

KONEHALLIN ILMANVAIHDON SELVITYS

Mäenpää Paavo

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Paavo Mäenpää	Vuosi	2024
Ohjaaja	Maria Tikka		
Toimeksiantaja	Rakennusliike Rekonen Oy		
Työn nimi	Konehallin ilmanvaihdon selvitys		
Sivumäärä	22 + 4		

Toimiva ilmanvaihto on tärkeä osa kiinteistöä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Rakennusliike Rekosen omistaman konehallin ilmanvaihdon toimivuutta. Ilmanvaihdon toimivuudesta ja huoltohistoriasta ei ollut tietoa.

Tutkimus suoritettiin konkreettisesti laitteistoihin ja käyttöohjeisiin tutustumalla. Lopuksi suoritettiin lyhyt toimintakoe ilmanvaihdolle.

Työn tuloksena saatiin tieto, että ilmanvaihtojärjestelmä on toimiva, mutta vaatii huoltoa. Säättöjä on myös mahdollista tehdä varsin helposti, mutta ennen niiden tekemistä täytyy järjestelmää koekäyttää nykyisillä asetuksilla pidempään. Työn yhteydessä laadittiin huoltokirja sekä kustannuslaskelma koneen huoltotarpeista.

Degree Programme in Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Paavo Mäenpää	Year	2024
Supervisor	Maria Tikka		
Commissioned by	Rakennusliike Rekonen Oy		
Title	Ventilation Survey of a Service Building		
Number of pages	22 + 4		

Good ventilation is an important part of a building. The purpose of this thesis study was to investigate the functionality of the ventilation in a service building owned by Rakennusliike Rekonen. There was no information about the functionality and maintenance history of the ventilation system.

The study was carried out by a concrete inspection of the equipment and the operating instructions. Finally, a short functional test of the ventilation was carried out.

The result of the study was that the ventilation system is functional but requires maintenance. It is also possible to make adjustments quite easily, but before doing so the system needs to be tested for a longer period of time with the current settings. A maintenance logbook and a cost estimate of the machine's maintenance needs were drawn up as part of the study.

Keywords

ventilation system, engineering, service building

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 ILMANVAIHDON JA HUOLLON MERKITYS	6
3 KONEHALLIN OMISTUSHISTORIA JA TULEVAISUUS	7
4 NYKYINEN IV-KONE JA LAITTEISTOT	8
4.1 Tekniset tiedot	8
4.2 Suodattimet	8
4.3 Puhaltimet	9
4.4 Jälkilämmityspatteri	10
4.5 Lämmön talteenotto	11
4.6 Äänenvaimennin	11
4.7 Ilmapellit	11
4.8 Mittarit	12
4.9 Valvonta-alakeskus	12
4.10 Kanavisto ja päätelaitteet	13
4.11 Huoltohistoria	14
5 NYKYTARPEEN SELVITYS	17
5.1 Käyttäjien tarpeet	17
5.2 Lainsäädäntö ja määräykset	17
6 TARPEIDEN JA SÄÄDÖSTEN SOVELTAMINEN	18
6.1 Ilmamäärät	18
6.2 Kohdepoistot	18
7 TARVITTAVAT MUUTOSTYÖT JA KUSTANNUKSET	19
7.1 Huoltokirja	19
7.2 Muutostyöt ja kustannukset	19
8 POHDINTA	20
LÄHTEET	21
LIITTEET	22

1 JOHDANTO

Toimiva ilmanvaihto on tärkeä osa kiinteistöä. Ilmanvaihdon toiminta ei vaikuta pelkästään ihmisiin, vaan sillä on merkitystä myös rakenteiden kestävyYTEEN. Oikein suunniteltu, asennettu ja huollettu kokonaisuus mahdollistaa rakennuksen täyden potentiaalin hyödyntämisen.

Opinnäytetyössä syvennyttään Rakennusliike Rekosen omistaman kiinteistön konehallin ilmanvaihtoon. Kiinteistöä ollaan ottamassa täysmääräiseen käyttöön, kunhan muutto vanhoista tiloista valmistuu vuoden 2024 aikana. Kiinteistö ja siinä oleva konehalli on otettu käyttöön vuonna 2001 palvelemaan Tielaitoksen toimintoja. Kiinteistö on siirtynyt rakennusliikkeen omistukseen vuonna 2019.

Konehallissa on ilmanvaihtokone ja kanavistot päätelaitteineen, mutta ne eivät ole olleet käytössä koko Rakennusliikkeen omistuksen aikana. Ilmanvaihdon toimivuudesta ei ole siten tietoa. Tavoitteena on selvittää, toimiiko nykyinen kone ja onko sen toiminta tarvittaessa kustannustehokkaasti muutettavissa.

