

Matti Seppänen

TEHTAAN
JÄTEVEDENPUHDISTAMON
PUMPPAAMON ILMANVAIHDON
PARANTAMINEN

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Marraskuu 2010



MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 2.12.2010	
Author(s) Matti Seppänen		Degree programme and option Building services engineering	
Name of the bachelor's thesis Improvement of ventilation for wastewater pumping station in pulp mill			
Abstract Waste waters from pulp mill contains several impurities which are harmful to people and equipment. The waste waters are handled many different ways. Impurities can be spread around the environment and also inside of buildings through ventilation systems. In this thesis the ventilation of the pumping station will be examined, concentrated for how the impurities in wastewater spread to the air. The ways to ensure good indoor climate in different situations will be tried to be found. Two separate ventilation systems was examined at the same time. Targets to improve for better indoor climate in different situations, was examined in pumping station. The function of the ventilation system for electricity room was examined for example with airflow measurements. Sources for impurities in the air were found in pumping station. The capacity of the ventilation was found sufficient. Causes for problems can be found from how the ventilation is used in different situations and time of the year. The air quality in the electrical room was found good, because of the improvements already done. It wasn't possible to adjust air flow and pressure differences between different rooms correctly, although situation is nowadays better than before. Capacity and condition of ventilation equipment was quite good, only small improvements were found both in pumping station as well as in electricity rooms. Improvement jobs will reduce impurities as well as to restrict them with ventilation. Ability to function will also be ensured.			
Subject headings, (keywords) Industry, electric rooms, ventilation, hydrogen sulfide			
Pages 45+15	Language finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Heikki Salomaa		Bachelor's thesis assigned by Efora Oy, Jani Pietinen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	ALUEELLA TOIMIVAT YHTIÖT	1
2.1	Efora Oy Imatra	1
2.2	Stora Enson Imatran tehtaas	2
3	JÄTEVEDEN PUHDISTAMO.....	2
3.1	Puhdistusprosessi.....	2
3.2	Pumppaamon ilmanvaihto	4
3.3	Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihto	5
3.3.1	Tuloilman suodatus.....	6
3.4	Ilmanvaihdon ohjausjärjestelmä ja ohjaus.....	6
4	EPÄPUHTAUDET JA NIIDEN LÄHTEET	6
4.1	Sellutehtaan jätevedet	6
4.1.1	Rehevöitymistä aiheuttavat aineet	7
4.1.2	Hapenkulutusta lisäävät yhdisteet.....	7
4.1.3	Muut ympäristöön haitallisesti vaikuttavat aineet	8
4.2	Ilman haitalliset epäpuhtaudet	8
4.2.1	Rikkivety.....	9
4.2.2	Legionella-bakteeri	10
5	TEOLLISUUDEN ILMANVAIHTO	11
5.1	Ilmanvaihdon tavoitteet teollisuudessa.....	11
5.1.1	Lämpötilan vaikutus prosessiin.....	11
5.1.2	Virtausnopeuden vaikutus prosessiin.....	12
5.1.3	Epäpuhtauksien vaikutus prosessiin	12
5.1.4	Suhteellisen kosteuden vaikutus prosessiin	13
5.1.5	Painesuhteiden vaikutus prosessiin.....	13
5.2	Ilman tarve	14
5.2.1	Mitoitus ylälämmön mukaan.....	14
5.2.2	Mitoitus kosteudenhallinnan mukaan	16
5.3	Hallin ilmavirtausten hallinta	16
5.4	Kohdeilmanvaihto.....	18
5.5	Ympäristöolosuhteiden luokitus	18
5.6	Sähkötilojen ja muiden puhdastilojen ilmanvaihto.....	20

