



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juha Kiiveri

Tiedekeskus Heureka – IV-koneiden saneeraus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

5.10.2020

Tekijä Otsikko	Juha Kiiveri Tiedekeskus Heureka – IV-koneiden saneeraus
Sivumäärä Aika	20 sivua + 4 liitettä 5.10.2020
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Seppo Innanen varatoimitusjohtaja Eero Uusimaa
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata LVI-työnjohtajan näkökulmasta haastavan päivittäisessä käytössä olevan rakennuksen ilmanvaihtokonesaneerausta. Urakka muuttui sisällöltään merkittävästi alkuperäisten suunnitelmien muuttuessa urakan aikana koronavi-rustilanteen myötä, ja näin tuli myös tärkeäksi nostaa poikkeustilanteen tuomat lisähaas-teet esille opinnäytetyöhön.</p> <p>Työssä pääpaino on ilmanvaihdossa, vaikka urakassa tehtiin myös muita LVIJ-alan töitä. Ilmanvaihtokoneiden uusinnan ollessa urakan keskeisimmässä roolissa päätin pitää työn pääosin ilmanvaihtotöiden raportoisessa. Työssä on kuitenkin esitetty muutamia keskei-siä urakan aikaisia ongelmia, jotka eivät suoranaisesti liittyneet ilmanvaihtoon.</p> <p>Suurimpia urakan aikana havaittuja ongelmia olivat ilmanvaihtokonehuoneen ahtaat tilava-raukset ja tiukka aikataulu. Urakan ollessa raportoituina opinnäytetyössä voivat lukijat ja ennen kaikkea tilaajayritys palata työhön ja kohdata vastaan tulevat haasteet entistä val-mistuneempina.</p>	
Avainsanat	LVIJ, ilmanvaihto, saneeraus, ilmanvaihtokone

Author Title	Juha Kiiveri Heureka Science Centre – Renovation of Old Ventilation Units
Number of Pages Date	20 pages + 4 appendices 5 October 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Eero Uusimaa, Executive Vice President Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to describe a challenging ventilation unit renovation of Heureka Science Centre that is in daily use from a HVAC project managers point of view. The content of this thesis changed substantially due to the corona virus incident changing the project organizations original plans. The extra challenges brought by this exceptional situation for the renovation were also discussed in the thesis.</p> <p>The thesis focused on ventilation although also other HVAC tasks were carried out during the renovation. The renovation project was documented to establish the phases where difficulties were encountered.</p> <p>It was established that the biggest challenges of the renovation were its schedule and the tight spaces where the new ventilation units had to be installed. The renovation that is discussed in this thesis can be used by the HVAC contractor company as a tool for future projects when similar challenges come up.</p>	
Keywords	ventilation unit, HVAC, renovation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kohde	2
2.1	Kohteen perustiedot	2
2.2	Hanke lyhyesti	2
3	Suunnittelu	3
3.1	Lupa-asiat	3
3.2	Sisäilmastoluokitus	3
3.3	Kanavistot ja kanavavarusteet	4
3.4	Uudet ilmanvaihtokoneet	5
3.4.1	TK/PK 1	6
3.4.2	TK/PK 5	6
3.4.3	TK/PK 6	6
3.4.4	TK 7	7
3.4.5	Väliaikainen kone TK 99	7
3.5	SFP-luku ja sen määrittely	8
4	Urakka	9
4.1	Vanhojen ilmanvaihtokoneiden ilmamäärä- ja sähkö tiedot	9
4.2	Purkutyöt	9
4.2.1	Lattian pinnoittaminen	11
4.3	Urakka ja sen tuomat haasteet	12
4.3.1	Aikataulu	12
4.3.2	Haalausaukot	12
4.3.3	Koneiden nosto ja haalaus	13
4.3.4	Villalla ääneneristetyt kanavaosat	15
4.4	Uudet IV-koneet	17
4.5	Mittaus- ja säätötyöt	18
5	Yhteenvedo	19

Liitteet

Liite 1. Vanhojen IV-koneiden mittauspöytäkirja

Liite 2. Kohteen yleisaikataulu

Liite 3. Uusien IV-koneiden mittauspöytäkirja

Liite 4. Uuden TK/PK 1 SFP-luku

Lyhenteet

IV	ilmanvaihto
kW	kilowatti
LTO	lämmöntalteenotto
LVIJ	lämpö, vesi, ilmanvaihto, jäähdytys
PK	poistoilmakone
SFP	ominaissähköteho (Specific Fan Power)
TK	tuloilmakone

1 Johdanto

Viime vuosikymmeninä tekniikan kehittyminen on tehnyt suuria harppauksia ja LVI-alalakin tuotekehitys on ollut merkittävää. Viime vuosina energiatehokkuusvaatimukset rakennuksissa ovat kasvaneet, ja laitteiden elinkaaren loppuessa on ajankohtaista päivittää rakennuksien tekniikkaa vastaamaan nykypäivän vaatimuksia.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata Tiedekeskus Heurekan ilmanvaihtokone-saneerausta LVI-työnjohtajan näkökulmasta ja luoda ohjeita vastaaville saneerauskoh-teille työmaan kohteessa havaittujen haasteiden ja onnistumisien pohjalta. Kohteessa toteutettiin pieniä määriä vesijohto-, viemäri-, lämmitys- ja jäähdytysasennuksia, kuitenkin tässä työssä keskitytään suurimmilta osin ilmanvaihtoon sen ollessa kohteessa pää-painona. Yhteenvetona käydään myös läpi saneerauksen lopputuloksissa havaittuja pa-rannuksia.

