- Vaakasuorat putket n. 74,3 m

- Pystysuorat putket n. 25 m
- 90 asteen mutkat 13 kpl.

Kokonaispainehäviö:

$$74,3 \times 5 \text{ Pa} + 25 \times 5 \text{ Pa} + 13 \times 15 \text{ Pa} = \underline{\underline{691,5 \text{ Pa}}}$$

Koko järjestelmän maksimi kokonaispainehäviö:

$$3850 \text{ Pa} + 2150 \text{ Pa} + 1200 \text{ Pa} + 691,5 \text{ Pa} + 890 \text{ Pa} = \underline{\underline{8781,5 \text{ Pa}}}$$

Laskennan jälkeen tarkastellaan saatuja arvoja.

Kokonaisilmamäärän maksimitarve oli 6680 m³/h ja kokonaispainehäviö 8781,5 Pa. Tällä kokonaispainehäviön arvolla sopivaa puhallinta ei löydy Tecalemitin suunniteltuoppaasta. Kokonaispainehäviön arvo on laskettu raskaimman käytön mukaan. Todellisuudessa näin suuria arvoja ei saavuteta. Käyttöaste vaikuttaa huomattavasti kokonaispainehäviöön. Laskennassa käyttöastetta on pienennetty ainoastaan hitauspisteiden kohdalla. Mikäli pakokaasunpoistossa käyttöaste on esim. 50 %, pakokaasujärjestelmän painehäviö putoaa kokonaispainehäviö arvoon:

$$3850 \text{ Pa} + 890 \text{ Pa} / 2 = 2370 \text{ Pa}$$

Jolloin maksimi kokonaispainehäviö on:

$$2370 \text{ Pa} + 2150 \text{ Pa} + 1200 \text{ Pa} + 691,5 \text{ Pa} = \underline{\underline{6411,5 \text{ Pa}}}$$

Tämä tulos on vieläkin korkea, mutta kyseessä oleva tulos tulee, mikäli maksimi-ilmamääräntarve ei putoa. Maksimi-ilmamääräntarpeen pudotessa koko järjestelmän painehäviöt putoavat radikaalisti.

Mikäli laskenta suoritetaan kohdepoiston minimi ilmamäärävaatimuksilla, tulos on huomattavasti pienempi.

Minimi kokonaispainehäviö täydellä pakokaasunpoiston käyttöasteella:

$$2100 \text{ Pa} + 890 \text{ Pa} + 1230 \text{ Pa} + 1200 \text{ Pa} = \underline{\underline{5420 \text{ Pa}}}$$

Mikäli pakokaasujärjestelmän käyttöaste puolitetaan:

$$2100 \text{ Pa} / 2 = 1050 \text{ Pa}$$

Saadaan kokonaispainehäviöksi:

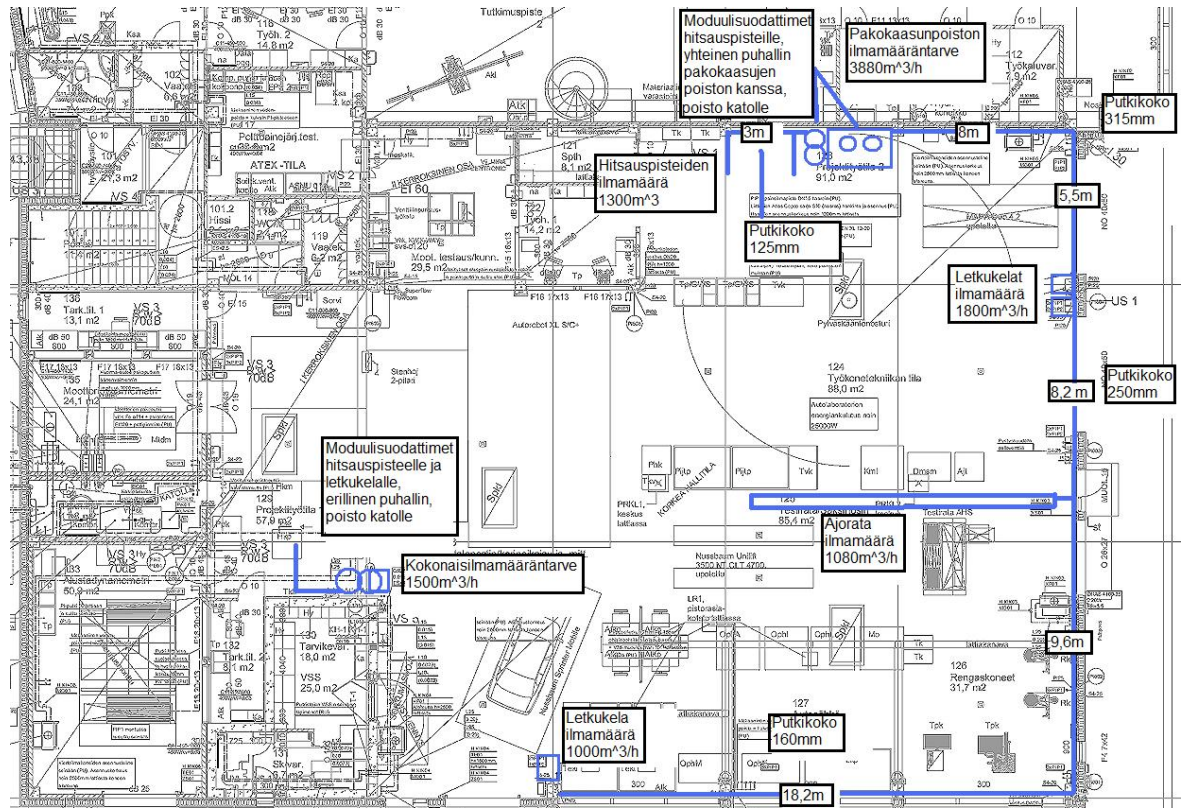
$$1050 \text{ Pa} + 890 \text{ Pa} + 1230 \text{ Pa} + 1200 \text{ Pa} = \underline{\underline{4370 \text{ Pa}}}$$

Tällä arvolla suurin Nederman NCF 160/25-puhallin jaksaisi siirtää noin 12500 m³/h poistoilmaa. Tämä on huomattava verrattuna kokonaisilmamäärän tarpeisiin. Mutta järjestelmän saavuttaessa 5000 Pa:n painehäviön, puhallin ei kykene siirtämään kuin 7000 m³/h. Maksimi kokonaispaine puhaltimelle on ilmoitettu noin 5100 Pa. Tällöin ilmansiirtokyky ei ole enää kuin noin 4000 m³/h.

Mikäli järjestelmän painehäviöitä halutaan pudottaa, kohdepoistolaitteiden kokoa pitäisi suurentaa. Tämä tarkoittaa lähinnä esimerkiksi letkuhalkaisijoiden suurentamista, mikä puolestaan johtaa kokonaisilmamääräntarpeen suurenemiseen.

Vaihtoehtoinen suunnitelmapohja

Toisena suunnitteluvaihtoehtona voidaan esittää seuraavanlainen malli.



Kuvio 12. Vaihtoehtoinen toteutustapa.

Mikäli suodatinta ja puhallinta ei pystytä syytä tai toisesta sijoittamaan tekniseen tilaan tai sen läheisyyteen, on hyvä olla vaihtoehtoisia toteutustapoja. Yllä kuviossa 12. on esimerkki toteutustavasta, joka sisältää useampia suodattimia ja puhaltimia. Tässä poistoilma siirretään suoraan ylös suodattimilta ja puhaltimilta, eikä niitä siirretä teknisen tilan kautta ulos, kuten aikaisemmassa suunnitelmassa.

Vaihtoehtoiselle suunnitelmalle rakennetaan lyhytmuotoinen laskentaosuus. Laskennassa mitataan, kuinka suuret ovat järjestelmävaatimukset.