5.6.1	Kuormitukset.....	20
5.6.2	Tilojen sijoitukset.....	21
5.6.3	Järjestelmät ja laitteet.....	22
5.7	Ulkoilman suodatus	22
5.7.1	Hiukkassuodatus	22
5.7.2	Kemiallinen suodatus.....	23
6	ILMANVAIHDON TOIMINNAN SELVITYS	25
6.1	Prosessitilojen ilmanvaihto	25
6.1.1	Epäpuhtaudet.....	25
6.1.2	Ilmavirrat ja ilmanjako.....	26
6.1.3	Painetasot	27
6.2	Sähkö- ja automaatiotilat	28
6.2.1	Epäpuhtaudet.....	28
6.2.2	Ilmavirrat ja ilmanjako.....	29
6.2.3	Ilmavirtojen mittaukset	31
6.2.4	Ilmavirtojen säätö.....	32
6.2.5	Tilojen painetasot.....	32
7	ILMANVAIHDON TOIMINTA	34
7.1	Prosessitilojen ilmanvaihdon toiminta.....	34
7.1.1	Lämpökuormien hallinta.....	34
7.1.2	Ilmanjako	35
7.1.3	Epäpuhtauksien hallinta	35
7.1.4	Poistot	36
7.1.5	Painetasojen hallinta	37
7.1.6	Ilmanvaihdon ohjaus.....	38
7.2	Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihdon toiminta.....	38
7.2.1	Painetasojen hallinta	38
7.2.2	Epäpuhtauksien hallinta	39
7.2.3	Ilmanvaihdon ohjaus.....	40
8	PÄÄTELMÄT.....	41
8.1	Prosessitilojen ilmanvaihdon parannusehdotukset	41
8.1.1	Epäpuhtauksien hallinta	41
8.1.2	Lämpökuormien hallinta.....	42
8.1.3	Ilmanvaihdon ohjaukset	42

8.2	Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihdon parannusehdotukset	43
8.2.1	Epäpuhtauksien hallinta	43
8.2.2	Ilmavirtojen hallinta ja ilmanjako	43
	LÄHTEET	45

LIITE/LIITTEET

1	IV-kaavio
2	HTP-arvot 2009 (s.35)
3	Sähkötilojen ilmastoinnin periaatepiirustukset
4	Rikkivetypitoisuuden mittauspisteet ja tulokset
5	Lämpöhäviö- ja kuormalaskelmat
6	Purafil korroosioraportti taustailmalle
7	Mittauspöytäkirja, ilmavirrat ennen säätöä
8	Mittauspöytäkirja, ilmavirrat säädön jälkeen
9	Paine-eromittausten mittauspisteet ja tulokset

1 JOHDANTO

Työ sai alkunsa syksyllä 2009, kun käynnistettiin toimenpiteet ongelmien ratkaisemiseksi jäteveden pumppaamorakennuksen sähkö- ja automaatiotiloissa. Vuoden aikana oli jouduttu uusimaan piirikortteja vasta muutaman vuoden ikäiseen automaatiojärjestelmään. Korteissa oli syöpymiä, joiden aiheuttajaksi paljastui rikkivety. Tehtaan jätevedenpuhdistamon automaatiolaitteet on todettu erittäin kriittisiksi koko puhdistamon ja jopa tehdasintegraatin toimivuuden kannalta.

Ongelman taustalta paljastui useita tekijöitä liittyen rakenteiden ja laitteiden kuntoon sekä käyttöön. Korjaavia toimenpiteitä tehtiin loppusyksyllä 2009 – keväällä 2010. Tässä työssä pyrittiin kertaamaan tapahtumat ja selvittämään laajemmin mitä ongelmien taustalta paljastuu sekä miten järjestelmää voitaisiin edelleen parantaa ja varmistua järjestelmän toiminnasta jatkossa.

Prosessitilojen ilmanlaatu ei ajoittain täytä työskentelytilalle asetettuja vaatimuksia. Työssä selvitettiin parantavat keinot ja toimenpiteet ilmanlaadun saattamiseksi riittävälle tasolle kaikkina vuodenaikoina.

2 ALUEELLA TOIMIVAT YHTIÖT

2.1 Efora Oy Imatra

Efora on kunnossapito- ja Engineering -palveluihin erikoistunut ABB:n ja Stora Enson yhteisyritys, ABB:n tytäryhtiö, jonka liiketoimintamalli perustuu ABB Full Service® -konseptiin. Yhtiö aloitti toimintansa 1.1.2009. Yhteisyritys tarjoaa kunnossapitopalveluja Stora Enson Veitsiluodon, Oulun, Varkauden, Imatran, Uimaharjun ja Heinolan tehtaille. Sopimus koskee kunnossapitoa, suunnittelu- ja projektitoimintoja sekä teknistä ostoa, varastotoimintoja ja dokumenttien hallintaa. [1.]