2 ILMANVAIHDON JA HUOLLON MERKITYS

Ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa epäpuhtauksia ja tuoda puhdasta ilmaa tilalle. Samalla voidaan hallita ilman lämpötilaa, kosteutta ja liikettä. Tämä on mahdollista käsittelemällä tulo-, poisto- tai kierrätysilmaa. Mikäli työtiloissa muodostuu ilman epäpuhtauksia tai lämpökuormia, tarvitaan yleisesti ottaen koneellista ilmanvaihtoa riittävän ilman vaihtumisen turvaamiseksi. Työnantajalla on velvollisuus estää työntekijöiden altistuminen haitallisille ilman epäpuhtauksille. Lisäksi työnantajan on huolehdittava, että työpaikalla ei ole hapen puutetta tai muusta vastaavaa vaaraa. (Työsuojeluhallinto 2024.)

Ilmanvaihdon laadukas suunnittelu ja toteutus ovat tärkeässä osassa, mutta käytönoton jälkeistä huoltoa ei pidä unohtaa. Ilmanvaihto liikuttaa ilmaa ja samalla epäpuhtauksia, jotka voivat kertyä järjestelmään ja sitä kautta altistaa käyttäjiä. Lisäksi huoltamaton järjestelmä voi toimia ei toivotulla tavalla. Järjestelmällinen kunnossapito ehkäisee näitä riskejä. Järjestelmällisyyteen kuuluu huoltotoimien ohella huoltokirjan vaatimien huoltojen dokumentointi.

3 KONEHALLIN OMISTUSHISTORIA JA TULEVAISUUS

Inarin kunta rakennutti tukikohtarakennuksen Tielaitoksen Lapin tiepiirille. Rakentaminen alkoi vuonna 2000 ja rakennus otettiin käyttöön tammikuussa 2001. Konehallin lisäksi rakennuksessa oli toimistotilat ja kylmä varastotila. Omistus siirtyi Tielaitokselle rakennuksen valmistuttua kunnan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti. Lyhyen ajan kuluttua Tielaitoksesta tuli Tieliikelaitos ja sittemmin Destia. Destian yksityistämisen seurauksena tukikohdan omistus siirtyi Senaatti-kiinteistöille. Sen jälkeen tilassa oli vuokralla tienpitäjiä vuoteen 2019 asti. (Rekonen 2024.)

Rakennusliike Rekonen osti kiinteistökokonaisuuden Senaatti-kiinteistöiltä vuonna 2019. Kiinteistön osittainen käyttö alkoi vuonna 2022. Konehalli toimi työkoneiden ja autojen säilytystilana. Sitä käytettiin myös satunnaisiin työsuoritteisiin. Vuonna 2022 konehallin lämmitysjärjestelmä uusittiin toimimaan maalämmöllä, kun konehallin käyttö havaittiin tarpeelliseksi tulevaisuuden osalta. Konehallin viereinen kylmänä ollut varasto muutettiin lämpimäksi tilaksi ja sulautettiin konehalliin kevättalvella 2023. (Rekonen 2024.)

Konehallin täysi potentiaali on määrä ottaa käyttöön kesällä 2024. Tiloissa tulee silloin olemaan omat osastot työkalujen ja koneiden huollolle, tavaroiden säilytykselle ja tulitöille. Lisäksi pesupaikan vaatima tila tyhjennetään ja varustellaan tarvittavin pesukalustoin. Konehallissa on tarkoitus suorittaa huoltotöitä sekä satunnaisia rakennustöihin ja esivalmisteluihin liittyviä tulitöitä. Ilmanvaihdon näkökulmasta pesupaikan käyttäminen edellyttää ilmanvaihdon toimivuutta. Tulitöistä ja huoltotöistä aiheutuvat savut saadaan hallitusti pois nykyisellä kohdepoistoimurilla.

4 NYKYINEN IV-KONE JA LAITTEISTOT

4.1 Tekniset tiedot

Ilmastointikone on saksalaisen Wolf-yhtiön valmistama kokonaisuus. Kone koostuu useista erillisistä moduuleista, jotka on yhdistetty paikan päällä toisiinsa (kuvio 1). Koneen tyyppi on KG 63 Standard ja se kykenee käsittelemään ilmaa 3600 kuutiometriä tunnissa. Rakenteena runkopaneeleissa on 25 mm eristyksellä olevat galvanoidut teräslevyt (Stratoco 2009).