Vaihtoehtoisen suunnitelman laskentaosuus

Komponentit ovat samat kuin pääsuunnitelmassa. Suurimpana muutoksena on poistoilmansuodattimen ja puhaltimen sijainti. Lisäksi muutoksena on myös projektila 2:ssa sijaitsevan hitsauspisteen ja yhden pakokaasuletkukelan poistaminen muusta kohdeilmastointijärjestelmästä ja rakentaa niille erillinen pienempi järjestelmä. Tämä tarkoittaa kokonaisuudessaan sitä, että rakennetaan kaksi erillistä kohdeilmastointijärjestelmää. Pienemmässä on ainoastaan yksi kohdepoisto hitsauspisteelle ja yksi 10 m pakokaasuletkukela. Isommassa järjestelmässä on kaksi hitsauspistettä sekä loput pakokaasunpoistojärjestelmän komponenteista.

Ensimmäisessä laskennassa suoritetaan pienemmän kohdepoistojärjestelmän kokonaisilmamääräntarve sekä kokonaispainehäviö. Järjestelmän komponentteja ovat 10 m pakokaasuletkukela henkilöautoille sekä hitsauspiste kevyeen hitsaukseen. Letkukelan ilmamäärän tarve on 600 m³/h ja kevyen hitsauksen ilmamäärän tarve on 900 m³/h.

Pienemmän kohdepoistojärjestelmän kokonaisilmamäärän tarve:

$$600 \text{ m}^3/\text{h} + 900 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{\underline{1500 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Kokonaisilmamääräntarpeen jälkeen lasketaan järjestelmän painehäviö. Painehäviö 10 m letkukelalla on 450–1200 Pa. Hitsauspisteen painehäviö on 380–850 Pa.

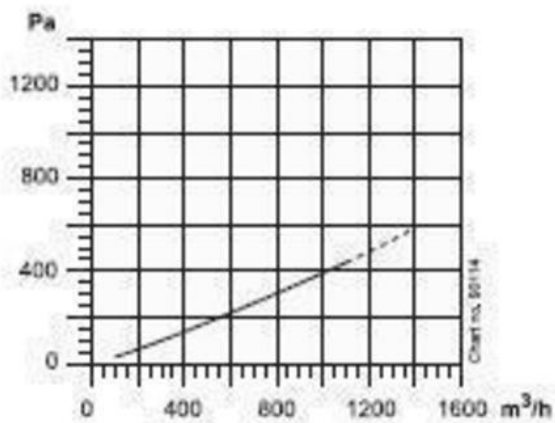
Pienemmän kohdepoistojärjestelmän kokonaispainehäviö:

$$\text{Maksimi: } 1200 \text{ Pa} + 850 \text{ Pa} = \underline{\underline{2050 \text{ Pa}}}$$

$$\text{Minimi: } 450 \text{ Pa} + 380 \text{ Pa} = \underline{\underline{830 \text{ Pa}}}$$

Pienempään järjestelmään soveltuu hyvin moduulisuodattimet, jotka kiinnitetään seinäkiinnityksellä. Moduulisuodattimen (Nederman MFS hiukkassuodatin) ominaiskäyrästäön mukaan kuviossa 13 esitettynä yksi suodatin riittäisi mahdollisesti suorittamaan tehtävänsä. Suodattimen kestoikä putoaisi todennäköisesti huomattavasti, kun liikutaan suodattimen kyvyn äärirajoilla. Tästä syystä olisi suositeltavaa käyttää kahta suodatinta rinnakkain riittävän suodatinkapasiteetin saavuttamiseksi.

Paineen putoaminen



Kuvio 13. Nederman MFS Moduulisuodattimen ominaiskäyrästä (Tecalemit).