Urakan aikana vallinnut koronavirusepidemia toi myös lisähaasteita kohteen toteuttami-sen suhteen, vaikka vaikutukset rakennusalalla ovat olleet huomattavasti pienempiä ver-rattuna muihin aloihin.

Työn tilaajana toimi LVI-E. Uusimaa Oy, joka on noin 30 vuotta vanha perheyritys. LVI-E. Uusimaa Oy:n päätoimialaa on kerrostalojen ja liikekiinteistöjen LVIJ-saneeraustyöt. Yrityksessä toteutetaan myös uudiskohteita pääpainon ollessa kuitenkin muutos- ja sa-neerauskohteissa.

Kohteen pääurakoitsijana toimi NCC Rakennus Oy ja tilaajana VTK Kiinteistöt Oy.

2 Kohde

2.1 Kohteen perustiedot

Heureka on vuonna 1988 valmistunut tiedekeskus, joka sijaitsee Vantaan Tikkurilassa. Kohde avattiin kävijöille 28. huhtikuuta 1989, ja kohde on yksi Suomen suosituimmista vapaa-ajan keskuksista. Avajaisvuonna tiedekeskuksessa vieraili lähes 410 000 henkilöä ja kohteessa on vuosien saatossa vierailut keskimäärin noin 300 000 kävijää vuosittain. Tiedekeskuksessa voi tutustua teknologiaan, historiaan ja tieteeseen viihtävällä tavalla. [1.]

2.2 Hanke lyhyesti

Kohteessa on neljä ilmanvaihtokonehuonetta, joista saneeraus koski ainoastaan rakennuksen alkuperäistä konehuonetta (kuva 1). Saneerattavat ilmanvaihtokoneet palvelevat kohteen näyttelytiloja, ravintolaa, keittiötä ja henkilökunnan toimistotiloja. Hankkeessa uusittiin kohteen suurimmat ilmanvaihtokoneet, joita oli yhteensä viisi kappaletta. Tämän lisäksi kohteeseen otettiin käyttöön väliaikainen ilmanvaihtokone palvelemaan saneerauksen alla olevia tiloja, jotta rakennus on käytettävissä koko urakan ajan. Koronavirus-tilanteen takia väliaikaisen ilmanvaihtokoneen tarve väheni merkittävästi alkuperäisestä, koska tiedekeskus ei voinut ottaa vastaan asiakkaita.

Kohteessa on tarkoitus uusita ilmanvaihtokoneita myös muista konehuoneista. Ensi vuodeksi on suunnitteilla planetaarion ja auditorion IV-koneiden uusinnat. [2.]



Kuva 1. Kohteen saneerattava IV-konehuone pääradan puolella rakennusta punaisen ympyrän kohdalla.

3 Suunnittelu

3.1 Lupa-asiat

Rakennuslupaa kohteelle ei tarvittu, sillä rakenteisiin ei tehty ulkoisia muutoksia. Urakan sisältämät työt tehtiin konehuoneen sisäpuolella. [2, 3.]

3.2 Sisäilmastoluokitus

Sisäilmastoluokitus 2018 on Sisäilmayhdistys ry:n luoma ohjeistus, jonka tavoitteena on edesauttaa rakennus- ja taloteknistä suunnittelua ja urakointia rakentaaksemme entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia [4].

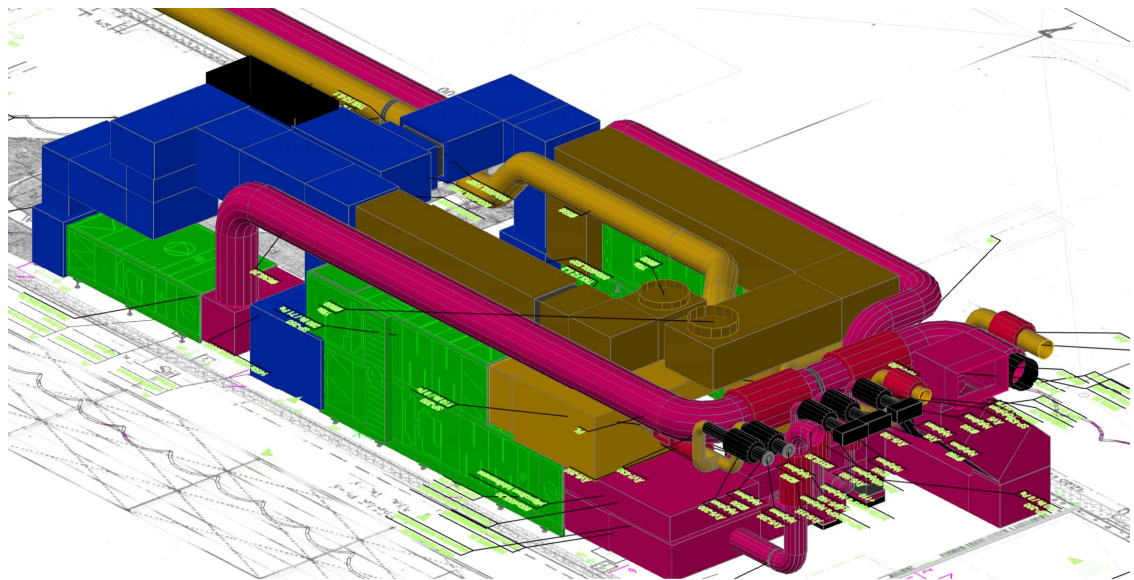
Sisäilmastoluokat jakaantuvat luokkiin S1, S2 ja S3, joista S1-luokan sisäilma luokitellaan yksilölliseksi ja erittäin hyväksi, kun taas luokan S3 sisäilmaa kuvataan tyydyttäväksi, joka täyttää rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. S2-luokan sisäilma tulkitaan hyväksi. [4, 5.]