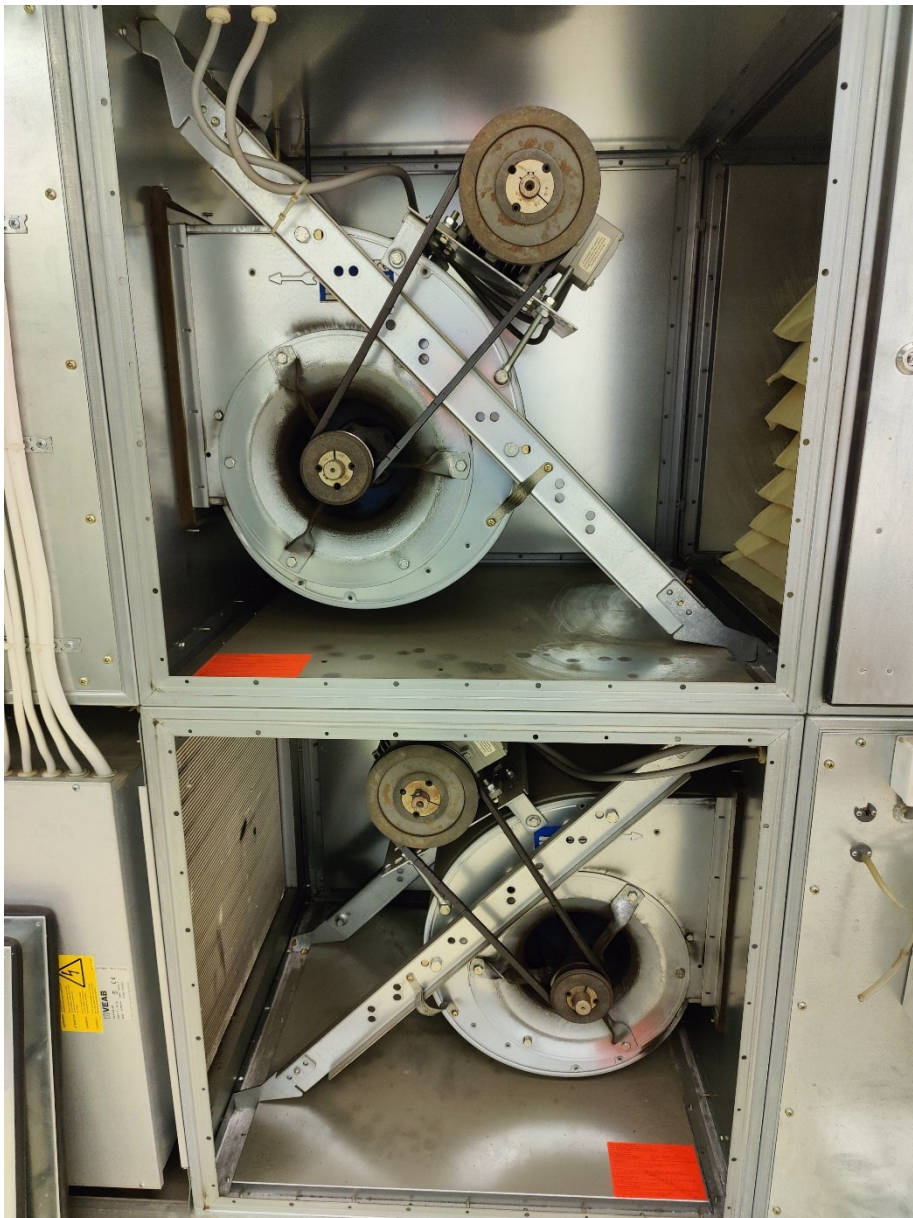
Kuvio 1. Moduuleista koostuva ilmastointikone

4.2 Suodattimet

Tulo- ja poistopuolella on omat suodattimet. Suodattimet ovat helposti vaihdettavat ja pussimalliset suurella suodatuspinta-alalla. Tulopuolen suodattimena toimii F7-luokan suodatin ja poistopuolen suodatin on M5-luokkaa. Suodattimet ovat vanhan EN 799 standardin mukaisia suodattimia (Suodatinmestarit 2024).

4.3 Puhaltimet

Tulo- ja poistoilmapuhaltimina toimivat hihnavälitteiset keskipakoispuhaltimet. Puhaltimet ovat päällekkäisissä moduuleissa kuten huomataan kuviosta 2. Tulo- puhallin sijaitsee alapuolella ja poistoilmapuhallin yläpuolella. Hihnapyöriä pyörittävät kolmivaiheiset sähkömoottorit, jotka ovat tehoiltaan 1,5 kW. Puhaltimet kykenevät siirtämään ilmaa 3600 kuutiometriä tunnissa ja niiden pyörimisnopeutta saadaan säädettyä taajuusmuuttajilla.