Eforan kokonaiskunnossapitopalvelut vastaa tehtaan laitteiden päivittäisestä huoltotoiminnasta. Tehtäväkenttään kuuluvat esimerkiksi laitteiden ennakkohuoltojen järjestäminen ja suunniteltujen korjausseisokkien läpivienti. [1.]

Erikoiskunnossapito keskittyy huoltotoimenpiteisiin jotka vaativat erikoisosaamista ja tehokkuutta. Tyypillisiä tehtäviä ovat erikseen määriteltyjen laitteiden ja laitetyyppien, esimerkiksi telojen huolto- ja korjaustoiminta, kunnonvalvonta, voitelu- ja hydrauliiikkatyöt sekä sähkömoottorienhallinta. [1.]

Efora Engineering tuottaa asiakkailleen suunnittelu- ja projektointipalveluja. Tyypillisiä Engineeringin palveluja ovat esimerkiksi investointihankkeiden valmistelu, tehdasinvestointien läpivienti, pienprojektit ja kehityshankkeet sekä erilaiset suunnittelupalvelut. [1.]

2.2 Stora Enson Imatran tehtaot

Stora Enson Imatran tehtaot koostuvat Kaukopään ja Tainionkosken tehdasalueista, jotka sijaitsevat n. 5 km päässä toisistaan. Imatran tehtailla valmistetaan pääasiassa kuluttajapakkauskartonkia. Imatra on maailman suurin kuluttajapakkauskartonkien valmistaja [7.].

Imatran tehtailla tuotetaan: [7.]

- 900 000 t/a valkaistua sellua
- 200 000 t/a valkaisuamatonta havusellua
- 200 000 t/a valkaisuamatonta CTMP
- 110 000 t/a paperia
- 970 000 t/a kartonkia