Mikäli lasketaan kahden rinnakkaisen suodattimen mukaan, jolloin puolitetään ilmamäärä suodatinta kohden, saataisiin ilmamääräksi 750 m³/h per suodatin. Tämä tarkoittaa noin 300 Pa:n painehäviötä per suodatin. Tästä laskettuna saataisiin suodattimien painehäviöksi:

$$300 \text{ Pa} + 300 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{600 \text{ Pa}}}$$

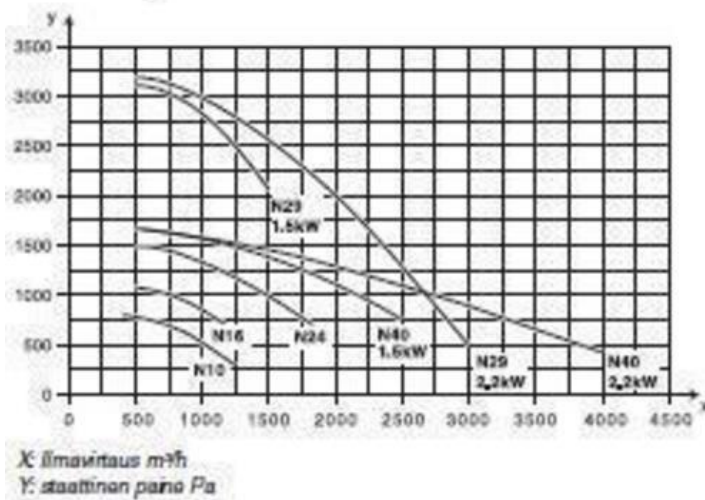
Tällöin koko järjestelmän kokonaispainehäviö olisi:

$$\text{Maksimi: } 2050 \text{ Pa} + 600 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{2650 \text{ Pa}}}$$

$$\text{Minimi: } 830 \text{ Pa} + 600 \text{ Pa} = \underline{\mathbf{1430 \text{ Pa}}}$$

Mikäli halutaan varmistua riittävästä ilmanpoistosta, puhaltimeksi kannattaa valita sellainen vaihtoehto, joka riittää kovimpaankin käyttöön. Tällöin voidaan ajatella, että maksimi painehäviö on 2650 Pa ja ilmamääräntarve 1500 m³/h. Tähän riittää esimerkkinä Nederman N29 2,2 kW-puhallin, joka näkyy myös ominaiskäyrästä kuviossa 14. Pienemmän järjestelmän laskennassa ei otettu huomioon kanaviston painehäviötä, koska kanaviston pituus pysyy pienenä, eikä vaikuta oleellisesti tulokseen.

Paineen putoaminen



Kuvio 14. Nederman puhaltimien ominaiskäyrästä (Tecalemit).

Suuremman järjestelmän laskennassa käytetään hyödyksi pääsuunnitelman laskennassa saatuja tuloksia hyödyksi. Tämä siitä syystä, että muutokset pääsuunnitelman ja vaihtoehtoisen välillä olivat lähinnä muutaman komponentin eriyttäminen isommasta järjestelmästä sekä kanaviston lyhentäminen. Komponenttien ilmamäärantarpeet sekä painehäviö ovat ilmoitettu taulukossa 5 laskennan helpottamiseksi.

Taulukko 5. Komponenttien ilmamäärantarpeet ja painehäviöt.

Komponentti	Ilmamäärä m ³ /h	Painehäviö Pa
Pakokaasurata	1080	890
Kevyt hitsaus	600 - 900	380 - 850
Keskiraskas hitsaus	900 - 1300	850 - 1300
5m letkukela halk. 100mm	360 - 600	300 - 800
10m letkukela halk. 150mm	1080 - 1200	950 - 1200
5m letkukela halk. 150mm	800 - 1000	400 - 650
Suodatin Filtermax DF 80		1200

Taulukkoa hyödyntäen saadaan laskettua helposti suurin ja pienin ilmamääräntarve sekä painehäviö.

Maksimi ilmamääräntarve (m³/h) komponenteille:

$$1080 + 900 + 1300 + 600 + 1200 + 1000 = \underline{\mathbf{6080\ m^3/h}}$$

Minimi ilmamääräntarve (m³/h) komponenteille:

$$1080 + 600 + 900 + 360 + 1080 + 800 = \underline{\mathbf{4820\ m^3/h}}$$

Kokonaisilmamääräntarve on n. 4800–6100 m³/h alueella.

