

Jyri Jalonen

**LVI-JÄRJESTELMIEN KUNTOARVIO JA ILMANVAIHDON
KORJAUSSUUNNITTELU 1980-LUVUN OMAKOTITALOON**

**LVI-JÄRJESTELMIEN KUNTOARVIO JA ILMANVAIHDON
KORJAUSSUUNNITTELU 1980-LUVUN OMAKOTITALOON**

Jyri Jalonen
Opinnäytetyö
Syksy 2019
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Jyri Jalonen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: LVI-järjestelmien kuntoarvio ja ilmanvaihdon korjaussuunnittelu 1980-luvun omakotitaloon.

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Condition Assessment for HVAC Systems and Renovation Plan for Air Condition in 1980's Detached house.

Työn ohjaaja: Rauno Holopainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019

Sivumäärä: 34 + 13

Työn tarkoituksena oli saada arvio Oulunsalossa sijaitsevan asuinrakennuksen lämmitys-, käyttövesi- ja ilmanvaihtojärjestelmien teknisestä kunnosta ja jäljellä olevasta käyttöiästä. Järjestelmien kunto arvioitiin aistinvaraisesti, rakenteita rikkomattomin keinoin asuinkiinteistön kuntoarvio RT-18-11131-ohjekorttia apuna käyttäen. Kuntoarvion perusteella rakennukselle laadittiin pitkän tähtäimen kunnossapito- ja korjaussuunnitelma (PTS) ja siitä akuuteimpana esiin nousseelle ilmanvaihtojärjestelmälle korjaussuunnitelma.

Työssä esitetään valokuvia rakennuksen nykyisestä kunnosta ja etenkin löytyneistä epäkohdista, suositellaan toimenpiteet näiden korjaamisiksi ja luodaan ennakoiva kunnossapitosuunnitelma niin, että kustannukset jakautuisivat tasaisesti tuleville vuosille. Ilmanvaihtojärjestelmän korjaussuunnitelma tehtiin CADS 18 -suunnitteluohjelmalla, jolla valittiin tuotteet ja massoitettiin tarvittavat osat. Ilmanvaihtojärjestelmän osista ja tarvikkeista pyydettiin tarjous LVI-alan tukkurilta. Tarjouksen mukaan kustannusarvio ilman työtä on noin 5 500 euroa.

Lopuksi työssä pohdittiin ilmanvaihtojärjestelmän korjauksen hyötyjä ja kustannuksia sekä mietittiin, onko kyseiseen hankkeeseen kannattavaa ryhtyä. Pohdinnassa käytettiin apuna työstä ilmenneitä seikkoja, kuten kustannusarviota, hankkeen laajuutta ja vaikutuksia.

Asiasanat: omakotitalo, LVI-järjestelmä, PTS-suunnitelma, Ilmanvaihdon korjaussuunnittelu

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 KUNTOARVIOKOHDE	6
3 KUNTOARVIOINTI	9
3.1 Ilmanvaihto	9
3.2 Lämmitys	12
3.3 Käyttövesi	16
4 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAEHDOTUS (PTS-EHDOTUS)	19
5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN KORJAUS	21
5.1 Suunnittelu	21
5.2 Massalista	32
5.3 Kustannusarvio	32
6 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34
Liite 1 Massalista	
Liite 2 Ilmanvaihtokoneen mitoitusraportti	
Liite 3 Kuntoarvion kuvia	
Liite 4 Rakennuslupakuvia	

1 JOHDANTO

Tämä työ on tehty hahmottamaan asuinrakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesijärjestelmien tekninen kunto sekä arvio tulevista korjaustoimenpiteistä ja niiden kustannuksista. Tulosten perusteella rakennukseen tehtiin pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma ja korjaukset aikataulutettiin kiireellisyysjärjestykseen. Kuntoarviossa havaittiin ongelmia ilmanvaihdon toiminnassa ja tämä koettiin olevan akuutein ongelma. Työn kohteena on opinnäytetyön tekijän omakotitalo.

Tavoitteena oli saada lämmitys-, käyttövesi- ja ilmanvaihtojärjestelmien tekninen kunto kartoitettua ja tehdä CADS-ohjelmalla ilmanvaihdolle ajantasaiset korjaussuunnitelmat, jotka tultaisiin myöhemmin toteuttamaan. Ilmanvaihdon korjauksesta pyydettiin kustannusarvio LVI-tukkurilta kustannusten hahmottamiseksi.

Lisäksi toimeksiantajaa kiinnosti rakennuksen kunnon ja talon asukkaiden viihtyvyyden lisäksi mahdolliset ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmän (LTO:n) tuomat energiasäästöt sekä hyödyt, joita voitaisiin saavuttaa tulisijojen tavanomaisella käytöllä.

2 KUNTOARVIOKOHDE

Taulukossa 1 on esitetty rakennuksen perustiedot, joilla on katsottu olevan merkitystä kuntoarvion lähtötietoina. Tiedot on kerätty rakennuksen aiemmalta omistajalta / rakennuttajalta sekä talon rakentamiseen ja remonteihin liittyvistä dokumenteista. Taloon on tehty myös alla kerrotut korjaus- /muutostyöt.

TAULUKKO 1. Rakennuksen perustiedot

Osoite	Tuijalankuja 1, 90460 Oulunsalo
Rakennusvuosi	1982
Rakennustyyppi	Omakotitalo
Kerrosala	175,8m ²
Lämmönlähde	Kaukolämpö
Lämmönjako	Vesikiertoinen lattia- ja patteriverkosto.
Ilmanvaihto	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone on poistettu käytöstä. Tällä hetkellä toiminnassa on pelkkä erillinen poistoilmanvaihto. Poistoilmakanavisto on yhdistetty keittiön liesituulettimen poistoilmapuhaltimeen.
Korjaukset	2013 uusittu ikkunat ja ulko-ovet.

Rakennuksen alkuperäinen ilmanvaihtokone on ollut lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone. Se sijaitsee talon vesikatolla (kuva 1). Ilmanvaihtokone on talon aikaisemman omistajan aikana rikkoontunut ja poistettu käytöstä. Tuloilmakanavisto on tulpattu ja poistoilmakanavisto on yhdistetty liesituulettimen poistoilmakanavaan.



KUVA 1. Kuntoarviokohteen keittiön liesituulettimen puhallin ja käytöstä poistettu ilmanvaihtokone sijaitsevat rakennuksen vesikatolla.

Keittiön liesituuletin on uusittu edellisen asukkaan mukaan vuonna 2015. Huippuimurin pyörimisnopeutta säädetään liesituulettimen ohjauspaneelista.

Lämmönlähteenä toimiva kaukolämmönsiirrin ja patteritereiden termostaatit on edellisen asukkaan mukaan vaihdettu vuonna 2015 uusiin. Vesikiertoinen lattialämmitys on asennettu talon pesuhuoneeseen, saunaan, kodinhoitohuoneeseen sekä eteis- ja WC-tiloihin vuonna 2014. Lattialämmityspiirit on haaroitettu suoraan alkuperäisestä patteriverkostosta. Kylpyhuoneen lämmitysverkostossa on lisäksi kuivauspatteri.

Patteriverkoston kupariputket ja patteriventtiilit ovat alkuperäisiä. Rakennuksessa on varaava leivinuuni ja varaava takka.

Käyttövesiputket ovat vanhoihin suojaputkiin uusittuja muoviputkia, jotka on asennettu suurimmalta osin alapohjarakenteiden sisään. Näkyville asennetut kupariputket ovat alkuperäisiä. Talon edelliseltä asukkaalta saatujen tietojen mukaan pesutilojen käyttövesiputket on uusittu 2008 ja muissa tiloissa 2015 - 2016 kodinhoitohuoneen putkia lukuun ottamatta.

3 KUNTOARVIOINTI

Kuntoarviolla selvitettiin kiinteistön kunto, jotta tiedettäisiin tulevien korjausrakentamishankkeiden kiireellisyydet, ajankohdat ja laajuudet. Kuntoarviointi rajattiin koskemaan vain lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesijärjestelmiä. Tämän pohjalta luotiin pitkän tähtäimen suunnitelma korjaustarpeita varten seuraavaksi kymmeneksi vuodeksi. Kuntoarvion laadinnassa käytettiin apuna rakennustiedon ohjekorttia RT 18-11131. (1, luku. 4.) Liitteenä 3 on raportti kuntoarvion osista, joita ei työssä ole nostettu erikseen esiin.

3.1 Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmänä on ollut rakennusvaiheessa vuonna 1982 vesikatolle asennettu Valmetin valmistama Lämpöhattu. Ilmanvaihtokoneesta lähtevä tuloilmakanavisto on tulpattu ja poistoilmakanavisto on liitetty liesituulettimen huippumuriin ilmanvaihtokoneen rikkoonnuttua. Keittiön allaskaapissa näkyy käytöstä poistetun ilmanvaihtokoneen kondenssiveden poistoletku, joka on yhdistetty keittiön pesualtaan viemärin vesilukkoon (kuva 2).



KUVA 2. Keittiön allaskaapissa lämminvesiputket on kytketty pesualtaan sekoittajaan ja astianpesukoneen hanaan. Kylmävesiputki on kytketty pesualtaan sekoittajaan. Putket on asennettu suoja-putken sisään.

Koska talon tuloilmakanavisto on tulpattu, korvausilma tulee sisään hallitsemattomasti rakenteiden vuotoilmareittien kautta. Sisäilma on koettu olevan tunkkaista ja sisäilman kosteuden on koettu olevan ajoittain liian korkea. Makuuhuoneiden ikkunoiden sisäpintaan kondensoituu vettä talvisin ja märkätiloissa kosteuden poistuminen ilmasta ei ole riittävän tehokasta.

Tulisijoja ei ole voitu käyttää ilmanvaihtokoneen rikkoontumisen jälkeen, koska savun hajua kulkeutuu puun polttamisen aikana rakennuksen sisälle. Savun hajua on ollut aistittavissa myös tulisijojen ollessa käyttämättöminä. Kuvassa 3 on saunan kiukaan alla oleva korvausilmaventtiili.