Kuvio 2. Tulo- ja poistoilmapuhallin

4.4 Jälkilämmityspatteri

Ilmanvaihtokoneessa jälkilämmityspatterina toimii Veabin valmistama lämmityspatteri (kuvio 3). Se on kytketty kolmivaihevirtaan ja on sähköteholtaan 23,3 kW. Sähkövastukset toimivat viidessä portaassa ja niiden ohjausta säättää VAK-järjestelmä. Patterissa on kaksi ylikuumenemissuojaa. Ensimmäinen taso laukeaa 90 celsiusasteen lämpötilassa ja palautuu automaattisesti. Toisen tason laukeaminen vaatii 120 asteen lämpötilan ja sen saa palautettua punaisella kuittausnapilla. (Wolf 1999, 13.)



Kuvio 3. Jälkilämmityspatteri

4.5 Lämmön talteenotto

Ilmanvaihdon lämmön talteenotto on järjestetty pyörivällä roottorilämmönsiirtimellä. Lämmönsiirrin on ruotsalaisen Emotron-yhtiön valmistama. Roottorin halkaisija on 900 mm. Lämmönsiirrinpaketti sisältää myös ohjauspaneelin, josta toimintoja voi seurata ja säätää. Lämmönsiirtimen pyörintänopeutta voidaan muuttaa 0,33 ja 20 rpm välillä (Emotron 1996). Pyörivien lämmönsiirtimien lämpötilahyötysuhteet ovat yleisesti 60 - 80 % (Seppänen 2004, 96).

4.6 Äänenvaimennin

Tuloilma-puhaltimen jälkeen sijaitsee äänenvaimenninyksikkö. Ääniteknisesti puhaltimet ovat kriittisiä, sillä ääni siirtyy kanavistoa pitkin huoneeseen (Seppänen 2004, 197). Äänenvaimennin ei ole avattavaa mallia. Sen vaimennusmateriaalina toimii todennäköisesti mineraalivilla, sillä se on eniten käytössä oleva absorptiomateriaali (Sandberg 2016, 189).

4.7 Ilmapellit

Koneessa on kaksi ulkoilman sulkupeltiä. Raittiin ulkoilman sulkupelti sijaitsee välittömästi raitisilmakammion jälkeen. Sulkupeltiä kääntää Siemensin valmistama peltimoottori. Peltimoottorissa on lisäksi jousipalautus, eli pelti sulkeutuu, mikäli virransyöttö katkeaa (Siemens 2021, 2). Pellin sulkeutuminen sähkökatkon aikana on tärkeää, jotta vältytään jäätymisvaurioilta (Sandberg 2016, 166).

Toinen sulkupelti on poistopuolen kanavassa ennen lämmönvaihdinta. Sitä operoidaan Belimon toimilaitteella. Toimilaitteella on mahdollista säätää pellin avautumissuhdetta tarpeen mukaan.

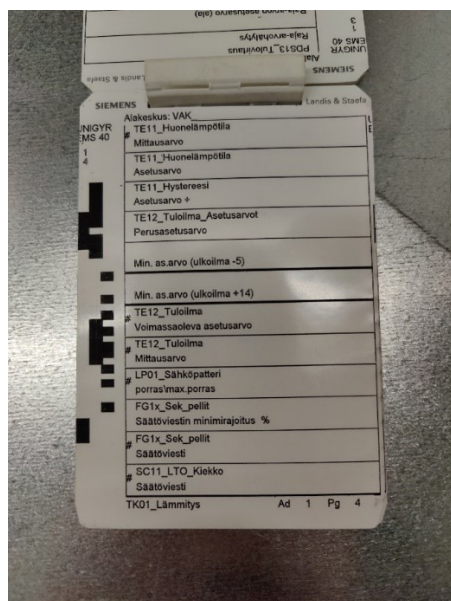
Kiertoilmapellit sijaitsevat poistopuolen sulkupellin ja tuloilman välissä. Pelleillä ohjataan sisäkiertoa, mikäli hallin lämpötila laskee alle asetusarvon (LVI-Insinööritoimisto Mäkelä 2000). Kiertoilmapeltejä ohjaa Belimon toimilaitte. Pelleissä on jousipalautus kuten ulkoilman pelleissä.