Seuraavaksi lasketaan suuremman järjestelmän maksimi ja minimi painehäviö. Painehäviö sisältää komponenttien ja kanaviston painehäviön.

Maksimi komponenttien painehäviö (Pa):

$$890 + 850 + 1300 + 800 + 1200 + 650 + 1200 = \underline{\mathbf{6890\ Pa}}$$

Minimi komponenttien painehäviö (Pa):

$$890 + 380 + 850 + 300 + 950 + 400 + 1200 = \underline{\mathbf{4970\ Pa}}$$

Arvoihin lisätään kanaviston painehäviö:

$$\text{Vaakasuorat:} \quad (18,2 + 9,6 + 8,2 + 5,5 + 8 + 3) * 5\ \text{Pa} = 262,5\ \text{Pa}$$

$$\text{Pystysuorat:} \quad 20 * 5\ \text{Pa} = 100\ \text{Pa}$$

$$90\ \text{asteen mutkat:} \quad 9 * 15\ \text{Pa} = 135\ \text{Pa}$$

Kanaviston kokonaispainehäviö (Pa):

$$262,5 + 100 + 135 = \underline{\mathbf{497,5\ Pa}}$$

Tällöin järjestelmän minimi ja maksimi kokonaispainehäviöt ovat:

$$\text{Maksimi} \quad 6890\ \text{Pa} + 497,5\ \text{Pa} = \underline{\mathbf{7387,5\ Pa}}$$

$$\text{Minimi} \quad 4970\ \text{Pa} + 497,5\ \text{Pa} = \underline{\mathbf{5467,5\ Pa}}$$

Kokonaispainehäviö liikkuu n. 5400–7400 Pa:n välillä.

Tuloksia tarkkailemalla voidaan todeta, että maksimissaan puhaltimen tulee kyetä siirtämään ilmaa 6080 m³/h, kun järjestelmässä vallitsee painehäviö 7387,5 Pa. Tällöin järjestelmästä otetaan ns. kaikki irti ja järjestelmää käytetään 100 % käyttöasteella. Käytännössä täyttä käyttöastetta tuskin saavutetaan. Pääsuunnitelmaan verrattuna kokonaisilmamääräntarve ja painehäviö on pudonnut reippaasti, kun järjestelmästä on poistettu muutama komponentti, joista on tehty erillinen järjestelmä.

Tällaisenaan pääsuunnitelmaan ehdotettu puhallin ei vielääkään riitä järjestelmän vaatimiin suorituksiin. Todellisuudessa käyttöaste kuitenkin putoaa, jolloin puhallin todennäköisesti on riittävä. Tässäkin laskennassa suurimmaksi ongelmaksi puhaltimelle tulee huomattavan suuri painehäviö järjestelmässä. Painehäviön pudotessa puhallin pystyy siirtämään huomattavasti enemmän ilmaa ulos.

6 YHTEENVETO

Suunnittelutyön tarkoituksena oli rakentaa teoriatasolla toimiva sovellus kohdeilmastointijärjestelmästä. Kohdeilmastointijärjestelmiä käytetään paljon teollisuudenalalla nykypäivänä. Puutteena on kirjallisen materiaalin saatavuus, joka liittyy kyseisiin järjestelmiin. Tämä lisäsi haastavuutta työn laatimisessa, varsinkin kun työ ei puhtaasti liity koulutusohjelman alaan. Materiaalia löytyi ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiin liittyen kohtalaisesti, ja näitä pystyttiin jonkin verran soveltamaan suunnittelutyössä.