KUVA 3. Saunan puukiuasvarauksen alapuolella oleva korvausilmaventtiili

Savun haju on ollut voimakasta erityisesti saunassa, jonka seinässä on korvausilmaventtiili sekä leivinuunin ja puukiukaan sulkupeltien vivut. Ilmanvaihtokanavat kuvattiin videokameralla. Kiukaan korvausilmakanavasta löytyi tukos (kuva 4). Tukosta ei saatu poistettua kuvauksen yhteydessä. Saunassa on tällä hetkellä käytössä vain sähkökiuas.



KUVA 4. Saunan kiukaan korvausilmaputken mutkasta löytyi isompi tukos.

Ilmanvaihtokoneen uusimisesta kiinnostuttiin myös, koska nykyaikaisen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto vähentää energiankulutusta ja tuo tätä kautta säästöjä lämmityskustannuksiin. Saneerauksen jälkeen myös takkaa ja leivinuunia olisi mahdollista käyttää, mikä myös osaltaan toisi energiasäästöjä ja viihtyvyyttä.

Oleskelutiloissa on vanhat tuloilmaventtiilit, joiden halkaisija on 100 mm. Poistoilmaventtiilien halkaisijat ovat 125 mm, lukuun ottamatta WC:tä, jossa on 100 mm:n venttiili. Venttiileissä ei ole merkintöjä eikä niiden säätöarvoista ole tietoa. Olemassa olevaa ilmanvaihtokanavistoa kuvattiin ja todettiin, että se tulee puhdistaa ennen järjestelmän käyttöönottoa (kuva 5).



KUVA 5. Tuloilmakanavan puhtaus tarkastushetkellä

3.2 Lämmitys

Lämmitysverkosto on alkuperäinen vuonna 1982 asennettu ja käyttöönottettu kupariputkinen patteriverkosto. Jokainen huone on varustettu yhdellä radiaattorilla pois lukien kosteat tilat: sauna, kylpyhuone, WC ja eteinen, joissa on jälkikäteen asennettuna vesikiertoinen lattialämmitys. Kylpyhuoneen, saunan ja kodinhoitohuoneen lattiassa on käytetty rivasennettua 15 mm:n Upolet-muoviputkea. Eteisen ja WC:n kohdalla on käytetty saatujen tietojen mukaan Roth-merkkistä uritettua polystyreeni (EPS) levyä, johon on painettu lämmönluovutuslevyt, ja siihen 12 mm:n muoviputkea, joka on asennettu vuonna 2014. Lattialämmityksien vesivirta on haaroitettu suoraan patteriverkostosta. Kodinhoitohuoneessa on lisäksi yksi käsisäätoinen patteri. Autotallissa ja varastossa ei ole lämmitystä ollenkaan, mutta teknisentilan ikkunan alla oleva käsisäätoinen patteri on riittävä, ovien ollessa auki, pitämään muutkin tilat noin +10°C:n lämpötilassa talvisin. Verkosto on jaettu kahteen ala/yläjakoiseen linjaan, jotka kulkevat seinustoja pitkin talon päähän.

Termostaateina on käytössä vuonna 2015 uusitut Danfossin digitaalisella näytöllä varustetut patteritermostaatit. Verkosto on päällisin puolin patteriventtiileitä lukuun ottamatta ikäänsä nähden hyvässä kunnossa. Patteriventtiilit ovat alkuperäiset TA:n mallit, joiden nimellishalkaisija on 10 mm. Takkahuoneen termostaatti (kuva 6.) on särkynyt patteriventtiiliin vuodon seurauksena. Tilalle on vaihdettu väliaikaiseksi ratkaisuksi mekaaninen hattu. Venttiilin vuoto paikannettiin karaan. Patteriventtiilit tulee uusia mahdollisimman pian.



KUVA 6. Takkahuoneen patteriventtiili on vuotanut termostaattiin purkaen paristot ja hajottaen termostaatin.

Saatujen tietojen mukaan takkahuoneessa on talvisin ollut kylmä ja patteri lämpenee vain osittain. Aistinvaraisesti tutkimalla patterin todettiin lämpiävän vain yläreunasta. Syyksi selvisi, että patterin virtausta oli rajoitettu paluupuolelta. Avaamalla paluupuolen venttiiliä saatiin patteri lämpiämään kauttaaltaan. Lisäksi kylpyhuoneen kuivauspatteri ei ole lämminnyt ja lattialämmityspiiri on kesäisin kylmä (kuva 7). Osittain tämän seurauksena kosteus poistuu tilasta huonosti.



KUVA 7. Kylpyhuoneen kuivauspatteri sijaitsee viimeisenä patteriverkostossa. Kuvassa näkyy alaslaskussa tuodut vanhat kupariputket ja sulut, jotka olivat kiinni estäen veden virtauksen kuivauspatterissa.

Alkuperäisten piirustusten mukaan kylpyhuoneen lattialämmityspiirin pitäisi olla liitettynä käyttöveden kiertoon. Tätä ei kuitenkaan havaintojen perusteella ole koskaan toteutettu vaan kyseinen piiri on yhdistettynä patteriverkostoon (kuva 8). Tämä aiheutti lattialämmitykseen liittyvän ongelman.



KUVA 8. Kodinhoitohuoneen käsisäätoinen patteri, haarat lattialämmitykselle sekä pintaan uusittu käyttövesiputki.

Ongelma korjaantui säätämällä menoveden minimilämpötilaa korkeammaksi. Säätimenä toimii Oumanin EH-203 lämmönsäädin, joka ulkolämpötilan mukaan ajaa esisäädetyt lämpökäyrän lämpöistä menovettä lämmitysverkostoon. Ulkolämpötilan ollessa niin korkea, ettei varsinaista lämmitystarvetta ole, laskee lämpökäyrän mukaan menoveden lämpötila niin alhaiseksi, ettei sillä ole lämmittävää vaikutusta lattiaan. EH-203:n valikosta saa asetettua menovedelle minimilämpötilan esimerkiksi 35 °C:seen. Tällöin lattiaan saadaan ajettua halutun lämpöistä vettä myös lämpimillä säillä. Lämmityskäyrä on näin tasainen, kunnes ulkolämpötilan mukaan säädetty lämmityskäyrän menoveden lämpötila ylittää tuon asetetun alarajan. Tällä varmistetaan, että lattia on aina miellyttävän lämmin. Tällöin myös kosteus poistuu tehokkaammin lattiapinnasta. Koska lattialämmitys ja kuivauspatteri on asennettu muiden tilojen lämmityspattereiden kanssa samaan verkostoon, tulee huolehtia, että muiden tilojen patteritermostaatit on säädetty avautumaan vasta halutussa sisälämpötilassa. Näin ne pysyvät kesäisin kiinni, kun

lämmitystarvetta kyseisissä huoneissa ei ole. Tästä aiheutuu kuitenkin lämmönjakeluputkistossa lämpöhäviöitä ja lisää lämmitysenergiankulutusta.

Kylpyhuoneen kuivauspatterin kesän aikaiseen lämpenemiseen vaaditaan sama toimenpide, kuin lattiankin lämmön nostamiseksi vaadittiin. Jatkossa kuivauspatterin oletetaan lämpiävän patteriverkoston menoveden lämpenemisen seurauksena vuodenajasta riippumatta.

Rakennuksen tulisijat on nuohottu vuosittain. Takan etuosassa näkyy savun tummuttama rappaus (kuva 9).



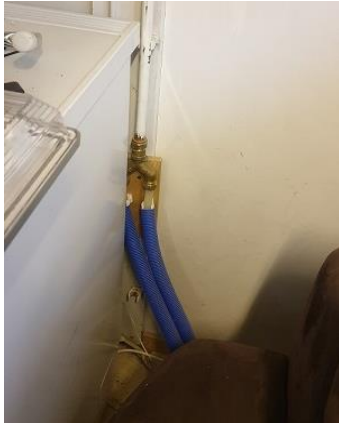
KUVA 9. Takkahuoneen varaava tulisija

Kummankin takan käytössä on ongelmana puun palamiseen tarvittavan korvausilman saanti. Tämä johtunee rakennuksen alipaineisuudesta ja palamisilmareittien tukkoisuudesta. Tulisijojen savutuksen vuoksi niitä ei ole käytetty lämmitykseen. Lämmityksestä ei ole hyötyä talvisin, mikäli ovia on pidettävä auki palamisilman riittävyuden varmistamiseksi ja rakennuksen alipaineisuuden poistamiseksi. Tulisijoille tulee omat korvausilmaputket, jotka on kaivettu sokkelin läpi, lämpöeristelevyjien alta maanpinnalle. Näiden toimintaa tarkasteltiin Tmi Nokipalolta lainatulla Wöhler VIS 350 -kameralla. (2.)

Tulisijan tulisi saada sytytyksen jälkeen palamiseen riittävä ilma näitä reittejä pitkin. Huoneisiin, joissa on tulisija tai valmius tulisijalle, tulee savua myös silloin, kun toista tulisijaa polttaa. Savu kulkeutuu kylmänä olevan tulisijan hormin kautta sisään. Korvausilman tuloreittejä ei selvitetty merkkisavun avulla ongelman aiheuttavien vaikeiden olosuhteiden ja korvausilmareittien laajuuden vuoksi. Ongelma ilmenee lähinnä silloin, kun joku tulisijoista on käytössä, jolloin savut tulevat helposti sisään myös tulisijan luukulta, mikäli ulko-ovet eivät ole avoinna.

3.3 Käyttövesi

Käyttövesiverkosto tutkittiin aistinvaraisesti, rakenteita rikkomatta. Käyttövesi lämmitetään kaukolämmönsiirtimeen välityksellä. Käyttövedenkiertoa rakennuksessa ei havaittu lainkaan. Pintaan asennetut käyttövesiputket ovat kuparia. Ne ovat alkuperäisiä ja on asennettu näkyville varastoon kattoon. Ne laskeutuvat varaston toisesta päästä alapohjaan, josta jatkuvat uusittuina muoviputkina suoja-putkissa kalusteille saakka (kuva 10).



KUVA 10. Käyttövesiverkoston uusitut muoviputket suojaputkessa.

WC:n, kylpyhuoneen ja kodinhoitohuoneen LVI-kalusteet on uusittu 2011 - 2014. Pesutilojen käyttövesiputket on uusittu saatujen tietojen mukaan vuonna 2008, muiden tilojen osalta 2015 - 2016 keittiön ja kodinhoitohuoneen välisiä putkia lukuun ottamatta.