4.8 Mittarit

Koneen ja kanaviston osissa on useita mittareita ja antureita, joilla seurataan painetasoja, lämpötiloja ja virtauksia. Anturit antavat tarvittaessa hälytyksiä ja valvonta-alakeskus ohjaa koneen toimintaa niiden antaman tiedon perusteella. Manuaaliset mittarit antavat tärkeää tietoa kunnossapidon näkökulmasta esimerkiksi suodattimien täyttöasteista ja mahdollisista ilmavuodoista.

4.9 Valvonta-alakeskus

Valvonta-alakeskus eli VAK, huolehtii kiinteistön toiminnoista ja ohjauksista. Se ohjaa ja valvoo myös ilmanvaihdon toimintaa. Yleisprosessiyksikkönä toimii Siemensin valmistama PRU10.64. Sen pääkäyttökohteena toimivat LVIS-sovellukset (Siemens 1999, 1). VAK:iin on suunnitteluvaiheessa ohjelmoitu tarvittavat toiminnot ja niitä käytetään toimilaitteella. Toimintojen valitsemiseksi käytetään erityisiä ohjauskortteja (kuvio 4). Ohjauskortin alalaidassa on optinen koodi, jonka laitteisto yhdistää esiohjelmoituun toimintoon. Täten 12 rivisellä näytöllä voidaan suorittaa laajempi lukumäärä toimintoja, kunhan korttia vaihdetaan tarpeen mukaan. Kortteja on ohjelmoitu laitteistoon 12 kappaletta.



Kuvio 4. Prosessiyksikön ohjauskortti

4.10 Kanavisto ja päätelaitteet

Ilmanvaihtojärjestelmän kanavistot on valmistettu sinkitystä teräksestä ja ovat pääosin kierresaumakanavaa (kuvio 5). Tilan säästämiseksi koneen päässä kanavisto on suorakaidekanavaa, täten hallin vapaakorkeus on saatu riittäväksi peräseinän kohdalla. Tulopuolen kanava alkaa 800 x 300 kanttikanavana ja jatkuu 500 millimetrisenä kierresaumakanavana, kunnes päättyy 315 millimetrisellä yhteellä varustettuihin päätelaitteisiin. Päätelaitteina toimivat Swegonin CVH-kartiohajottajat, jotka on varustettu liitäntälaatikoilla. Laatikot toimivat äänenvaimentajina sekä niissä on säätöpellit ja mittausyhteet (Swegon 2011). Hajottajia on yhteensä kuusi kappaletta. Poistoilma otetaan hallin katosta suorakaiteen muotoisilla Swegonin GRL-säleiköillä. Säleiköt on varustettu liitäntälaatikoin. Laatioissa on säätöpelti sekä mittausmahdollisuus.



Kuvio 5. Hallin ilmanvaihdon kanavisto ja päätelaitteet

4.11 Huoltohistoria

Ilmanvaihtokoneen huoltohistoriasta ei ole täysin tarkkoja tietoja, sillä huoltokirja on jäänyt laatimatta, tai se on vuosien aikana kadonnut. Kiinteistöllä on ollut historiansa aikana useita eri käyttäjiä ja huoltajia, mistä syystä huoltotietoja ei löytynyt mistään. Suodatinlaatikosta löytyi kuitti vuodelta 2004, jolloin on tilattu neljä sarjaa suodattimia. Kyseisiä suodattimia oli jäljellä vielä yksi sarja, joten suodattimet on vaihdettu todistetusti ainakin kolme kertaa vuosien 2004 ja 2019 välillä. Sen jälkeen kone on seissyt käyttämättä. Koneessa paikallaan olevien suodattimien kunnosta päätellen huoltoväli on päässyt ylittymään pahasti (kuvio 6). Suodattimien suositeltu minimi vaihtoväli on yhdestä kahteen kertaan vuodessa riippuen olosuhteista (Suodatinmestarit 2024). Päätelaitteiden ja kanavistojen visuaalista kuntoa arvioimalla voidaan myös todeta, että huoltotoimet ovat jääneet tekemättä. Tulopuolen kanttikanavan seinämissä on selvää pinttynyttä likaa ja asennusaikaista roskaa, kuten voidaan havaita kuviosta 7. Päätelaitteiden sisäpinnoilla on myös kerrostunutta likaa.