Urakassa noudatettiin sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien osalta Sisäilmastoluokitus 2018:n vaatimuksia ja ohjeita, käyttäen luokkaa

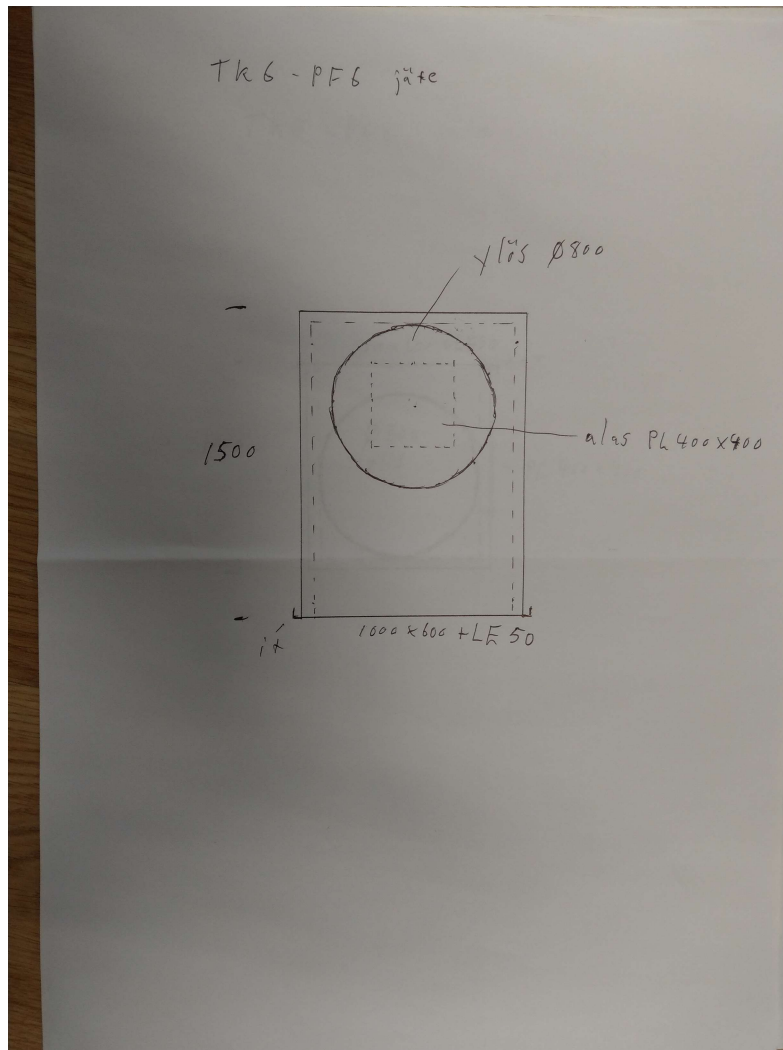
- P1 ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkana.
- M1 rakennusmateriaalien päästöluokkana.
- S2 sisäympäristön tavoitearvona. [4, 5.]

3.3 Kanavistot ja kanavavarusteet

LVI-suunnitelmissa oltiin merkitty käytettäväksi pääosin kierresaumakanavaa, mutta IV-konehuoneen ahtaiden tilojen vuoksi monia kokonaisuuksia toteutettiin myös kanttikanaalla. Kuvassa 2 on esimerkki IV-konehuoneen 3D-mallinnuksesta, josta hahmotettavissa konehuonetilojen ahtautta [6]. IV-konehuoneen kanttiset kanavat mitoitettiin ja piirrettiin työmaalla, minkä jälkeen kanttiosat tilattiin kanavatoimittajalta. Kuvassa 3 on esimerkki kanavatoimittajalle lähetettävästä kanttiosan piirroksesta.



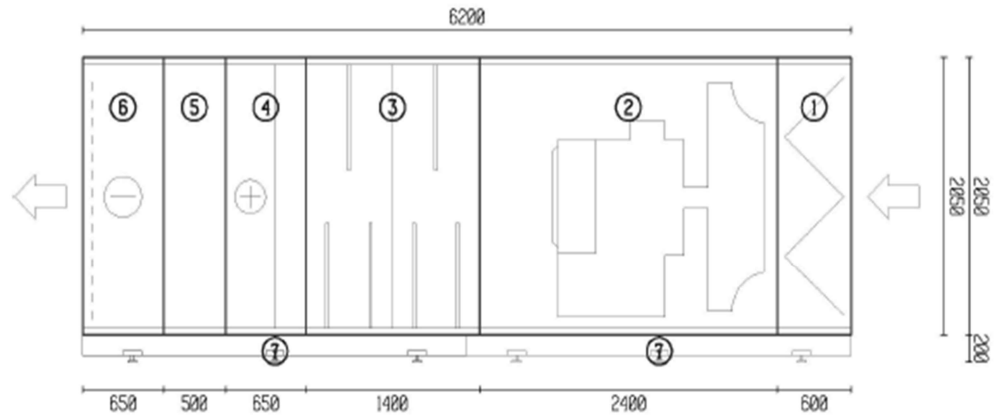
Kuva 2. 3D-mallinnus konehuoneen IV-kanavainneista. Muu tekniikka, kuten LV, jäähdytys, sähkö ja sprinklerit eivät ole sisällytettyinä mallinnuksessa.