Havaituilta osin käyttövesiputket kulkevat alapohjarakenteiden sisällä suojaputkissa varastoa lukuun ottamatta. Muualla putket ovat suojaputkeen asennettuja muoviputkia, varastossa kuparia. Käyttöveden putkiliitoksissa ei havaittu vuotoja eikä vuotojälkiä. Myöskään vesikalusteissa tai niiden liitoksissa ei havaittu vuotoja. Vesimittarissa ei ollut havaittavissa ylimääräistä liikettä, kun vesipisteistä ei laskettu vettä (kuva 11).



KUVA 11. Vesimittarissa ei havaittu liikettä vesipisteiden ollessa suljettuina tarkastuksen aikana.

Käyttöveden kierron puuttumisen vuoksi käyttövesiverkoston viimeisillä vesipisteillä lämpimän veden odotusaika on asukkaan arvion mukaan 20 - 30 sekuntia. Lämmönjakuhuoneesta ei löytynyt haaraa eikä kiertovesipumppua käyttöveden kierrolle. Sen sijaan kyseinen lattialämmityspiiri havaittiin suunnitelmista poiketen yhdistetyksi kodinhoituhuoneesta patteriverkoston. (Kuva 12.)



KUVA 12. Kodinhoituhuoneen allaskaapissa haarautuu lämpimän käyttöveden ja kylmän veden putket pesualtaan hanalle ja pyykinpesukoneen venttiileille.

4 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAEHDOTUS (PTS-EHDOTUS)

Pitkän tähtäimen suunnitelma, eli PTS on työkalu asuinrakennuksen ylläpitoa varten. Sen avulla voidaan varautua kiinteistön tuleviin korjausrakentamistoimenpiteisiin. Yhdessä kuntoarvion kanssa se antaa kuvan asunnon kunnosta, tulevista korjaustoimenpiteistä ja niiden ajankohdista. PTS laaditaan yleensä vähintään kymmeneksi vuodeksi kerrallaan. Työssä on tarkasteltu tämän mukaan kymmenen vuoden jaksolle ajoittuvat lämpö-, vesi- ja ilmastointitekniikan korjausrakentamistoimenpiteet. Suunnitelman avulla on tarkoitus minimoida mahdolliset särkymisien aiheuttamat riskit toteuttamalla tarvittavat korjausrakennukselliset toimenpiteet eri laitteistoille ennen niiden teknisten käyttöikien päättymistä. (3.)

PTS laadittiin käyttäen eri järjestelmien ja niiden osien teknisten käyttöikien arviointiin apuna kuntoarvion tuloksia ja RT 18-10922 -korttia. Laatimastani PTS-ehdotuksesta (taulukko 2). käy ilmi, että kiireisimpänä toimenpiteenä ilmanvaihtojärjestelmän saneeraus tulisi suorittaa välittömästi, minkä vuoksi tätä varten tehtiin korjausrakentamissuunnitelma.

TAULUKKO 2. Kuntoarviokohteen pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma (4, s. 13-26.)

PTS	Asennettu	Tekn. käyttöikä	Suunniteltu uusimisajankohta					Huoltotoimenpiteet
			2019	2020	2021	2022...2028	2029	
Lämmönjakokeskus	1982							Tarkastus kuukauden välein
Lämmönsiirtimet	2015	20						
Kupariputket	1982	50			x			Tarkastus vuoden välein
Lattialämmityspotket	2014	50						
Pumput	1982	20...25						Tarkastus vuoden välein
Venttiilit	1982	20...25						Koekäyttö vuoden välein
Sulkuventtiilit	1982	30						Tarkastus vuoden välein
Patteriventtiilit	1982	15...20		x				Tarkastus kuukauden välein
Moottoriventtiilit	1982	20						
Putkistovarusteet	1982							Tarkastus vuoden välein
Paisunta ja varolaitteet	2014	20...25						Tarkastus vuoden välein
Lämmönluovutus								
Radiaattorit ja konvektorit	1982				x			Tarkastetaan venttiilien yht.
Vesi- ja viemärijärjestelmät								
Pumput	1982	20...25						Tarkastus vuoden välein
Venttiilit	1982	30...40						Tarkastus vuoden välein
LSV	1982	30						Tarkastus vuoden välein
Moottoriventtiilit	1982							
Venttiilirunko	1982	15...20						
Toimilaite	1982	5...10						Tarkastus vuoden välein
Lämmönsiirtimet	1982	20						Tarkastus vuoden välein
Vesijohdot								Tarkastus vuoden välein
Kupariputket	1982	50						
PEX -putket suojaputkessa	2016	50						
Muoviviemärit	1982	50					x	Tarkastus vuoden välein
Kalusteet								
Kaksiovesekoittimet	2014	20...25						
Pesualtaat, pidet	2014	50						
WC -laitteet	2014	50						Vuotojen jatkuva tarkkailu
Lattiakaivot	2014	50						1...12 kk puhdistus
Vesilukot	2014	30						1...12 kk puhdistus
IV								
Puhaltimet, huippuimurit	1982	10...15	x					Tarkastus suod. vaihdon yht.
Suodattimet	-		x					2-4krt/vuosi, vaihto/puhdistus
Jälkilämmityspatteri (sähköinen)	-	10	x					
LTO	-	10...15	x					
Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet	-	10...15	x					Tarkastus vuoden välein.
Kanavistot ja kanaviston varusteet	1982							Puhdistus 5-10v. Välein
Poist.ilm.vent ja -säleiköt	1982							Puhdistus vuoden välein
Savunpoistolaitteet								
Savupiippu	1982	50						Nuohous vuosittain

5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN KORJAUS

Tavanomaisissa rakennuksissa pyritään suunnittelemaan tulo- ja poistoilmavirrat yhtä suuriksi. Oleskelutiloihin tuodaan puhdasta suodatettua ja esilämmitettyä ulkoilmaa. Niin sanottuihin likaisiin tiloihin, jotka käsittävät tässä tapauksessa WC:n, kylpyhuoneen, kodinhoitohuoneen sekä vaatehuoneen, tuodaan poistoilmakanavat. Tarkoituksena on tuoda näihin tiloihin tuloilma siirtoilmana oleskelutiloista, jolloin näiden tilojen mahdolliset hajut tai kosteus eivät leviä oleskelutiloihin. Ilmavirtojen määriä voidaan kasvattaa tiloissa harkinnan mukaan tasapainotilaan pääsemiseksi, kunhan minimi-ilmavirrat toteutuvat. (5.)

Ilmanvaihtokoneen valinta aloitettiin mitoittamalla huonekohtaiset ilmavirrat nykyaikaisiksi käyttäen FINVACIN vuonna 2017 julkaisemaa "Opas asuinrakennusten ilmavaihdon mitoitukseen" -opasta.

Huonekohtaiset ilmavirrat on syötetty Excel-taulukoon poisto- ja tuloilmavirtoina sekä laskettu asunnon kokonaisilmavirrat. Mitoitus tehdään nykyohjeistuksen mukaisesti tasapainotilaan, jolloin tulo- ja poistoilmavirrat ovat samansuuruiset. Lisäksi on laskettu koneen kapasiteetti riittämään tehostusta vaativissa tilanteissa käyttäen kertoimena lukua 1,3.

5.1 Suunnittelu

Ilmanvaihtojärjestelmän korjaussuunnittelu tehtiin CADS 18 -suunnitteluohjelmistolla. Solibri-ohjelmistoa käytettiin IFC-mallien katseluun ja tulostukseen. Suunnittelu aloitettiin laskemalla huonekohtaiset ilmavirrat. Ilmavirrat katsottiin FINVACin oppaasta "Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet", jossa on määritettynä vähimmäisilmavirrat asuntojen eri tiloille. Ilmavirrat syötettiin taulukkoon (taulukko 3). Ilmavirtoja kasvatettiin kyseisen oppaan mukaisesti, jotta päästiin lähelle tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainotilaa.

TAULUKKO 3. Huonekohtaiset ulko- ja poistoilmavirrat (6, s. 6.)

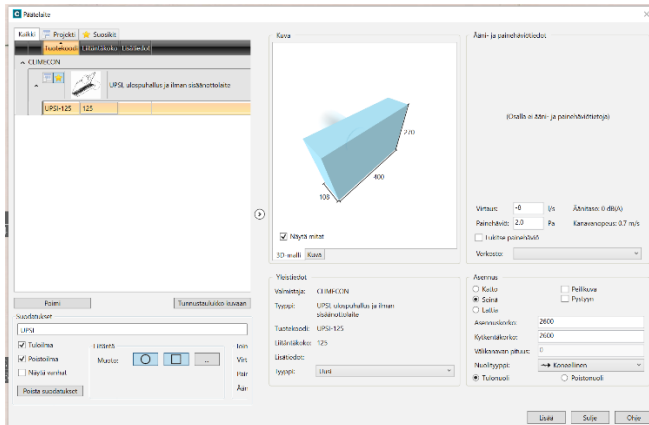
Huone	Pinta-ala m ²	Vanha Ulkoilma dm ³ /s	Vanha Poistoilma dm ³ /s	Uusi Ulkoilma dm ³ /s	Uusi Poistoilma dm ³ /s
MH1	12,8	10		12	
MH2	12,8	10		12	
MH3	8,5	10		8	
Takkah.	12,8	10		8	
Olohuo.	20,0	15		12	
Keittiö *	11,4	18	25		15
WC	2,0		8		10
Kylpyh.	5,2		25		15
Kodinh.	4,4		12	6	12
Sauna	3,0		6	6	6
Vaateh.	2,0		3		6
Eteinen	7,8				
Yhteensä	102,7	73	79	64	64
Tehostus= käyttöajan ilmavirta *	1,3			83	83

*Keittiön poisto liesikuvun kautta huippuimurilla jätetään ennalleen.

*Tehostus (7, s. 8).

Vanha ilmanvaihtokoneen sijainnin vuoksi ei päästä kyseistä tilaa tai reittejä käyttämään hyödyksi. Uusi ilmanvaihtokone päädyttiin sijoittamaan talon päädyssä sijaitsevaan vaatehuoneeseen, jossa tilaa on riittävästi. Vaatehuone on melun kannalta tarpeeksi kaukana oleskelutiloista.