Kuvio 6. Uusi ja vanha tulopuolen suodatin



Kuvio 7. Tuloilmakanavassa likaa ja roskaa

5 NYKYTARPEEN SELVITYS

5.1 Käyttäjien tarpeet

Rakennusliike Rekosen kalustonhuolto on siirtymässä konehallin puolelle ja ilmanvaihdon puute on havaittu joissain keskeisissä toiminnoissa. Kohdepoistoja käytettäessä kaikki höyryt ja hajut eivät poistu hallista. Erityisesti hitsauksen käryt kulkeutuvat helposti seinän takana oleviin toimistotiloihin. Pesupuolta käytettäessä ilmankosteus nousee nopeasti ja laskee hitaasti erityisesti kesällä. Ilmanvaihdon tulisi toimia siten, että se ei ole tarpeettomasti päällä, kun tilassa ei työskennellä. Tilassa tulisi työskentelemään yhtä aikaa maksimissaan kuusi työntekijää. Tarpeen ilmentyessä ilmanvaihto tulisi saada helposti päälle. Ilmanvaihdon tulisi toimia mahdollisimman energiatehokkaasti, sillä kiinteistön sähkönkulutusta on saatu pienennettyä maalämpöön siirtymisen johdosta. (Rekonen 2023.)

5.2 Lainsäädäntö ja määräykset

Konehallia käsitellään työtilana ja sitä koskevat työturvallisuuslaki ja valtioneuvoston asetus turvallisuus- ja terveystaakimuksista. Niissä sanotaan, että ilmanvaihto tulee pitää kunnossa ja sen tulee olla riittävä. Selvät epäpuhtauslähteet on varustettava kohdepoistolla ja ulkoilmavirta on oltava riittävä huomioiden työtilassa työskentelevien määrä tai työvaiheiden laatu. Ulkoilmavirroille on annettu henkilömäärään ja pinta-alaan perustuva minimitaso. Molemmat ehdot tulee täyttyä, jotta ilmanvaihto on vaatimusten mukainen. (Ympäristöministeriö 2020, 21.)

6 TARPEIDEN JA SÄÄDÖSTEN SOVELTAMINEN

6.1 Ilmamäärät

Konehallin ilmanvaihdon suunnittelun ja rakentamisen aikaan on noudatettu 1988 voimaan tulleita ilmanvaihdon säädöksiä. Ne poikkeavat hivenen nykyisistä mitoitusperusteista. Ei ole täysin varmaa, miten niitä on sovellettu, mutta todennäköisesti minimi ulkoilmavirtana on pidetty $1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ yhtä neliömetriä kohden, kuten säädöksessä sanotaan (Ympäristöministeriö 1993, 19).

Nykyinen ilmanvaihto on säätöpöytäkirjan mukaan säädetty hivenen alipaineiseksi. Tämä on perusteltavissa sillä, että hallin ilman ei haluta siirtyä puhtaammalle puolelle toimistosiipeen. Kohdepoistoja käytettäessä näin ei pääse käymään, mutta kohdepoistot ovat käynnissä vain tietyissä hallissa tehtävissä töissä.

Ympäristöministeriön nykyisen mitoitusohjeen mukaan ulkoilmavirta tulee olla $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ työntekijää kohden tai $2 \text{ dm}^3/\text{s}$ lattianeliötä kohden (Ympäristöministeriö 2020, 21). Kiinteässä työpisteessä ulkoilmavirran tulee olla $10 \text{ dm}^3/\text{s}$. Sama ulkoilmavirta tulee toteutua myös, jos työtilassa syntyy muitakin epäpuhtauksia kuin ihmisperäisiä. Kuten liitteestä 1 huomataan, hallin suuresta pohjan alasta johtuen tulee mitoittavaksi tekijäksi neliöperustainen ulkoilmavirta vaatimus. Nykyisellä laitteistolla on mahdollista saavuttaa noin $1000 \text{ dm}^3/\text{s}$ tuloilmavirta.

6.2 Kohdepoistot

Kohdepoistolla tarkoitetaan päästölähteen välittömässä läheisyydessä olevaa kohdennettua imua. Hallin selvät epäpuhtauslähteet on varustettu kohdepoistoin. Poistot ovat toimivia ja oikeissa paikoissa, joten niille ei tarvitse tehdä muutoksia. Kohdepoistojen ohjaukset ovat lähellä käyttöpaikkaa, joten niitä on helppo käyttää tarpeen mukaan. Kohdepoistojen energiatehokkuus on heikko, sillä niissä ei ole minkäänlaista lämpöenergian talteenottoa. Huippuimureilla toteutettujen poistojen talteenotto on teknisesti hankala toteuttaa.