Kuva 3. Kantiosa PK6-jäteilmakanavistolle

3.4 Uudet ilmanvaihtokoneet

Kohteessa uusittiin Tiedekeskuksen Heureka-alkuperäisestä IV-konehuoneesta kaikkiaan neljä ilmanvaihtokoneita. Tuloilmakoneita oli yhteensä neljä ja poistoilmakoneita kolme. Ilmanvaihtokoneet toimitettiin lohkoissa, ja kuvassa 4 on esitetty TK1:n lohkojako huoltopuolelta. Ilmanvaihtokoneiden toimittajaksi valikoitui Ets Nord As, Suomen sivuliike (Recair).



Kuva 4. TK1:n lohkojako huoltupuolelta.

3.4.1 TK/PK 1

Ilmanvaihtokoneen TK/PK 1:n palvelualueena on Tiedekeskus Heureka:n perusnäyttelytilat. Suunnitellut tulo- ja poistoilmamäärät tiloille olivat 14,4 m³/s. Ilmanvaihtokoneeksi valikoitui Recair 7GTK/7GPK vesikiertoisilla lämmitys- ja jäähdytyspattereilla. Koneeseen jäi nykyinen lämmöntalteenotto, joka integroitiin uuteen ilmanvaihtokoneeseen. Vanhaan ilmanvaihtokoneeseen on lisätty aikaisemmin nestekiertoinen lämmöntalteenotto, joka sijaitsi rakennuksen katolla.

3.4.2 TK/PK 5

Ilmanvaihtokoneen TK/PK 5:n palvelualueena on Tiedekeskus Heureka:n henkilökunnan toimistotilat. Suunnitellut tulo- ja poistoilmamäärät tiloille olivat 4,3 m³/s. Ilmanvaihtokoneeksi valikoitui Recair 4E-LR vesikiertoisilla jäähdytys- ja lämmityspatterilla sekä pyörivällä LTO-kiekolla.

3.4.3 TK/PK 6

Ilmanvaihtokoneen TK/PK 6:n palvelualueena on Tiedekeskus Heureka:n ravintolatilat. Suunnitellut tulo- ja poistoilmamäärät tiloille olivat 3,6 m³/s. Ilmanvaihtokoneeksi

valikoitui Recair 4D/4D-LG lämmitys- ja jäähdytyspattereilla sekä nestekiertoisella lämmöntalteenotolla (etyleeniglykoli 30 %).

3.4.4 TK 7

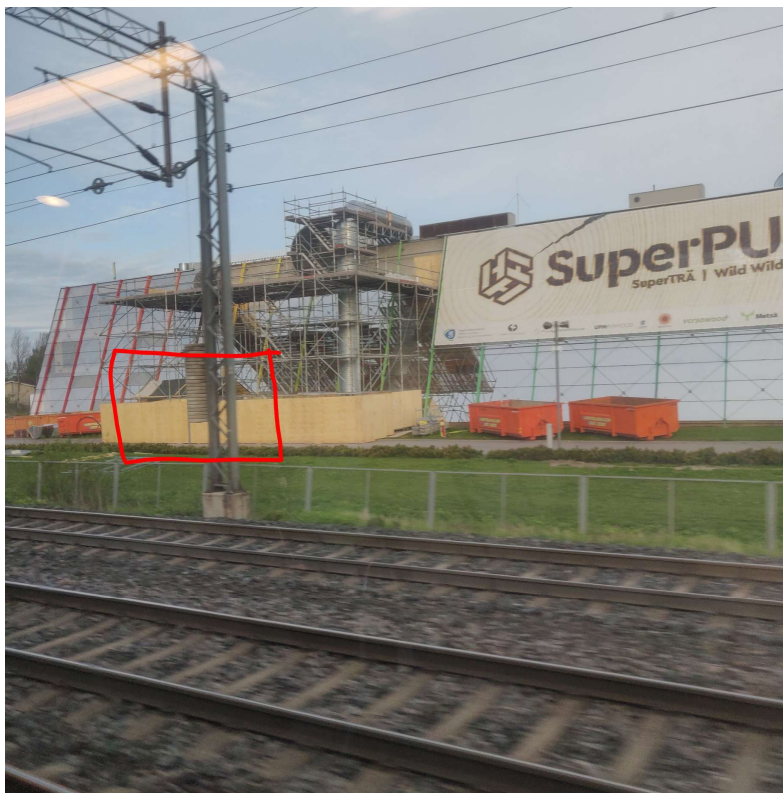
Tuloilmakoneen TK7:n palvelualueena on Tiedekeskus Heureka keittiötilat. Suunniteltu ilmamäärä tiloille oli 1,6 m³/s. Keittiön poistoilma jäi kaikin osin nykyiseksi. Ilmanvaihtokoneeksi valikoitui Recair 3D-TK lämmitys- ja jäähdytyspatterilla.