Ilmanvaihtokoneen uuden sijainnin vuoksi tarvittiin uudet läpiviennit ulkoilma- ja jäteilmakanaville. Ilmanvaihtokone oli paras asentaa kadunpuoleiseen ulkoseinään läpivientien sijainnin vuoksi. Näin vesikattoon ei tarvitse tehdä läpivientä ja kanavapituudet saadaan pidettyä lyhyenä. Päätelaitteeksi ulko- ja jäteilmakanaville päädyttiin valitsemaan Climecon UPSI 160 mm -yhdistelmälaite. Kuvassa 13 on syötetty valitun yhdistelmälaitteen tiedot CADS-ohjelmaan.



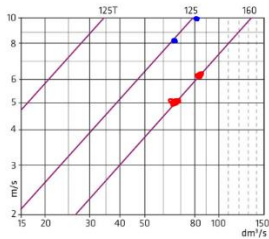
KUVA 13. UPSI -yhdistelmäpäätelaitteen mitoitus mallinnus CADS-ohjelmaan

Vaihtoehtona on myös pidetty toisen valmistajan vastaavaa Combiboxia. Liitteessä 1 on massalista tarvikkeista, joiden mukaan on saatu tarjous tuotteista ja toimituksesta. Massalistassa yhdistelmälaitteeksi on valittu Combibox tarviketoimittajan tarjonnan vuoksi. Kuvaan 14 on merkitty normaalikäytön ja tehostuksen aikaisten ilmavirtojen ulospuhallusnopeudet päätelaitteelta eri kanavakokoja käyttäen.

	nom. Ød	nom. Ød ₁	L	H	W	W ₁	S	U	T	kg	
UPSI-125T/160	125	160	400	270	265	110	100	180	52	109	2,0
UPSI-125/160	125	160	400	270	265	110	100	180	52	109	2,0
UPSI-160/200	160	200	475	310	325	140	115	215	54	128	2,6

Mitoitus *

UPSI puhallusnopeus



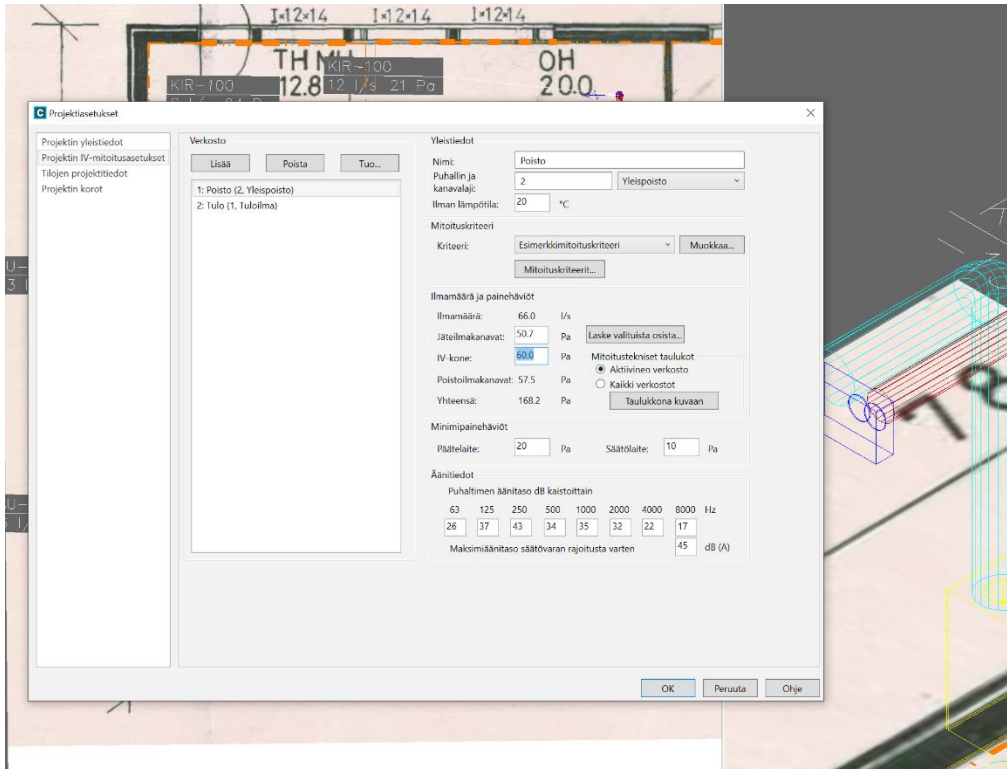
KUVA 14. Climecon UPSI -yhdistelmälaitteen mitoitus

Molemmassa yhdistelmälaitevaihtoehdoissa toteutuu valmistajan ohjeessa mainittu miniminopeus 5 m/s, jolloin ulospuhallettu ilma ei pääse kiertämään takaisin raitisilmakanavaan. Valitaan 160 mm:n kanavakoolle soveltuva vaihtoehto matalampien painehäviöiden vuoksi. Kadunpuoleisella ulkoseinällä toteutuu myös vaadittavat minimietäisyydet naapuritontista ja vastapäisestä rakennuksesta. Climecon UPSI -yhdistelmälaitteen minimivaatimukset täyttyvät, kun päätelaite sijoitetaan julkisivun puoleiselle seinälle, jolloin poistoilma puhalletaan kadun suuntaan. Päätelaitteen sijoitukseen on käytetty apuna myös talotekniikkainfon ohjetta ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittamisesta. (Taulukko 4.)

TAULUKKO 4. Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhalluslaitteiden sijoitusvaatimukset (8.)

Vaatus	Vaatumuksen täytyminen
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista, parvekkeista ja avattavista ikkunoista (lisätty 27.6.2019)	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla	vähintään 5 m/s
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys viereisistä seinistä	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys naapuritontista	vähintään 4 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta	vähintään 15 m
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin
Seinäpuhalluslaitteen toimivuus	varmistettu suunnitellussa käyttötarkoituksessa

Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimissa ja ilman virtausta kuristavissa laitteissa syntyy melua, jota vaimennetaan äänenvaimentimilla, jottei se kantautuisi kanavistoa pitkin häiritsevän voimakkaana oleskelutiloihin. Kuvassa 15 on ilmanvaihtokoneen tuottamat äänitehotasot syötettynä suunnitteluohjelmalla mallinnettuun tulo- ja poistoilmakanavistoon. Liitteenä 2 olevasta ilmanvaihtokoneen mitoituksen tulosteesta käy ilmi ilmanvaihtokoneen äänitehotasot oktaavikaistoittain. Ilmanvaihtokoneen valmistaja Flexitin, koneen mitoitukseen tarkoitettua "Flexit select" sovellusta käytettiin sopivan koneen valintaan.

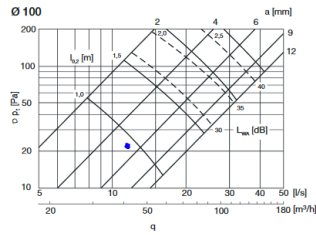


KUVA 15. Ilmanvaihtokoneen aiheuttaman äänitehotasojen syöttäminen oktaavikaistoittain tulo- ja poistoilmakanaviston alkuun

Tulo- ja poistoilmaventtiilit vaihdetaan kaikkiin tiloihin. Myös keittiön ja tuulikaapin uusiin poistoilmakanaviin valittiin venttiilit. Venttiilit vaihdetaan säädettävyyden helpottamiseksi, sekä esteettisistä syistä. Uusitut venttiilit näyttävät nykyaikaisemmilta ja ovat yhtenäisiä keittiön ja tuulikaapin uusien kanavien myötä koko rakennuksessa. Käyttämällä tunnettuja venttiilejä saadaan säädettyä suunnitelmien mukaiset ilmavirrat huoneisiin ilman erikoistyökaluja tai mittauksia. Kuvassa 16 ja 17 on merkitty makuuhuoneen tulo- ja poistoilmaventtiilien toimintapisteet valmistajan taulukoihin.

Tuloilmaventtiili

KIR
KIRS



KUVA 16. Tuloilmaventtiin valinta valmistajan mitoitus taulukosta (MH1)

comfort | venttiilit

Poistoilmaventtiili

KSU
KSUS

Tekniset tiedot

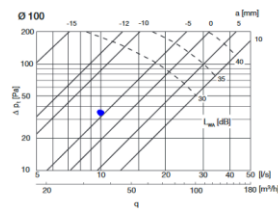
Ilmavirta, q [m^3/s] ja [m^3/h],
kokonaispainehäviö, Δp_t [Pa], sekä A-painotettu ääniteho-
taso, L_{WA} [dB], eri säätöasennoille, a [mm],
on esitetty käyrästoissa.

Äänitehotaso, L_w [dB], oktaavikaistoittain
lasketaan $L_{WA} + K_{ok}$
 K_{ok} on esitetty alla olevassa taulukossa.

Ød nom paikka	Asennus	Keskitaajuus [Hz]							
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
100	Kanava	-6	-6	-3	-3	-4	-9	-13	-27
125	Kanava	-7	-7	-6	-5	-8	-4	-12	-29
160	Kanava	-3	-3	-7	-5	-2	-12	-16	-29
200	Kanava	-5	-5	-7	-8	-2	-9	-13	-30

Toleranssi ±3 ±2 ±2 ±2 ±2 ±2 ±2 ±3

Vähennä käyrästä arvosta 4 dB saadaksesi 10 m²
Sabinea vastaava äänenpainetaso L_{pa} .