3 JÄTEVEDEN PUHDISTAMO

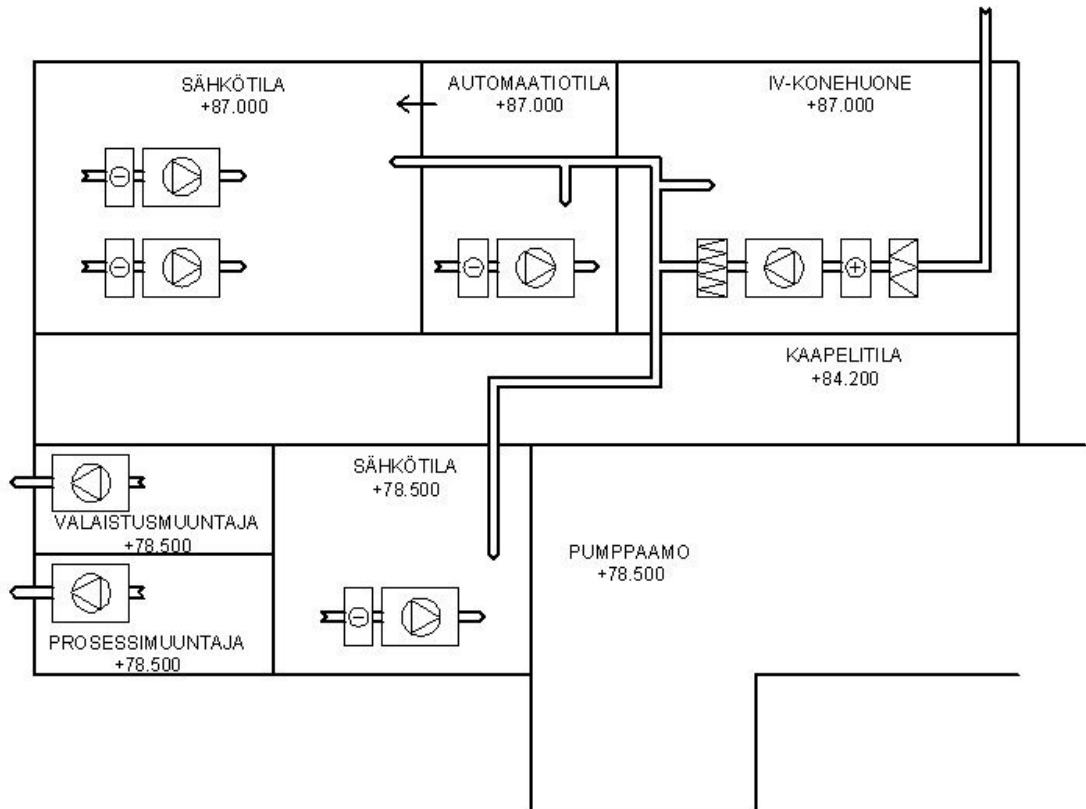
3.1 Puhdistusprosessi

Sellutehtaan jätevedet käsitellään 1992 valmistuneessa biologisessa puhdistamossa (aktiivilietelaitos). Biologisessa puhdistuksessa käytetään hyväksi mikro-organismien kykyä elää jätevesissä. Mikrobit hajottavat liuenneita tai kolloidimuodossa olevia jätteaineita käyttäen niitä ravintonaan. Jätteaineet poistetaan osin biomassan muodossa ja osa muuttuu hiilidioksidiksi ja vedeksi. Aktiivilieteprosessissa on kaksi pääyksikköä, ilmastusallas ja selkeytys. Niiden yhteistoiminta määrää koko prosessin käyttökelpoisuuden. [5.]

KUVA 2. Pumppaamotilan ilmanvaihto, kaavio

3.3 Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihto

Koko jätevedenpuhdistamon toimintaa palvelevat sähkö- ja automaatiotilat sijaitsevat pumppaamorakennuksen ylimmässä kerroksessa. Alakerran päädyssä sijaitsee lisäksi erillinen sähkötila sekä muuntajat. Yläkerran tilojen ja prosessitilan välissä on kaapelitila. (kuva 3; liite 1)



KUVA 3. Sähkö- ja automaatiotilojen sijoitus ja ilmanvaihto, kaavio

Näiden puhdastilojen ilmanvaihto on toteutettu ylipainejärjestelmällä. Lisäksi tiloissa on erilliset jäähdyttimet. Tuloilma otetaan rakennuksen katolta. Ilma lämmitetään ja puhdistetaan tuloilmakojeella ja jaetaan kanavistolla sähkö- automaatiotiloihin sekä alakerran sähkötilaan. Automaatiotila on rakennettu sähkötilan yhteyteen jälkikäteen, jolloin sen ilmanvaihto on järjestetty ottamalla tilan lävistävästä kanavasta haara joka on varustettu säätöpellillä. Automaatiotilaan tuleva ilma poistuu siirtoilmasäleikön kautta sähkötilaan. Sähkötilojen jäteilma poistuu mm. ovirakojen kautta ulos tai likaisempiin tiloihin.

3.3.1 Tuloilman suodatus

Tuloilma suodatetaan ennen puhallusta tiloihin. Lämmityspatterin jälkeen on karkeasuodatin EU5. Kemiallisen suodattimen jälkeen on EU9 suodatin.

Esisuodatuksen jälkeen on kaksivaiheinen kemiallinen suodatin. Suodattimen valmistaja on Climecon. Ensimmäisen portaan suodatinmassa on tyypiltään ”Puracarb”, joka poistaa mm. rikkivetyä, rikkidioksidia ja klooria. Toisen portaan suodatinmassa on tyypiltään ”Purafil Select”. Select poistaa tehokkaasti rikkivetyä, rikkidioksidia, typen oksideja sekä formaldehydiä.

3.4 Ilmanvaihdon ohjausjärjestelmä ja ohjaus

Ilmanvaihtolaitteita ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän, Computec kautta. Ohjaus tapahtuu tyypillisesti LVI-huollon henkilökunnan toimesta etäohjattuna.

4 EPÄPUHTAUDET JA NIIDEN LÄHTEET

4.1 Sellutehtaan jätevedet

Selluteollisuus käyttää tuotantoprosesseissaan runsaasti vettä prosessin raaka-aineena mm. massojen ja kemikaalien laimennukseen sekä erilaisiin pesuihin ja huuhteluihin. Nämä vedet likaantuvat käytön aikana ja ne joudutaan puhdistamaan ennen johtamista takaisin vesistöön. Lisäksi vettä käytetään prosessilaitteiden jäähdytyksessä ja voitelussa. Jäähdytykseen käytettävä vesi on raakavettä lähes sellaisenaan. Jäähdytysvesi palautetaan ilman erillistä käsittelyä takaisin vesistöön, koska se ei likaannu käyttökohteissaan. [5.]