Suunnitelma laadittiin uuden autolaboratorion pohjakuvan perusteella. Piirustuksesta sai selvyyden, minkäkokoinen laboratoriotilasta tulee. Tilaa ei kuitenkaan pystynyt täydellisesti hahmottamaan johtuen piirustuksen monimutkaisuudesta. Siihen oli merkitty monenlaisia alueita tietyille komponenteille ja sovelluksille. Tämä tuotti haasteita kohdeilmastointijärjestelmän suunnittelussa. Lisäksi tilasta ei ollut saatavilla kolmiulotteista mallinnusta, joten tilan koon ja korkeuden hahmotus oli vaikeaa.

Työssä tiedettiin kuitenkin oleelliset arvot ja mitat työtiloista. Nämä auttoivat suunnitelman laatimisessa huomattavasti. Kirjallisena suunnitelmaoppaana toimi Tecalemit työympäristö: Kohdeilmastoinnin ja työympäristön suunnitteluopas. Se toimi ratkaisevana tekijänä suunnitelman laatimisessa. Opas oli riittävän kattava, jotta suunnitelma saatiin päätökseen.

Suunnitelmasta saatiin yksi varsinainen pääsuunnitelma, johon suoritettiin järjestelmän mitoitus ja laskentaosuus. Lisäksi pohjapiirustuksesta laadittiin toinen suunnitelumalli, mikäli itse pääsuunnitelmaa ei pystytä toteuttamaan. Vaihtoehtoiseen suunnitelmaan suoritettiin lyhytmuotoinen laskenta.

LÄHTEET

- Bosch. K. 2002. 6. painos. Autoteknillinen taskukirja. Suomentaja: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- Harju, P. K. 2008. 1. painos. Ilmastointitekniikan oppikirja 1. Anjalankoski: Solverpalvelut Oy
- Helsingins seudun ympäristöpalvelut. 2008. Ilmanlaatu: Terveysvaikutukset. [Verkkosivu]. [Viitattu: 11.1.2015]. Saatavana: <http://teksti.hsy.fi/seututieto/ilmanlaatu/tietoa/terveys/Sivut/default.html>
- Korkala, T & Laksola, J. K. 2012. 5. painos. Ilmastointi: Hoito ja Huolto. Helsinki: Meedia Zone OÜ
- Kulmala, K. Heinonen, K. Riipinen, H. Säämänen, A & Welling, I. 31.1.2004. Tietoverkko pölyntorjunnan avuksi. [Verkkosivu]. Tampereella 2004: Työsuojelurahasto. [Viitattu 11.1.2015]. Saatavana: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/kpl_1_4.htm
- Tecalemit Työympäristö. K. 2008. Kohdeilmastoinnin ja työympäristön suunnittely-
opas. Helsinki: Tecalemit Environment Oy.
- Tecalemit. [Verkkosivu] [Viitattu 11.1.2015] <http://www.teca.fi/materiaalipankki/tyoymparisto>
- Työturvallisuuskeskus. Ei päiväystä. Kemialliset tekijät. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.1.2015]. Saatavana: http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/kemialliset_tekijat
- Työsuojeluhallinto. Vaaralliset aineet: Havaitse, arvioi ja suojaa. Ei päiväystä. [Verkkosivujulkaisu] [Viitattu 11.1.2015]. Saatavana: http://www.tyosuojelu.fi/upload/Autokorjaamot_esite.pdf
- Työsuojeluhallinto. Huolto ja korjaus. Ei päiväystä. [Verkkosivujulkaisu] [Viitattu 11.1.2015]. Saatavana: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/forward/file/1423>
- Työsuojeluhallinto. 2010. Henkilösuojainten valinta ja käyttö työpaikalla. [Verkkosivujulkaisu] Tampere. [Viitattu 11.1.2015]. Saatavana: http://tyosuojelujulkaisu.wshop.fi/documents/2010/05/TSO_11.pdf