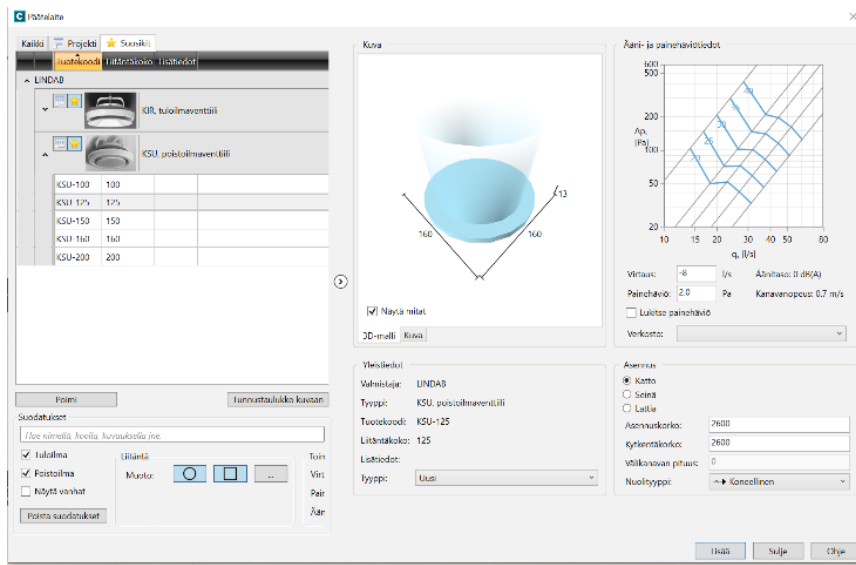
KUVA 17. Poistoilmaventtiin valinta valmistajan mitoitus taulukosta (WC)

Toimintapiste saadaan tarkastelemalla nykymääräysten mukaan valittua huonekohtaista ilmavirtaa ja CADS-suunnitteluohjelman laskemaa painehäviötä kyseisellä venttiilillä. Näin löytyy venttiin esisäätöarvo. Venttiin kokoa valittaessa esisäätöarvo on tärkeä, sillä se vaikuttaa venttiin kuristaman ilmavirran aiheuttamaan äänitasoon. Esisäätöarvon on hyvä sijoittaa kohtuullisen keskellä säätöaluetta, jolloin säätövaraa löytyy vielä kumpaankin suuntaan tarpeen mukaan.

Venttiileiksi valittiin Lindabn KIR- ja KSU-venttiilit. Kuvassa 16 on haettu esisäätöarvo tuloilmaventtiilille 12,8 m²:n makuuhuoneeseen. Makuuhuoneen tuloilmamäärä on 12 l/s ja painehäviöt 22 Pa. Poistoilmaventtiili on valittu uuteen tuulikaapin kanavaan.

Tuulikaappiin tulevan kanavan koko on 100 mm. Poistoilman määrä on 10 l/s ja painehäviöt 35 Pa.

Kuvassa 18 syötetään CADS-suunnitteluohjelmaan manuaalisesti valmistajan taulukoista mitoitettua KSU -125 mm:n poistoilmaventtiiliä.



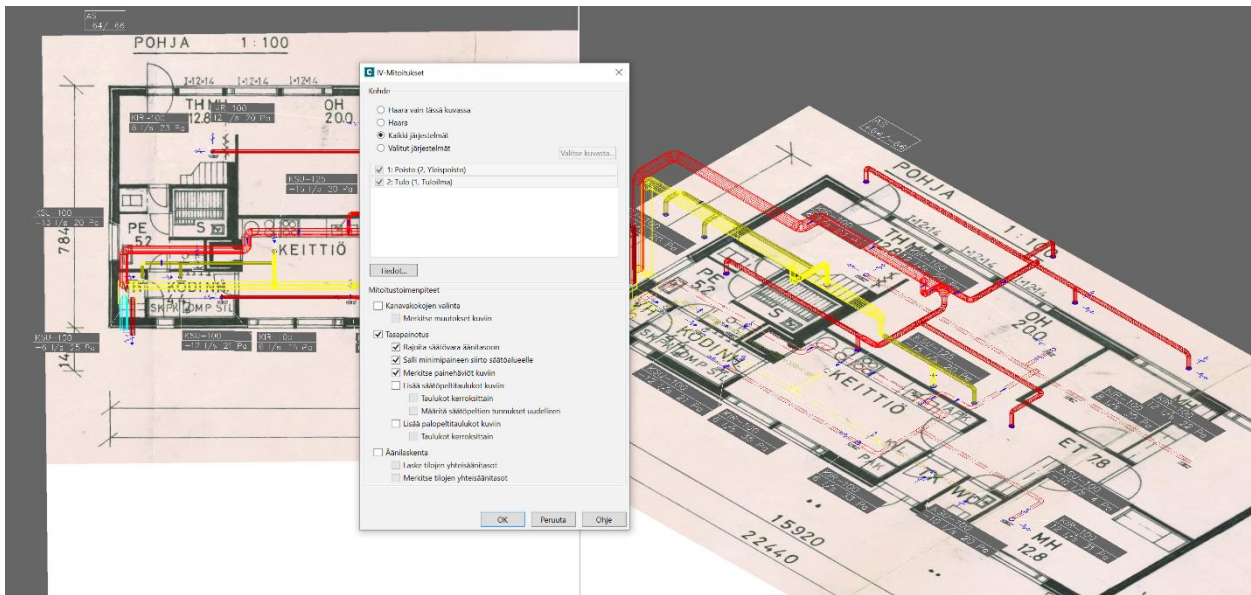
KUVA 18. Päätelaitteen lisääminen kanavistoon CADSssa

Sovelluksesta saa äänitasot syöttämällä niille valittuihin kenttiin venttiilien mitoituksessa käytetyt tiedot. Ohjelma kertoo venttiin äänitason ja kanavan virtausnopeuden. Lisäksi ohjelmaan syötetään asennuskorko ja asennuspaikka, joka tässä tapauksessa on katto. Havainnollistamaan valittiin nuolityypiksi "koneellinen" virtausnuoli, sillä kyseessä on koneellinen ilmanvaihto.

Venttiin tyypiksi valittiin "Uusi", koska kyseessä on uusittava osa. Osa rakennuksen olemassa olevista kanavista pystyttiin käyttämään hyödyksi kustannusten minimoimiseksi. Vanhoja kanavia piirtäessä valittiin kanavan tyypiksi "Olemassa oleva".

Kyseiset osat näkyvät kuvassa tummempina ja ne on rajattu pois massalistaa luotaessa, jolloin ohjelma laskee tarpeet vain uusille osille.

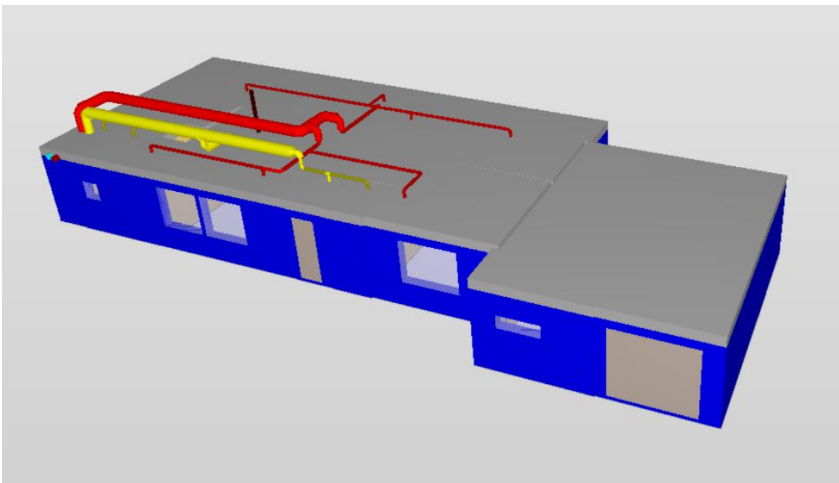
Kuvassa 19 on käynnissä ilmanvaihtoverkoston mitoitus CADS-suunnitteluohjelmalla. Ohjelma laskee kanaville ja kanavaosille tarvittavat koot sekä tasapainotettaessa painehäviöt kanaviston eri osille.



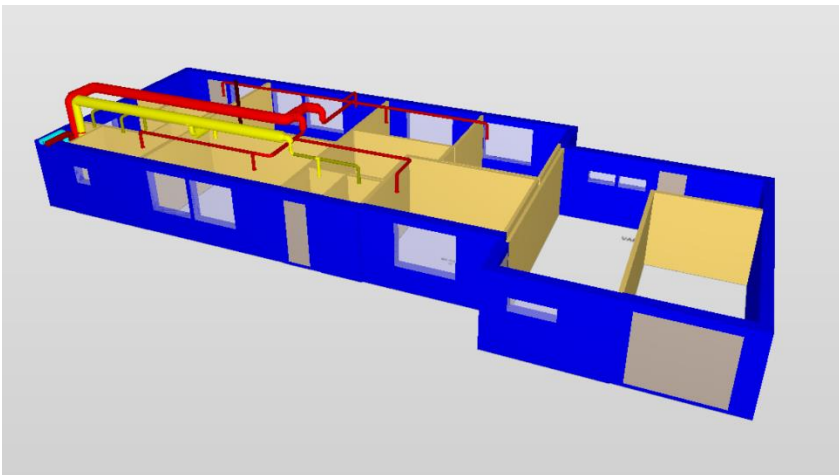
KUVA 19. Ilmanvaihdon mitoitus (9.)

Kuvassa näkyvät tummemmalla värillä piirretyt kanavat ovat olemassa olevia, joita ei tulla vaihtamaan. Tällöin näiden koko tulee pysyä samana. Vaaleammalla värillä piirretyt kanavat taas ovat uusia ja niiden kokoon pystytään vaikuttamaan. Kuvassa ilmanvaihtokoneelta lähtevät runkokanavat ovat halkaisijaltaan 160 mm. Aiemmin lähdöt olivat keskellä rakennusta. Ilmanvaihtokoneen aiemman sijainnin ja rakentamisen aikaisten ilmavirtojen minimivaatimusten vuoksi kanavakooksi riitti aiemmin kokoojakanavassa 125 mm. Nyt ilmanvaihtokoneelta lähtevään ja palaavaan kanavaan liittyy useampi kytkentäkanava, joissa on myös aiempaa suurempia ilmavirtoja. Tämän vuoksi uusi kokoojakanavat tulee olla aiempaa suuremmat.