7 TARVITTAVAT MUUTOSTYÖT JA KUSTANNUKSET

7.1 Huoltokirja

Iv-koneen toimintoja tutkiessa löytyi järjestelmästä huoltokohteita. Koekäytön aikaiset huomiot löytyvät liitteestä 2. Huoltohistorian puutteesta huolimatta on selvää, että koneelle ja kanavistoille on tehtävä kattava kunnossapitohuolto, jos niitä aiotaan käyttää. Kunnossapidon tueksi on laadittu huoltokirja, jossa on tarvittavat huoltotoimet kuukausikohtaisesti. Taulukko helpottaa kunnossapidosta huolehtivan henkilön työskentelyä, sillä joka kuukaudelle on selvä tehtävälista. Taulukon yhteyteen on lisätty yleisimpien huolto-osien tiedot, jos niitä tarvitsee tilata.

Koneen kaikki toiminnot toimivat, mutta niissä on havaittavissa normaalia kulumaa. Kone on yli kaksikymmentä vuotta vanha ja erityisesti kulutusosat kuten moottorien yhteydessä olevat vetohihnat vaatisivat vaihtoa. Huoltotarpeet ovat rahallisesti pieniä, mutta toimintavarmuutta ajatellen todella tärkeitä. Huoltotarpeiden kustannukset selviävät liitteestä 3.

Kanaviston nuohous ja päätelaitteiden puhdistus parantaa sisäilman laadun lisäksi energiatehokkuutta ja paloturvallisuutta (Plansell 2021). Nuohous on mekaanista työtä ja sen arvioitu kustannus muodostuu lähes pelkästään työn osasta. Nuohous tulisi suorittaa koneellisessa ilmanvaihdossa säännöllisesti noin viiden vuoden välein (Ilmasi 2024).

7.2 Muutostyöt ja kustannukset

Tarvittavista huolto- ja muutostöitä on tehty kustannusarvio liitteeseen 3. Huolto-osien hinnat on saatu verkkokauppoja tutkimalla. Työn määrään on päästy arvioimalla työmenekkiä ja pyöristämällä sitä ylöspäin. Kustannukset ovat suuntaa antavia, mutta antavat kokonaiskäsityksen IV-järjestelmän budjetista. Moottorien pyörimisnopeuksien säätö ja kanaviston tasapainotus vievät aikaa, mikä näkyy hinnassa. Työn hinnaksi on arvioitu 2300 €, kun tarvikkeiden osuus on vain noin puolet siitä summasta. Huoltotoimet eivät mene hukkaan missään tapauksessa ja ne tulisi tehdä viipyilemättä ennen koneen seuraavia käynnistyiä. Ne ovat korostettuina kustannusarviossa.

8 POHDINTA

Opinnäytetyössä tutustuttiin nykyisen konehallin ilmanvaihdon toimintaan ja muokattavuuteen. Samalla tutustuttiin ilmamääriin ja niiden säädöksiin. Mitoituksiin ja säädöksiin ei syvennynyt suuremmin, sillä päivittyneet säädökset vaatisivat suurempia muutostöitä laitteistoille, eikä se ole kustannustehokasta.

Koneiston toimivuudelle saatiin varmuus koekäytöllä. Tutkimuksen aikana koneesta löytyi useita huoltotarpeita ja ne tulee korjata ennen varsinaista käyttöä. Säännöllisen kunnossapidon tueksi on laadittu ilmanvaihtokoneen huoltokirja liitteeseen 4.

Ilmanvaihdon toimivuuden varmistamiseksi olisi hyvä tarkistaa päätelaitteiden säädöt, varsinkin jos ne muuttuvat nuohouksen yhteydessä. Samalla on mahdollista tehdä muutoksia ilmamääriin. Lyhyen koekäytön perusteella järjestelmä on toimiva kokonaisuus, joten sen mahdollisia muutostöitä tulisi arvioida vielä alan ammattilaisten kanssa. Tämä työ antaa Rakennusliike Rekoselle hyvää pohjatietoa ilmastointikoneen toiminnoista ja tulevaisuuden kunnossapidosta.

LÄHTEET

Emotron. 1996. Käyttöohje. EMS-VVX-1.

Ilmasi. 2024. Iv-kanavien puhdistus. Viitattu 30.1.2024. <https://www.ilmasi.fi/iv-kanavien-puhdistus>.

LVI-Insinööritoimisto Mäkelä. 2000. Toimintaselostus. Tuloilmakone TF-1, PF-1 LVI-7/B.

Plansell. 2021. Milloin on paras aika tehdä ilmanvaihdon nuohous?. 15.10.2021. Viitattu 15.1.2024 <https://www.plansell.fi/blog/milloin-on-paras-aika-tehd%C3%A4-ilmanvaihdon-nuohous>.

Rekonen, J. 2023. Rakennusliike Rekonen Oy. Työpäällikön kanssa keskustelu 8.11.2023.

Rekonen, M. 2024. Rakennusliike Rekonen Oy. Toimitusjohtajan kanssa keskustelu 15.1.2024.