Selluteollisuuden jätevedet sisältävät puuta joko alkuperäisessä tai muuttuneessa muodossa (esimerkiksi ligniini, tärkkelys, alkoholit). Lisäksi jätevesissä on erilaisia prosessin apuaineita ja kemikaaleja joko alkuperäisessä tai muuttuneessa muodossa. Valtaosa jätevesistä syntyy valkaisuolinjalla. Muissa prosesseissa jätevedet pystytään käyttämään varsin hyvin hyödyksi, mutta valkaisuolinjan suodosten hyötykäyttö on hankalaa. Ongelman muodostavat puusta ja valkaisuokemikaaleista peräisin olevat suolat (lähinnä kalium ja kloridi), joiden kertyminen tehtaan lipeäkiertoon aiheuttaa

suuria ongelmia esimerkiksi soodakattilalla. Sellun valkaisuun jättevedet sisältävät puusta liuenneiden orgaanisten yhdisteiden lisäksi myös puun mukana tulleita epäorgaanisia suoloja. Valtaosa ECF-valkaisussa (Elemental Chlorine Free) käytetystä klooridioksidista poistuu klorideina jätevesien mukaan ja vain pieni osa kloorattuina orgaanisina yhdisteinä. Valkaisuun alkalisissa suodoksissa on paljon orgaanista ainesta ja happamissa taas epäorgaanista ainesta. [5.]

4.1.1 Rehevöitymistä aiheuttavat aineet

Vesistöjen rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet ovat peräisin puusta ja jätevedeen tarkoituksella lisätyistä ravinteista. Lisäravinteilla pyritään siihen, että aktiivilietelaitoksen mikrobikanta saa orgaanista ainetta ja ravinteita oikeassa suhteessa ja näin toimii mahdollisimman tehokkaasti. [5.]

Fosfori (P) on peräisin puuraaka-aineesta ja jätevedeen ennen aktiivilietelaitosta lisäystä fosforipitoisesta ravinteesta. [5.]

Typpi (N) on pääasiassa peräisin jätevedeen ennen aktiivilietelaitosta lisätyistä typpiravinteista. Lisäksi typpeä liukenee jätevesiin raaka-aineena käytetystä puusta. [5.]

4.1.2 Hapenkulutusta lisäävät yhdisteet

Happea kuluttavia yhdisteitä ovat esimerkiksi alkoholit ja sokerit. Hapenkulutusta kuvataan BOD (Biological Oxygen Demand, Biologinen hapenkulutus) ja COD (Chemical Oxygen Demand, kemiallinen hapenkulutus) -arvoilla. BOD kuvaa, kuinka paljon happea (mg/l) jäteveden orgaaninen aines vesistöissä kuluttaa. Luku antaa käsityksen siitä, kuinka paljon jätevesissä on helposti hajoavaa eloperäistä ainesta. COD kuvastaa jätevedessä olevien sekä nopeasti että hitaasti hajoavien eloperäisten aineiden yhteismäärää. [5.]

Massan valmistuksen eri vaiheissa puusta liukenevat aineet (pääasiassa ligniiniä ja hiilihydraatteja) kuluttavat vedessä hajotessaan happea. Jos hapenkulutus on suuri, vesistöissä saattaa erityisesti jääpeitteen alla aiheutua happikatoa. [5.]

4.1.3 Muut ympäristöön haitallisesti vaikuttavat aineet

Sellu- ja paperitehtaan jätevedet sisältävät puuraaka-aineesta käsittelyn eri vaiheissa irronneita kuituja. Kuitujen joutumisesta vesistöihin aiheutuu kiintoainekuormitusta [5.].

Myrkylliset eli toksiset yhdisteet aiheuttavat eliöstössä epänormaalia aineenvaihduntaa. Kaikkia toksisia yhdisteitä ei saada biologisessa puhdistuksessa poistettua, joten niihin olisikin syytä kiinnittää huomiota jo syntyvaiheessa. [5.]

Puunjalostusteollisuuden jätevesissä AOX:llä eli orgaanisilla halogeeneilla tarkoitetaan lähinnä orgaanisesti sidotun kloorin päästöjä, jotka ovat peräisin sellun valkaisusta. [5.]