Ilmanvaihtoverkoston 3D IFC -mallinnus luotiin helpottamaan massoitusta ja asennusta. Tummaa yläpohjaa vasten erottaa hyvin uudet ja vanhat osuudet verkostosta. (Kuva 20.) Kuvassa 21 hahmottuu paremmin mihin tiloihin kanavat on piirretty. Uudet kanavistot on piirretty kirkkaammilla sävyillä. Tuloilmakanavisto on piirretty punaisella värillä ja poistoilmakanavisto keltaisella värillä. Ulkoilmakanava on piirretty kuvassa vaaleansinisenä ja ulospuhallusilmakanava sen vieressä ruskealla. Ulko- ja jäteilmakanavan päähän on asetettu 160 mm:n lähdöillä varustettu Climecon UPSI - ulkoilmasäleikkö, joka ohjaa jäteilman riittävän kauas tuloilmakanaviston ilmanottoaukon suulta, ettei ulospuhallettua ilmaa epäpuhtauksineen palaa takaisin tuloilmaan.

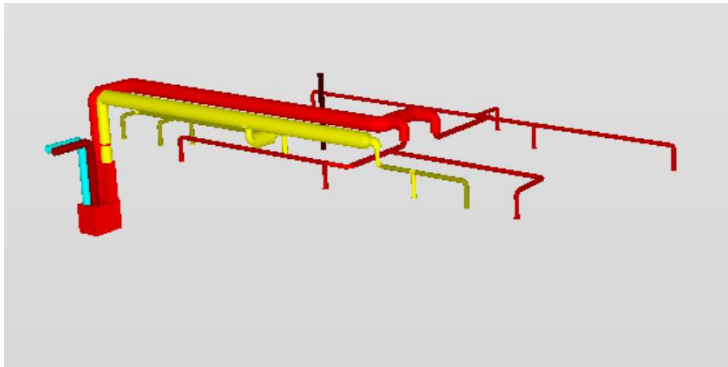


KUVA 20. 3D-mallinnus ullakkotilasta ja talon ulkopuolisista osuuksista.



KUVA 21. 3D-mallinnus ilman yläpohjaa.

Kuvassa 22 näkyy ilmanvaihtoverkosto kokonaisuudessaan. Vaatehuoneen seinään sijoitetaan ilmanvaihtokone Flexit Nordic S4. Ulko- ja ulospuhallusilmakanavat tuodaan ulkoseinän läpi tiiliverhoilun yläreunasta ja yhdistetään Climecon UPSI - ulkoilmasäleikköön. Ulko- ja ulospuhallusilmakanavat eristetään rakennuksen sisälle jääviltä osin K-FLEX -solukumisukalla kanavien mahdollisen kondenssin ehkäisemiseksi. Seinäläpivienti eristetään polyuretaanivaahdolla.



KUVA 22. IFC –mallinnus ilmanvaihtoverkosta.

Tulo ja poistoilmakanavat varustetaan 1000 mm pitkällä äänenvaimentimilla sekä säätöpellein vaatehuoneen puolella. Säätöpellit asennetaan kuvasta poiketen ilmanvaihtokoneelta katsottuna ennen äänenvaimentimia niiden aiheuttaman äänen vuoksi. Yläpohjan läpiviennit tiivistetään höyrösulun läpivientitiivistein ja teippaamalla.

Olemassa olevaa kanavistoa pyrittiin käyttämään hyödyksi mahdollisimman paljon. Ilmanvaihtokoneelta katsottuna alkupäähän vaihdettiin kanavarungoksi 160 mm:n kierresaumakanavat tulo- ja poistopuolelle, minkä seurauksena saatiin kasvatettua alkuperäisiin suunnitelmiin nähden ilmavirrat nykyvaatimusten mukaisille tasoille ilman, että painehäviöt tai äänitasot nousisivat huomattavan korkeiksi. Poistopuolelle myös lisättiin kaksi kanavaa. Myös kanavapituudet kasvavat ilmanvaihtokoneen sijainnin muuttuessa.

Ullakkotilassa uudet kanavat asennetaan yläpohjan eristeiden yläpuolelle ja eristetään kauttaaltaan 100 mm vahvuisesti KNAUF IV -lämmöneristysmatolla. Olemassa olevat kanavat on eristetty 100 mm mineraalivillalla ja 50 mm tuulisuojalla yläpohjaan kiinni. Uudet kanavat kannakoidaan kattorakenteisiin mahdollisuuksien mukaan kannatussangoilla sekä asennusvanteen avulla.

Kanavat ja kanavaosat yhdistetään vetoniiteillä. Yläpohjan läpivienti eristetään höyrystulun läpivientikauluksilla, sekä polyuretaanivaahdolla. Seinäläpivienti eristetään K-FLEX eristesukalla höyrystulun yli ja aukko täytetään polyuretaanivaahdolla.

5.2 Massalista

Liitteenä 1 on massalista, jonka perusteella on saatu tarjous ilmanvaihtokoneista ja asennukseen käytettävistä tarvikkeista. Tarvikkeiden valintaan on käytetty Heatco Oy:n tuotekuvastoa 2019.

5.3 Kustannusarvio

Kustannusarvio tarviketoimitukselle ilman työn osuutta on noin 5 500 euroa. Kustannusarviossa käytetty saatua tarjousta tuotteista. Hintoja vertailtu muiden toimittajien tuotteisiin. Vertailun perusteella tarjous on kilpailukykyinen.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli arvioida asuinrakennuksen LVI-järjestelmien nykyinen tila ja tulevien korjaustöiden tarve sekä tehdä kunnossapito- ja korjaussuunnitelma. Aluksi tehtiin kuntoarviointi aistinvaraisesti. Saatujen tietojen pohjalta tehtiin PTS-ehdotus kiinteistön kunnossapitämiseksi. Ehdotusta laadittaessa huomattiin, että ilmanvaihtojärjestelmä vaatii välitöntä korjausta, ja päädyttiin tekemään suunnitelma ilmanvaihtojärjestelmän korjaamisesta. Työssä käytettiin suunnitteluun CADS 18-suunnitteluohjelmistoa sekä Solibri-ohjelmistoa IFC-mallien katseluun ja tulostukseen.

Työ eteni tasaiseen tahtiin, ilman suurempia haasteita. Työn tavoite saatiin toteutettua ja ilmanvaihtosaneeraus aiotaan suorittaa suunnitelmien mukaisesti vielä kuluvan syksyn aikana.

LÄHTEET

1. KH 90-00534. 2013. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. Helsinki: Rakennustieto. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-11131> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä: 28.4.2019.
2. Nokipalo, Ville 2019. Kanavakuvauslaitteiston lainaus sekä käyttökoulutus. Kempeleessä 1.8.2019. <https://nokipalo.fi/hormi-ja-kanavakuvaukset/>.
3. PTS. Talokeskus. Saatavissa: <http://www.talokeskus.fi/pts/>. Hakupäivä: 1.5.2019
4. KH 90-00403. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-10922> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 22.6.2019.
5. Sandberg, Esa. 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
6. Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen. 2017. D2 hanke 2017. Helsinki: FINVAC. Saatavissa: https://sulvi.fi/wp-content/uploads/2018/01/Opas-asuinrakennusten-ilmanvaihdon-mitoitukseen_2017-11-30.pdf. Hakupäivä 13.5.2019
7. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: https://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 10.8.2019.
8. Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen. Opastava teksti. Talotekniikkainfo. Saatavissa: <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-esimerkit/ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>. Hakupäivä: 4.7.2019.
9. Sandberg, E. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Massalista IV -saneeraus

Jyri Jalonen

Tuijalankuja 1

Tuotenro	Tuote	Määrä	Yksikkö
116755	Flexit eriste 160mm, 100mm x 3m	9	rll
4680600175	Sidelanka 0,9mm sink. 175g/rll	10	rll
4715191700	K-FLEX 2m ST19-170, solukumisukka	6	m
4718016919	K-FLEX solukumikulma Ø 160mm 90° 19mm	2	kpl
4719100110	K-FLEX solukumieristeteippi ST-15-50, 50mmx3mm 15m/rulla	1	kpl
4610160000	Sisäliitin 160	6	kpl
4601010002	Kierresaumakanava 100 2 metriä	2	m
4601012502	Kierresaumakanava 125 2 metriä	4	m
4601016002	Kierresaumakanava 160 2 metriä	28	m
4614160100	Muuntoyhde osalle 160/100	2	kpl
4614160125	Muuntoyhde osalle 160/125	3	kpl
4611010030	Kulmayhde 100/30	2	kpl
4611010045	Kulmayhde 100/45	2	kpl
4611010090	Kulmayhde 100/90	5	kpl
4611012530	Kulmayhde 125/30	2	kpl
4611012545	Kulmayhde 125/45	4	kpl
4611012590	Kulmayhde 125/90	5	kpl
4611016030	Kulmayhde 160/30	2	kpl
4611016045	Kulmayhde 160/45	4	kpl
4611016090	Kulmayhde 160/90	7	kpl
4620010000	Tuloilmaventtiili KIR 100, Lindab	7	kpl
4622010000	Poistoilmaventtiili KSU 100, Lindab	5	kpl
4622012500	Poistoilmaventtiili KSU 125, Lindab	1	kpl
4623001000	Kiinnityskehys kanavalle 100	12	kpl
4623001250	Kiinnityskehys kanavalle 125	1	kpl
4612100100	T-yhde 100/100	1	kpl
4612160100	T-yhde 160/100	1	kpl
4612160125	T-yhde 160/125	1	kpl
4612160160	T-yhde 160/160	1	kpl
4615100100	Lähtökaulus 100/100	1	kpl
4615160100	Lähtökaulus 160/100	1	kpl
4615160125	Lähtökaulus 160/125	1	kpl
4615160160	Lähtökaulus 160/160	1	kpl
4613012500	Tulppa osalle 125	1	kpl
4651160100	Äänenvaimennin 160/1000, kantikas, polyesterikuitueriste	2	kpl
4640160000	Säätöpelti 160	2	kpl

MASSALISTA

LIITE1/2

112729	Combibox 160 mm, musta	1	kpl
4680200011	Vetoniitti alu/teräs 3,2x8 mm (1000 kpl/pkt)	1	ltk
7200000005	Kaksipäinen POP-niittiterä 3,25	5	kpl
4680010000	Kannatussanka Ø 100 mm, M8 (pari)	2	pari
4680012500	Kannatussanka Ø 125 mm, M8 (pari)	2	pari
4680016000	Kannatussanka Ø 160 mm, M8 (pari)	5	pari
4680007525	Asennusvanne 0,6x25 m	1	kpl
800130	Flexit Nordic S4 RER (oikeakätinen)	1	kpl
116062	CI 77 Kosteusanturi langaton	1	kpl
116063	CI 78 Ohjainpaneeli langaton	1	kpl
116098	CI 75 langaton adapteri	1	kpl