3.4.5 Väliaikainen kone TK 99

Väliaikaisen IV-koneen suunnitellut tulo- ja poistoilmavirrat olivat 8,6 m³/s ja IV-lämmitys toteutettiin sähkölämmityspatterilla. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan tiedekeskuksen olisi kuulunut olla käytössä urakan aikana, mistä syystä kohteeseen suunniteltiin väliaikainen ilmanvaihtokone palvelemaan saneerauksen alla olevien tilojen ilmanvaihtoa.

Kuitenkin koronavirustilanteesta johtuen tiedekeskus joutui sulkemaan ovensa asiakkailta valtion asettamiin rajoituksiin perustuen. Ensimmäisenä kone olisi palvellut vanhan TK/PK 1:n tiloja, kunnes uusi kone olisi saatu käyttövalmiiksi. Tämän jälkeen väliaikainen kone olisi kytketty TK/PK 5, TK/PK 6 ja TK/PK 7 palvelualueelle, kunnes kyseiset koneet olisi saatu uusittua.

Väliaikainen ilmanvaihtokone sijoitettiin ilmansuunnasta katsottuna rakennuksen itäpuolelle (kuva 4), josta väliaikainen kanavointi johdettiin katon kautta IV-konehuoneeseen. Kanavakoon ollessa 1 250 mm jouduttiin kierresaumakanavat ja kanavaosat nostamaan nostimella paikoilleen. Kannakointiin on myös kiinnitetty erityistä huomiota. Urakan aikana väliaikainen IV-kone palveli urakan aikana käytössä olleita toimisto-, ravintola-, ja keittiötiloja.



Kuva 5. Väliaikainen ilmanvaihtokone TK 99 ja nousukanava kuvattuna lähijunasta.

3.5 SFP-luku ja sen määrittelyminen

SFP-luku kuvaa puhaltimelle tai puhaltimille tarvittavaa sähkötehoa (kW) yhden ilmakehän siirtämiseksi sekunnissa (m^3/s). Luvun tarkoituksena on ohjata laitevalintoja ja mitoituksia kohti energiatehokkaampia kokonaisuuksia. SFP-luvun määrittelymiseksi lasketaan ilmanvaihtokoneen puhaltimien ja apulaitteiden ottama sähköteho yhteen, minkä jälkeen tulos jaetaan ilmanvaihtokoneen kokonaisilmavirroista (tulo tai poisto) suuremmalla (kuva 6).

$$SFP = \frac{P_{\text{tulo}} + P_{\text{poisto}} + P_{\text{apulaitteet}}}{q_{\text{max}}}$$

Kuva 6. SFP-luvun laskentakaava yksinkertaistettuna. Laskentakaavassa tulo- ja poistokoneen sähkötehojen summa jaetaan joko ilmanvaihtokoneen tulo- tai poistoilmavirroista suuremmalla. [7.]

SFP-luvun vähimmäistaso on vuosien saatossa saanut merkittäviä muutoksia tuotekehityksen otettua askelia eteenpäin ja energiatehokkuusmääräysten tiukennuttua. Vuonna 2003 SFP-luvun maksimiarvo oli 2,5 kW/m³s, vuonna 2012 2,0 kW/m³s ja vuonna 2018 maksimiarvoksi määriteltiin uudisrakennuksille 1,8 kW/m³s. Vuonna 2018 asetetulle arvolle löytyy muutamia poikkeuksia, mutta tämän opinnäytetyön mukaisessa kohteessa oli tavoitteena alittaa vuonna 2012 asetettu maksimiarvo. [8.]

4 Urakka

4.1 Vanhojen ilmanvaihtokoneiden ilmamäärä- ja sähkötiedot

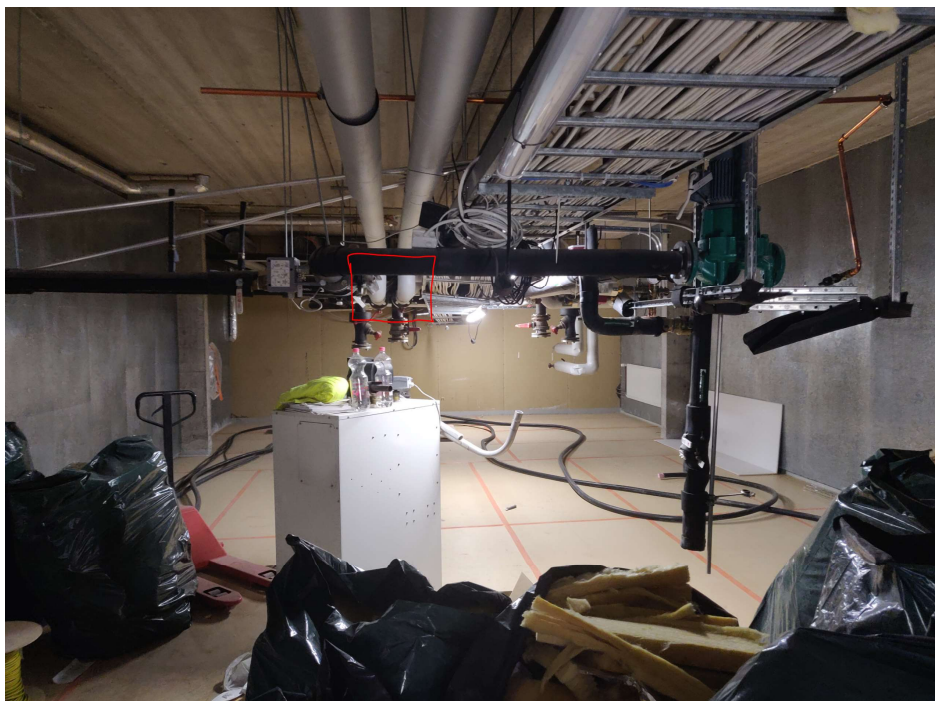
Ennen purkutöiden aloittamista mitattiin vanhoista runkokanavista ilmamäärät mitoitus-tehoilla (liite 1).