Kuorimon jätevedet sisältävät etupäässä puun kuoresta liuenneita väri- ja uuteaineita (rasva- ja hartsihappoja, terpeenejä). Näiden yhdisteiden on todettu olevan myrkyllisiä veden eliöstölle. [5.]

Orgaaniset rikkiyhdisteet ovat suurelta osin peräisin sellutehtaan haihduttamon primääri- ja sekundäärilauhteista. Nykyisin lauhteet käsitellään ja käytetään prosessissa, joten orgaanisten rikkiyhdisteiden päästö on normaalioloissa vähäistä. [5.]

4.2 Ilman haitalliset epäpuhtaudet

Epäpuhtaudet ilmassa voivat vaikuttaa ihmisiin monilla tavoin [4.]:

- ärsyttämällä hengitysteitä (esim. rikin oksidit)
- vaikuttamalla huumaavasti (esim. liuottimet)
- vaikuttamalla tukahduttavasti
- muuttamalla keuhkokudoksia (esim. asbesti)
- karsinogeenisesti (aiheuttamalla syöpää)
- mutageenisesti (muuttamalla perimää)
- teratogeenisesti (aiheuttamalla epämuodostumia)
- aiheuttamalla pahoinvointia (esim. hiilivedyt)
- aiheuttamalla päänsärkyä (esim. häkä)
- aiheuttamalla allergiaa

selvästi pakkasen puolella, kun taas katonrajassa ilman lämpötila on taas jopa yli 40 °C. (Liite 5)

Tuloilmapuhaltimia on käytännössä ohjattu toisella tavalla. Kesällä puhaltimet on olleet päällä, mutta toisaalta iso nosto-ovi on pidetty täysin auki. Talvella tulo- ja poistoilmakojeet toimivat puolella teholla, mutta joskus koneet on pidetty pois päältä, jolloin ilma on vaihtunut tilassa käytännössä painovoimaisesti.

7.1.2 Ilmanjako

Suurimmat lämpökuormat sijoittuvat pumppumonttuun. Tuloilmakanavan suuttimet on suunnattu kuoppaan. Kun poistot sijaitsevat oviaukon vieressä, liikkuu ilma melko suoraviivaisesti pumppukuopasta ovelle päin. Tilan toiselle laidalle jää kaista, missä lämmin lattiapinta nostaa ilmaa ylöspäin, mutta sen vaihtuvuus on huonompi kuin pumppukuopassa. Tällä alueella sijaitsevat tilan suurimmat epäpuhtauslähteet.

7.1.3 Epäpuhtauksien hallinta

Suurin epäpuhtauksien lähde on välppäkoneiston kohdalla oleva aukko jätevesikanaaliin. Kuuma ja likainen ilma pääsee nousemaan kanaalista. Välppäkoneisto nostaa kanaalista ajastettuna kiintoaineita, jotka hihnakuuljetin vie Jätelavalle. Lavalla oleva lämmin jäte luovuttaa myös epäpuhtauksia tilaan. Pahimmat epäpuhtauslähteet on esitetty kuvassa 6.

tuottaman ilmamäärän muuttamista esim. hihnavälitystä muuttamalla. Nykyisin puhallin kuormittuu liikaa ilmavirtaa kuristettaessa ja on siten vaarassa vikaantua. Ilmamäärien säädettävyyttä helpottaisivat seuraavat parannukset:

- Tuloilmakoneen hihnapyörien muutos →kokonaisilmamäärä pienenee.
- Tuloilma kaapelitilaan. Päätelaite tai useampi alakerran sähkötilaan menevään kanavaan, joka kulkee kaapelitilan läpi.
- IV-tilan tuloilmakanavan avartaminen ja päätelaitteen uusiminen kiinteillä paine-eroysteillä varustettuun →mahdollistaa ilmavirran mittaamisen ja säädön.
- Kiinteä mittauselin alakerran kaapelitilaan menevään kanavaan →mahdollistaa ilmavirran mittaamisen ja säädön.

Kokonaisuutena sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihto täyttää hyvin tämän päivän vaatimukset. Rakennuksen tiiveyden muuttuminen on aiheuttanut tarpeen säätää ilmanvaihto sen mukaiseksi. Ennakkohuoltoon panostamalla laitteisto pysyy hyvässä toimintakunnossa kaikissa odotettavissa olevissa olosuhteissa.