Sandberg, E., 2016. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Perustietoa ilmastointitekniikasta rakentamisen ja rakennusten käytön asiantuntijoille. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Seppänen, O., 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Helsinki: Suomen LVI-liitto.

Siemens. 1999. Käyttöohje. Yleisprosessoriyksikkö PRU10.64.

Siemens. 2021. Asennusohje. Rotary actuators with spring return GCA...1.

Stratoco. 2009. KG Standard. Viitattu 14.12.2023. <http://www.stratoco.fi/kgstandard.html>.

Suodatinmestarit. 2024. Suodatinluokat ja ilmanvaihdon tehtävä. Viitattu 30.1.2024. <https://suodatinmestarit.fi/suodatinluokat>.

Swegon. 2011. Esite. CVH Kattoon sijoitettava monikartiohajotin.

Työsuojeluhallinto. 2024. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. Viitattu 29.1.2024 <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/tyoymparisto/ilmanvaihto>

Wolf. 1999. Asennus- ja käyttöohjeet. Ilmankäsittelykojeet KG / KGW Standard.

Ympäristöministeriö. 1993. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 1987. 5. painos.

Ympäristöministeriö. 2020. Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa. Viitattu 8.1.2024. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Opas-ilmanvaihdon-mitoittamiseen-muissa-kuin-asuinrakennuksissa_2019b-D9B578DC_66D4_44BC_B1AE_DCAB875D5907-144726.pdf.

LIITTEET

- Liite 1. Ulkoilmavirtojen laskenta
- Liite 2. Koekäytön muistio
- Liite 3. Iv-laitteiston muutostöiden kustannuslaskelma
- Liite 4. Ilmanvaihtokoneen huoltokirja

Liite 1. Ulkoilmavirtojen laskenta

Konehallin ulkoilmavirran
mitoitus

Työntekijäperusteisesti esim. 6 henkeä
(10dm³ / s / työntekijä)

$$ulkoilmavirta_1 := \frac{10 \text{ l}}{\text{s}} \cdot 6 = 0.06 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Pinta-alaperusteisesti 162m²

$$ulkoilmavirta_2 := \frac{2 \text{ l}}{\text{s}} \cdot 162 = 0.324 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Nykyisen koneen
suorituskyky 3600 m³/h

$$ulkoilmavirta_3 := 3600 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Liite 2. Koekäytön muistio

MUISTIO
10.1.2024

Iv-koneen koekäyttö

10.1.2024 12:20-12:46

Lyhyellä koekäytöllä laitteisto toimii, mutta vaatisi pidemmän koekäyttöjakson, jotta jälkilämmitystarpeen saisi selville. Koekäytöllä lämmityspatterit oli irti kytkettynä.

Koekäytön huomiot

- Ulkolämpötila TE_U -1 °C
- Hallin sisälämpötila TE
 - Ennen koekäyttöä 14,3 °C
 - Koekäytön jälkeen 13,4 °C
- Käynnistys tuulikaapin kellokytkimellä
 - Max ajastettava aika 6 h
- Jälkilämmityspatterit kytkettynä pois päältä
 - mahdollisuus kytkeä vain isoimmat tehot pois
- Peltimootorit ja pellit toimivat
- Lämmöntalteenotto pyörii normaalisti
- Paine-eromittareissa mittausnesteet vähissä
 - nestettä lisättävä -> lisäysnestepullo tyhjä
- Tulovirtaus- ja poistovirtaus arvot näkyvät vakissa
- Taajuusmuuttajat toimivat
 - Jälkikäyntiaika 2 min madalletulla käynnillä
- Ei hälytyksiä vakissa koneen käydessä
- Iv-koneen käynti kuuluu iv-konehuoneen ulkopuolelle, muttei häiritsevästi
- Hallin ilma selvästi raikkaampi jo lyhyellä koekäytöllä
- Kanavistoissa ei ylimääräisiä vuotoääniä
- Käytön jälkeen sulkupellit menevät kiinni

Liite 3. Iv-laitteiston muutostöiden kustannuslaskelma

	Työtunti	50	€/ h alv 0 %	
Työvaihe	Työ (h)	Tarvikkeet (€)		
Kanaviston ja päätelaitteiden nuohous ja puhdistus	16	100		
Puhaltimien hihnojen vaihto	2	40		
Suodattimien vaihto	2	200		
Henkilönostimen vuokraus töitä varten	2	300		
Mittaukset, säädöt ja tasapainotus	24	500		
	2300	1140	yhteensä	3440 €

[illegible][illegible]