4.2 Purkutyöt

Kuvista 7–8 on hahmotettavissa IV-purkuja ja käyttöön jäävää muuta talotekniikkaa. Punaisella ympyröidyistä IV-lämmitysjohtoista on hahmoteltavissa tilaa ja tilasta poistunutta tekniikkaa.



Kuva 7. IV-konehuone ennen purkua. Vasemmalla vanha TK/PK6 ja oikealla TK/PK5



Kuva 8. Purkutöiden loppuvaihetta.

4.2.1 Lattian pinnoittaminen

Olemassa oleva LVI-tekniikka aiheutti ongelmia uusien koneiden mahduttamisen lisäksi esimerkiksi lattiapinnoituksen uusimisille. Esimerkiksi kuvan 9 vedenjäähdytyskoneiden putkistoja ja laitteistoja täytyi nostaa ylös lattiapinnalta epoksoinnin ajaksi. Putkistoihin käytettiin kannatuksina rataslukkovyöllisiä liinoja, jotka kiinnitettiin kattoon.



Kuva 9. Vedenjäähdytyskone 1:n putkistot olivat suurimmillaan kokoa DN150.

4.3 Urakka ja sen tuomat haasteet

4.3.1 Aikataulu

Työn laajuuteen ja alkuperäisiin käyttäjän tilatarpeisiin pohjautuen kohde oli aikataulullisesti haastava. Työn määrä verrattuna käytettävissä olevaan aikaan oli suuri. Vaikka koronavirus toi lisähaasteita urakalle, toi se myös helpotuksia, koska tiedekeskuksen tilat olivat vierailijoilta kiinni koronarajoitusten takia.

Työnsuunnittelussa oli tärkeää etenkin oikea asennusjärjestys. IV-konehuoneen tilojen ollessa erittäin ahtaat oli tärkeää tietää se, mitä kaikkea IV-konehuoneeseen tarvitsi asentaa ja mitä asennus- tai muutostöitä on tehtävä ennen tiettyjä työvaiheita.

Liitteessä 2 on esitetty kohteen yleisaikataulu.

4.3.2 Haalausaukot

Kuvassa 10 on esitetty uusien IV-koneiden lohkojen haalausaukko, jonka takana oli vanhan IV-koneen tuloilmakammio. Kammio oltiin merkitty purettavaksi, mutta ongelmia tuotti se, että koneen täytyi olla päällä silloin, kun ensimmäisiä uusien IV-koneiden lohkoja haalattiin sisälle.



Kuva 10. Raitisilmakammio haalausaukon osittain haalausreitit edessä.

4.3.3 Koneiden nosto ja haalaus

Ilmanvaihtokoneiden nosto suoritettiin kesäkuun alussa. Valmistajalla ollessa toimitus-ongelmia koronavirustilanteesta johtuen päästiin nostot tekemään aikatauluun nähden myöhässä. Koneiden nosto suoritettiin siten, että koneiden palat lajiteltiin aluksi pihalla, minkä jälkeen osat nostettiin oikeassa järjestyksessä sisälle konehuoneeseen (kuva 11). Haalausaukolla olleen noin puolen metrin kynnyksen vuoksi jouduimme käyttämään pi-noamiskärryjä, jotta osat saatiin otettua vastaan konehuoneen puolella (kuva 12). Ongelmia tuotti muun muassa TK5/PK5:n LTO-kiekkoo, joka oli haalausaukkoon nähden

hieman liian korkea. Kun haalausaukkoa purettiin lisää, saatiin lohko nostettua IV-konehuoneeseen hieman kallistettuna.



Kuva 11. Uusien ilmanvaihtokoneiden palojen lajittelua. TK5:n LTO-kiekko ympyröitynä oikeassa laidassa.



Kuva 12. IV-koneiden lohkot nostettiin aluksi telineiden päälle, josta ne työnnettiin miesvoimin teräsputkea hyödyntäen pinoamiskärryjen päälle.

Ongelmia koneiden haalauksissa aiheutti myös olemassa oleva LVI-tekniikka konehuoneessa. Uusien koneiden ollessa isompia kuin vanhemmat koneet täytyi olemassa olevaa tekniikkaa purkaa tarpeiden mukaan pois uusien koneiden lohkojen tieltä.

4.3.4 Villalla ääneneristetyt kanavaosat

IV-konehuoneen seinällä olevissa nykyiseksi markatuissa tuloilmakanavoinneista löytyi ääneneristysmateriaalina rakennusaikaisen tavan mukaisesti villaa. Kuvien 13 ja 14

mukaiset osat mitattiin työmaalla, purettiin ja osista piirrettiin uudet nykyvaatimuksia vastaavat osat.



Kuva 13. Kantimuunnososa, jossa äänieristeenä käytetty villaa. Vieressä oikealla villalla äänen-
vaimennuseristetty kantikäyrä.