LIITTEET

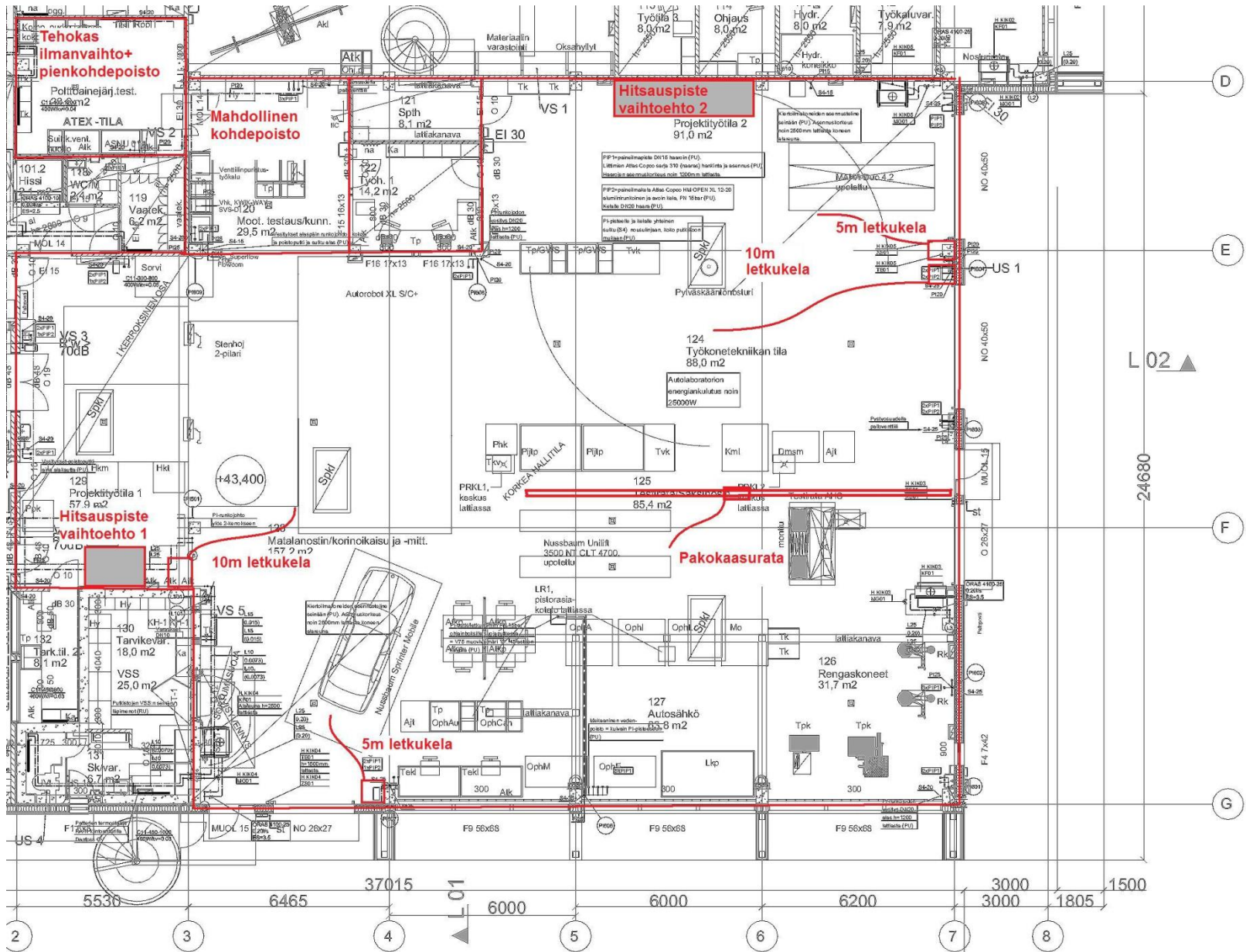
Liite 1. Frami pohjakuva autolaboratoriotiloista