Laskentaraaportti

Flexit Nordic S 4 R E 800 R 230

Versio 2019.1.0.5181
9.8.2019

FI

Projekti

Nimi	Jyri Jalonen
Projektitunnus	Tuijalankuja 1
Maa	FI
Sijainti	Oulu
Asiakas	Jyri Jalonen
Suunnittelija	Jyri Jalonen
Tiedot	

Ennako-oletukset

Ympäristön ilmakehän paine 101325 Pa
Ilman tiheys 1.2 kg/m³
Äänikanava standardin ISO 5136 mukaan
Ympäristön ääni standardin ISO 9614-2 mukaan

Yksikön erittely

Kuvaus	
Tiedot	
Paino	62 kg
Sulakekoko	230V 10A
Yleistä	
Comparison winter temperature (DUTv)	-32 °C
Indoor temperature	21 °C
Desired supply air temperature	18 °C
Tulo	
Ilman virtaus, talvi	0.064 m ³ /s
Painehäviö, talvi	78 Pa
Min ilman virtaus, talvi	0.045 m ³ /s
Max ilman virtaus, talvi	0.083 m ³ /s
Poisto	
Ilman virtaus, talvi	0.066 m ³ /s
Painehäviö, talvi	108 Pa
Min ilman virtaus, talvi	0.042 m ³ /s
Max ilman virtaus, talvi	0.086 m ³ /s
Energialaskenta	
Käyttöaste Talvella	100 %
Energia	
Air heating coil max power requirement	0.29 kW
Ventilation demand	10007 kWh/vuosi
Energy used supply fan	270 kWh/vuosi
Energy used extract fan	295 kWh/vuosi
Energy requirement after heat exchanger	194 kWh/vuosi
Saved/Heat recovery kW Qrecovery kWh/year	9813 kWh/vuosi
Rebuild saved/Heat recovery kW Qrecovery kWh/year	9813 kWh/vuosi
Suorituskyky	
Ympäristön ääni (Lw)	36 dB(A)
Ympäristön ääni (Lw) Min	32 dB(A)
Ympäristön ääni (Lw) Max	40 dB(A)
Ympäristön ääni (Lp) vaimennus huomioiden	32 dB(A)
Ympäristön ääni (Lp) Min vaimennus huomioiden	28 dB(A)
Ympäristön ääni (Lp) Max vaimennus huomioiden	36 dB(A)
Huoneen vaimennus	4 dB(A)
Lämpötilahyötysuhde (EN308)	87 %
Lämpötilahyötysuhde Min (EN308)	84 %
Lämpötilahyötysuhde Max (EN308)	86 %
Lämpötilahyötysuhde (EN13141-7)	85 %
Lämpötilahyötysuhde Min (EN13141-7)	82 %
Lämpötilahyötysuhde Max (EN13141-7)	84 %
SFP yhteensä, talvi	0.98 kJ/m ³
SFP yhteensä, talvi Min	0.42 kJ/m ³
SFP yhteensä, talvi Max	1.66 kJ/m ³



Flexit AS	Puhelin:	+47 69 81 00 00
Televeien 15	Faksi:	+47 69 81 00 01
Norway		
1870 Ørje		

www.flexit.no
kundeservice@flexit.no

Sivu (s): 1 / 5



Tekniset erittely

Suodatin, tulo

Suodatinluokka	ePM1 55%
Mitat	365x247x31
Suodattimien määrä	1 Lukumäärä
Alue	1.06 m ²
Talvi	
Mitoitus, painehäviö	55 Pa
Alkupainehäviö	46 Pa
Loppupainehäviö	250 Pa

Suodatin, poisto

Suodatinluokka	ePM1 55%
Mitat	365x247x31
Suodattimien määrä	1 Lukumäärä
Alue	1.06 m ²
Talvi	
Mitoitus, painehäviö	57 Pa
Alkupainehäviö	47 Pa
Loppupainehäviö	250 Pa

Lämmönsiirrin

Tyyppi	ST1-1.6-200-Ø350
Talvi	
Lämpötila, ulkoilma	-32 °C
Suhteellinen kosteus, ulkoilma	97 %
Lämpötila, tulo	14.2 °C
Suhteellinen kosteus, tulo	41 %
Paineen alenema, tulo	86 Pa
Lämpötilahyötysuhde, tulo (EN308)	87 %
Lämpötilahyötysuhde, tulo (EN13141-7)	85 %
Kosteustehokkuus, tulo	88 %
Lämpötila, poisto	21 °C
Suhteellinen kosteus, poisto	30 %
Lämpötila, jäte	-23.9 °C
Suhteellinen kosteus, jäte	99 %
Paineen alenema, jäte	89 Pa
Kosteustehokkuus, jäte	95 %
Energialaskenta	
Vuosihyötysuhde	85 %

Tuuletin, tulo

Talvi	
Säätäminen	55 %
Teho	31 W
Virta	0.24 A
Tehokerroin	0.55
SFP	0.48 kJ/m ³
RPM	2210 rpm

Tuuletin, poisto

Talvi	
Säätäminen	58 %
Teho	34 W
Virta	0.27 A
Tehokerroin	0.562
SFP	0.51 kJ/m ³
RPM	2275 rpm

Jälkilämmitin, sähköinen

Suurin teho	0.8 kW
Talvi	
Teho	0.3 kW



Lämpötila ennen 14.2 °C
Lämpötila jälkeen 18 °C

Äänitiedot, tulo

Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw(A)	Lw(A) yhteensä
Tulokanava, talvi		35	45	52	53	50	50	42	33	dB(A)	58 dB(A)

Äänitiedot, poisto

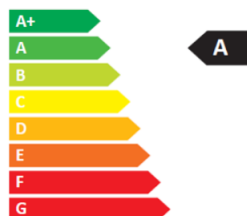
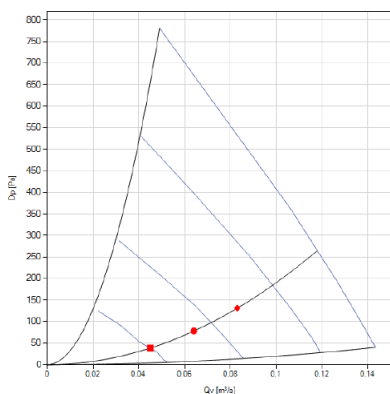
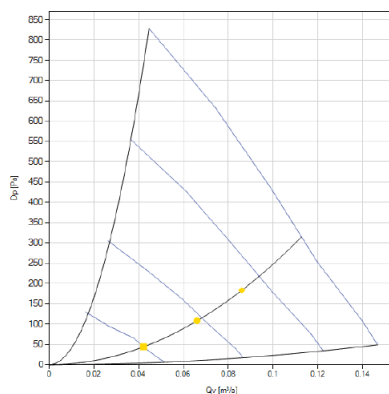
Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw(A)	Lw(A) yhteensä
Poistokanava, talvi		29	40	46	37	37	34	24	20	dB(A)	48 dB(A)

Äänitiedot, ympäristö

Taajuuskaista	Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw(A)	Lw(A) yhteensä
Ympäristö, talvi		23	28	31	27	26	30	25	20	dB(A)	36 dB(A)
Ympäristön ääni (Lp) vaimennus huomioiden											32 dB(A)

Ekosuunnittelu erittely**Ekosuunnittelu asetukset**

Specific energy consumption (SEC) luokka	A
SEC kylmä / keskiarvo / lämmin ilmasto	-85.71 / -41.38 / -15.98 kWh/m ² / vuosi
Typology	Bidirectional RVU
Drive	Multi-speed drive
Heat recovery system	Regenerative
Maksimi ilmavirta	492.614083732358 m ³ /h
Äänen tehotaso referenssi pisteessä	41 dB(A)
Reference flow rate	344.829858612651 dB(A)
Reference pressure difference	50 dB(A)
Specific Power Input (SPI)	0.303850388002702 dB(A)
Control factor and control typology	0,65 Paikallinen tarveohjaus
Vuosittainen sähköenergian kulutus	1.995 kWh/100m ² / vuosi
Vuosittainen lämpösäästö (kylmä / keskiarvo / lämmin)	9070 / 4636 / 2096 kWh/100m ² / vuosi

**Kaaviot****Tulo****Poisto**

Flexit AS
Televeien 15
Norway
1870 Ørje

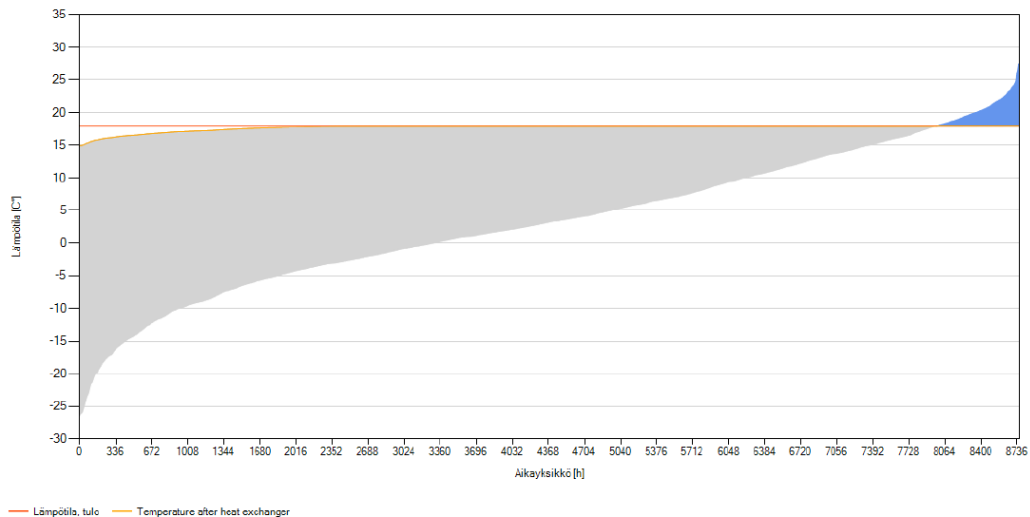
Puhelin: +47 69 81 00 00
Faksi: +47 69 81 00 01