Kuva 14. Kantimuunnoksen sisäpuoli villaa, jonka päällä reikäpelti.

4.4 Uudet IV-koneet

Kuvissa 15 ja 16 näkyy uusia ilmanvaihtokoneita asennettuna. Liitteessä 4 on laskettu TK/PK 1:n SFP-luku.



Kuva 15. Uusi TK7.



Kuva 16. Uusi TK1.

4.5 Mittaus- ja säätötyöt

Ilmanvaihtokoneiden asennustöiden valmistuttua järjestelmistä säädettiin ilmavirrat kohdilleen. Tässä urakassa säädettiin ainoastaan uusien koneiden kokonaisilmamäärät. Päätelaitekohtainen säätö tehdään kohteeseen myöhemmin.

Ote uusien IV-koneiden mittauspöytäkirjasta on liitteenä 3.

5 Yhteenveto

Tiedekeskus Heurekan kaltaiseen kohteeseen ilmanvaihtokoneiden saneeraus on haastava työ, jossa kuitenkin mielestäni onnistuimme koko projektiorganisaation puolesta hyvin. Mielestäni suurin haaste urakan onnistumiselle oli tilojen ahtaus IV-konehuoneessa ja sen seurauksena koneiden mitoitus ja asennus. Haasteista ja kiireestä huolimatta kaikkien urakoitsijoiden tarpeiden huomioinen ja yhteen puhaltaminen näkyi koko urakan ajan. Etenkin ilmanvaihtokoneiden nostopäivänä oli hienoa nähdä, kuinka kaikki eri osapuolet osallistuivat lohkojen haalaustyöhön, jotta koneet saataisiin ehjänä omille paikoilleen.

Ulkoisia häiriötekijöitä oli myös urakan aikana koronavirustilanteen vuoksi. Kuten aiemmin työssä mainitsin, koronavirusrajoituksilla oli urakan kulkuun ja onnistumiseen nähdessä hyvät ja huonot puolensa. Vaikka tiedekeskuksen suljettua tilansa asiakkailta urakan eteneminen tietyllä tapaa helpottui, ilmanvaihtokoneiden toimituksen huomattava viivästyminen samanaikaisesti vaikeutti urakkaa.

Oma roolini urakassa LVI-työnjohtoharjoittelijana onnistui myös mielestäni hyvin ja sain ennen kaikkea arvokasta oppia tulevaisuuden haasteita varten. Näen myös, että tämän opinnäytetyön avulla tilaajayritys LVI-E. Uusimaa Oy voi hyötyä opinnäytetyön sisällöstä vielä tulevaisuudessakin. Monet urakan aikana kohdatut ongelmat ja niiden kirjaaminen helpottavat yrityksen toimintaa tulevaisuudessa vastaavanlaisten haasteiden tullessa vastaan.

Lähteet

- 1 Heureka - Oivaltamisen iloa ja elämyksiä kaikille! 2020. Verkkoaineisto. Heureka. <<https://www.heureka.fi/info/yleista-heurekasta/>>. Luettu 5.9.2020
- 2 Jokela, Vesa. 2020. Vastaava työnjohtaja. NCC Suomi Oy, Vantaa. Puhelinkeskustelu. 8.9.2020
- 3 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. 2019. Luettu 13.9.2020. Verkkoaineisto. <<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>>.
- 4 Säteri, Jorma. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Espoo. Sisäilmayhdistys.
- 5 LVIA-työselostus, T19299. 13.12.2019. Sitowise Oy. Espoo
- 6 LVI-piirustus, T19299 3032-V4.0, Revisio B. 9.4.2020. Sitowise Oy. Espoo
- 7 Pulliainen, Marko. 2013. LVI 30-10529. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. Helsinki. Rakennustieto Oy
- 8 Ympäristöministeriön asetus uuden rakenuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. 2017. Luettu 12.9.2020. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>>.

LVI-E. Uusimaa Oy											
Ilmämäärämittauspöytäkirja											
Sireenitie 32								Sivu / Sivua			
01390 Vantaa								Kaup.osa /Kylä			
Mittaja(t):	Niko Vuori							Tontti/Rno			
Mittauslaite:	Pressovac PHM-V1							Kortteli/tila			
Pvm.	4.3.2020										
IV-kone					TUULOILMA						
Tila	kpl	Päätelaite	m/s	Pa	Ventt.as.	mitattu	vaadittu	Pa	Ventt.as.	mitattu	vaadittu
TF1											
TF1						630 kanavasta				4,23m3/s	
TF1						630 kanavasta				1,51m3/s	
TF1						PRA-630				1,45m3/s	
TF1						500 kanavasta				2,85m3/s	
TF1						500 kanavasta				0,15m3/s	
TF1						Kantti 800x600				1m3/s	
TF1						Yhteensä				11,19m3/s	14,4m3/s
TF5											
TF5						Kantti 800x400				1,4m3/s	
TF5						Kantti 800x400				2,03m3/s	
TF5						PRA-400				0,34m3/s	
TF5						Yhteensä				3,77m3/s	4,31m3/s

Liite 1. Ote vanhojen IV-koneiden runkokanavistojen mittauspöytäkirjasta. Pöytäkirjassa vanhojen TK1:n ja TK5:n ilmämäärät