Liite 2. Suunnitelman layout- kuva

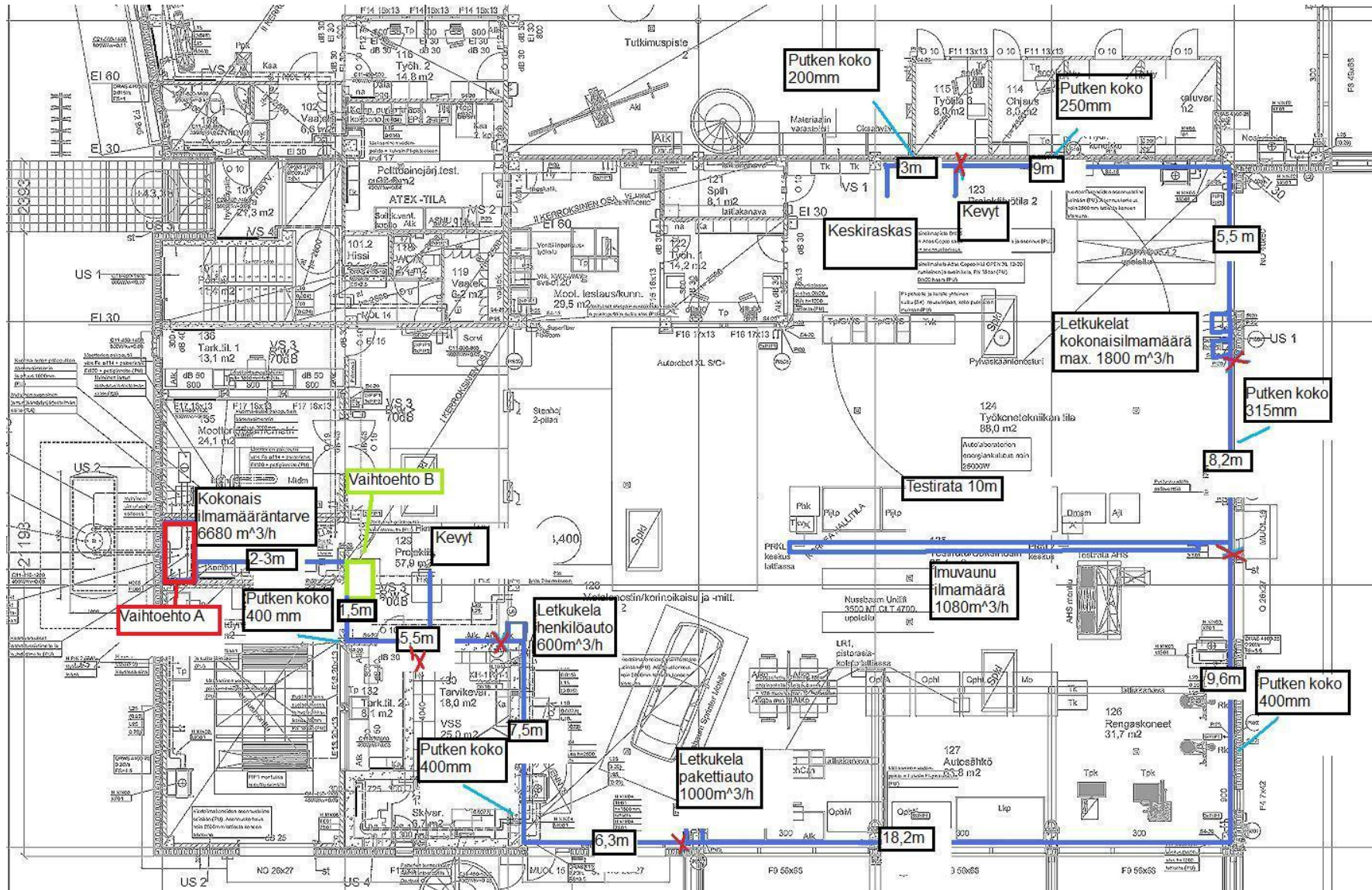
Liite 3. Laskentaan käytetty layout- piirros

Liite 4. Vaihtoehtoinen suunnitelma

LIITE 2 Suunnitelman layout- kuva



LIITE 3 Laskentaan käytetty layout- piirros



LIITE 4 Vaihtoehtoinen suunnitelma