www.flexit.no
kundeservice@flexit.no

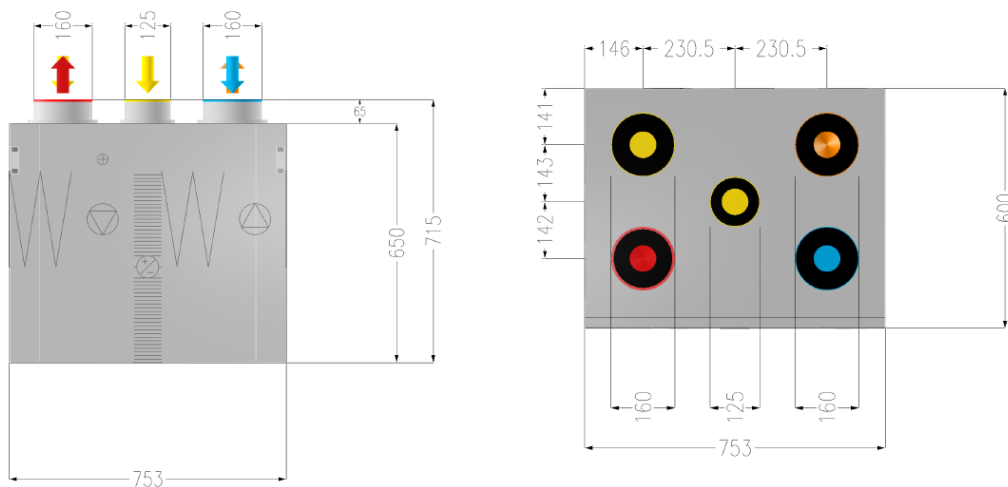
Sivu (s): 3 / 5



Ventilation duration diagram



Mitat



Kuvissa huomioita kuntoarviosta. Kuvassa 23 näkyy talon venttiilien tyyppi ja niiden kunto, joka oli hyvä. Venttiilit päädyttiin kuitenkin vaihtamaan matalan hintansa vuoksi kosmisista syistä, sekä helpottamaan huonekohtaista säätöä.



KUVA 23. Makuuhuoneen tuloilmaventtiili

Kuvassa 24 talon vesikatolla sijaitseva huippuimuri, johon on yhdistetty asunnon poistoilmakanavat. Huippuimuria ohjataan keittiön liesituulettimella.



KUVA 24. 2015 uusittu liesituuletin, jolla ohjataan vesikatolla sijaitsevaa huippuimuria. Samaa kanavaan on yhdistetty talon muut poistoilmakanavat.

Kuvassa 25 on talon vesikatolla sijaitseva vanha ilmanvaihtokone Valmet Lämpöhattu. Se on asennettu rakentamisen yhteydessä vuonna 1982. kuvattuna



KUVA 25. Valmet Lämpöhattu.

Kaikki savupiipun hormit ovat lähellä toisiaan (Kuva 26). Kuvassa näkyvät puhtaat hormit ovat korvausilmakanavia. Piippujen läheisyyden, kylmän korvausilmahormin ja rakennuksen alipaineisuuden vaikutuksesta savu ajautuu saunan korvausilmaventtiilistä sisään tulisijoja käyttäessä.



KUVA 26. Savupiipun hormit.

Takkahuoneen patteriventtiili oli vuotanut vettä jättäen parkettiin valumajälkiä (Kuva 27). Vuoto paikannettiin termostaatin sisälle patteriventtiin karaan. Myös olohuoneen patteriventtiilistä havaittu vuotojälkiä lattiassa ja tapetissa. Muissa tiloissa ei havaittu vuotoja. Termostaatit ovat vuonna 2015 uusitut Danfossin elektroniset patteritermostaatit.



KUVA 27. Takkahuoneen termostaatti.

WC:n ja eteisen lattialämmityksien säätö tapahtuu Danfossin mekaanisilla termostaateilla. Virtaamaa säädetään paluupuolella olevasta venttiilistä. Patteriverkoston putket kulkevat katonrajassa koteloituna. Uusien lattialämmityspiirien osalta putket on tuotu RST -putkella pinnassa alas patteriverkostosta (Kuva 28).



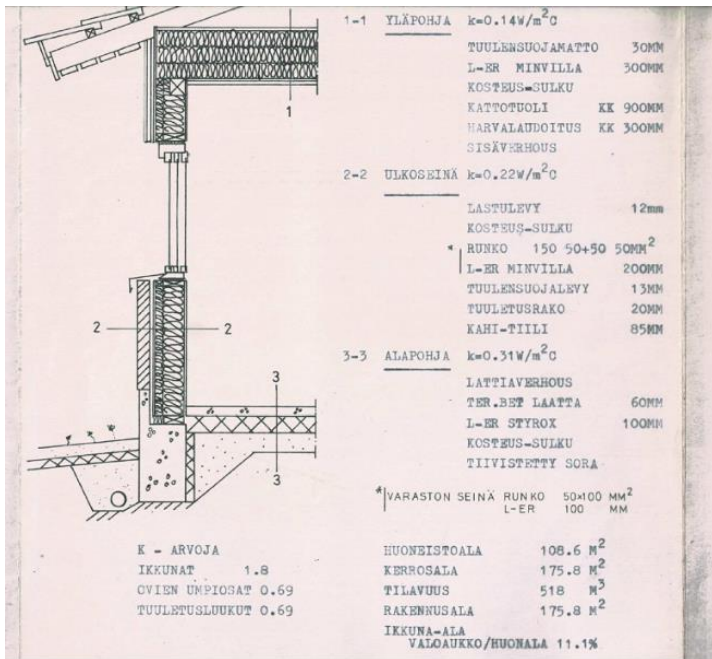
KUVA 28. Eteisen patteritermostaatti

Kuvassa 29. Lämpökeskus, Omanin automatiikalla varustettuna. Paisunta-astia uusittu 2015 kaukolämmönvaihtimen uusimisen yhteydessä. Vuotoja tai muita merkkejä vioista ei ollut havaittavissa. Vanhat kupariputket silmämääräisesti hyvässä kunnossa. Varoventtiilit putkitettu asianmukaisesti lattiakaivolle.

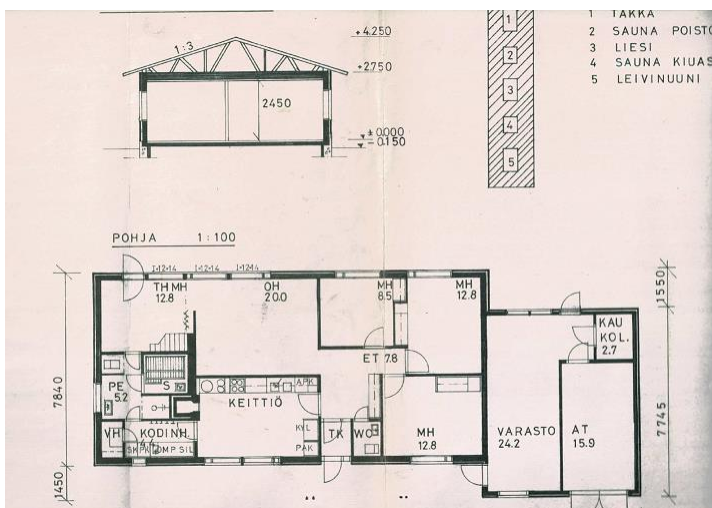


KUVA 29. Lämpökeskus

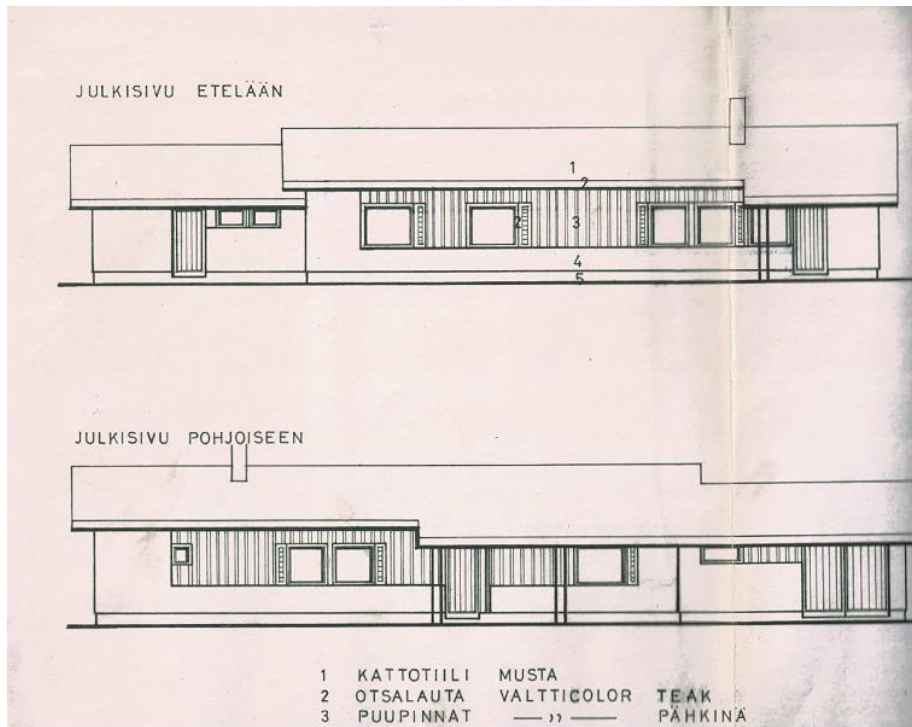
Työn kannalta oleelliset rakennuslupakuvat on leikkauskuva (Kuva 30.), pohjakuva (Kuva 31.) ja kuva julkisivuista (Kuva 32). Ilmanvaihdon yhdistelmälaite asennetaan pohjoiselle ulkoseinälle. Rakenne poikkeaa hieman julkisivukuvasta, mutta läpiviennin kohdalla on tiiliverhoilu.



KUVA 30. Leikkauskuva



KUVA 31. Pohjakuva



KUVA 32. Julkisivut