NCC Suomi Oy		Janakaavo / Yleisaikataulu				Heurekan LVI-uusiminen Suunnittelija: AR																			
Vastuhenkilö:		versio 12.6.2020 11:26																							
Hierarkia	Koodi	Nimi	Kesto	Aloituspäivä	Loppuspäivä	2020																			
						Hel	Maa	Ti	Ke	Tor	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	Tor	Pe	La	Su					
+1		*TELINET, PETI, AUKOT	(10)	2.3.2020	13.3.2020																				
+2		*VARAKONE TONTILLA	(2)	28.4.2020	29.4.2020																				
+3		*VARAKONEEN KYTKENTÄ ?	(11)	29.4.2020	13.5.2020																				
+4		*SIIRTYJÄN VARAKONEESEEN TK 5,6,7 ?	(15)	14.5.2020	15.5.2020																				
+5		*PURKU TK 5,6,7	(10)	22.5.2020	5.6.2020																				
+6		*LATTIAN TEKO, ALUE 1	(37)	13.4.2020	16.4.2020																				
+7		*TULOILMAKONE 5, SISÄIN	(8,8)	11.6.2020	18.6.2020																				
+8		*TULOILMAKONE 6, SISÄIN	(5,2)	11.6.2020	18.6.2020																				
+9		*TULOILMAKONE 7, SISÄIN	(5,9)	11.6.2020	18.6.2020																				
+10		*SIHKÖ/AUTOMAATIO, TK 5,6,7	(30)	18.5.2020	29.6.2020																				
+11		*TULOILMAKONEET 5 JA 6 KÄYNTIIN	(9)	29.6.2020	3.7.2020																				
+12		*TULOPOSTOILMAKONE 1 PURKU	(9)	6.5.2020	18.5.2020																				
+13		*LATTIAN TEKO, ALUE 2	(4,1)	19.5.2020	26.5.2020																				
+14		*TULOILMAKONE 1 SISÄIN	(7,8)	15.6.2020	24.6.2020																				
+15		*POSTOILMAKONE 1 SISÄIN	(6,9)	16.6.2020	24.6.2020																				
+16		*SIHKÖ/AUTOMAATIO TK 1 JA PK 1 (TK7)	(15,2)	25.6.2020	17.7.2020																				
+17		*TULOILMAKONE 1 JA 7 / POSTOILMAKONE 1 KÄYNTIIN	(6,1)	9.7.2020	17.7.2020																				
+18		*RAKENNUSTYÖT JA TELINEPURKU	(12,9)	8.7.2020	24.7.2020																				
+19		*VARAKONEEN SIIRTO	(2)	20.7.2020	21.7.2020																				
+20		*SIHKÖPURKU	(40)	6.4.2020	1.6.2020																				
+21		*IV:N JÄÄHD. PURKU	(10)	27.4.2020	8.5.2020																				

Suunnittelija		Projektin alkuaika												Projektin loppuaika											
Schedule Planner v6.6.02.442		Hel	Maa	Ti	Ke	Tou	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	Tou	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	Tou	Pe	La	Su		
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									
31																									
32																									

Liite 2. Kohteen yleisaikataulu (versio 12.6.2020).

LVI-E. Uusimaa Oy		Ilmamäärämittauspöytäkirja										Sivu / Sivua			
Sireenitie 32		Kohde: Tiedekeskus Heureka Tiedepuisto 1 01300 Van										Kaup.osa/Kylä			
01390 Vantaa												Tontti/RNo			
Mittaaja(t): Antti Savolainen												Kortteli/tila			
Mittauslaite: Pressovac PHM-V1															
Pvm. 17-21.7.2020															
POISTOILMA															
Tila	kpl	Päätelaite	m/s	Pa	Ventt.as.	mitattu	vaadittu	kpl	Päätelaite	m/s	Pa	Ventt.as.	mitattu	vaadittu	
TK1									KIR-500			206	5	1265	1260
									PRA-630			219		1697	1680
									PRA-630			183	4	2094	2100
									PRA-800			228	3	2992	2980
									PRA-630			75	6	2475	2480
TULOILMA															
PF1		PRA-630			142	5	2417	2410							
		PRA-800			202	3	2844	2834							
		PRA-500			215	4	1216	1216							
		PRA-630			182	4	1975	1971							

Liite 3. Ote uusien IV-koneiden runkokanavistojen mittauspöytäkirjasta. Pöytäkirjassa uusien TK1:n ja PK1:n ilmamäärät.

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon laskenta ja mittaus			LVI-E. Uusimaa Oy		
Kohteen nimi:			Tiedekeskus Heureka		
			5.10.2020		
Poistoilmakoneet					
KONE	TEHO	Ilma- virta	Sähkö- teho	Konekoht. SFP	Huomiot
	x/x				
	asento	m ³ /s	kW	kW/m ³ /s	
TK/PK 1		10,523	17,6	1,67	
YHT		10,52	17,60		
Yhteenvedo					
Ilmavirta yhteensä m ³ /s				10,52	
Sähkötehot yhteensä kW				17,60	
SFP [kW/m ³ /s]				1,67	
HYVÄ SÄHKÖTEHOKKUUS HUONO SÄHKÖTEHOKKUUS			Ominaissähköteho, P _{esu} . kW/(m ³ /s) alle 0,6 0,6 - 0,8 0,8 - 1,0 1,0 - 1,5 1,5 - 2,0 2,0 - 2,5 2,5 - 3,0 3,0 - 3,5 yli 3,5		

Liite 4. Uuden TK/PK 1 SFP-luku laskettuna.