



Taloyhtiöiden ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet

Alexander Lemström

OPINNÄYTE	
Yrkeshögskolan Arcada	
Koulutusohjelma:	Energi- och miljöteknik
Tunnistenumero:	18169
Tekijä:	Alexander Lemström
Työn nimi:	Taloyhtiöiden ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet
Työn ohjaaja (Arcada):	Kaj Karumaa
Työn ohjaaja (Granlund Oy):	Jaakko Raikaa, Ins
Toimeksiantaja:	Granlund Oy
<p>TIIVISTELMÄ:</p> <p>Opinnäytetyön aiheena on ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet. Opinnäytetyön aiheeseen päädyttiin aiheen ajankohtaisuuden takia. Opinnäytetyö toimii suunnitteluohjeena Granlund Oy:n taloyhtiöiden ilmanvaihdon korjaustoimenpiteissä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa lukijalle näkemys taloyhtiön ilmanvaihdon tutkimus ja korjaustoimenpiteistä sisäilmaongelmien ratkaisemiseksi. Opinnäytetyö on tarkoitettu myös lukijalle joilla ei ole aikaisempaa kokemusta ilmanvaihtojärjestelmistä. Tämän takia opinnäytetyön alussa on esitetty ilmanvaihtojärjestelmän ja suunnitellun periaatteita ja ohjeita.</p> <p>Sisäilmanlaatu on erittäin tärkeä osa taloyhtiön sisäilmastoa, huono sisäilma johtaa alennettuun viihtyvyyteen ja voi olla terveydelle haitallista. Hyvä sisäilma on hajuton, pölytön, vedoton, meluton ja lämpötilaltaan miellyttävä. Sisäilman laatuun vaikuttaa toimiva ilmanvaihtojärjestelmä, sekä kiinteistön rakenteelliset tekijät.</p> <p>Opinnäytetyön ensimmäisen osan jälkeen esitetään tutkimus, mittaus ja suunnittelu toimenpiteitä ja hormikorjaustavat. Lopuksi kerron esimerkkikohteesta, jossa ilmanvaihdon kanssa on ilmennyt ongelmia. Ongelmat esimerkkikohteessa ovat tavanomaisia, ja vastaavanlaisia ongelmia esiintyy myös muissa kiinteistöissä. Esimerkkikohteessa esitetään toteutetut toimenpiteet kiinteistön ilmanvaihdon perusparantamiseksi. Opinnäytetyön tuloksena on toimintaohje taloyhtiön ilmanvaihto ongelmien kartoittamiseen ja suunnitteluun.</p>	
Avainsanat:	Taloyhtiön ilmanvaihto, korjaustoimenpiteet, ilmanvaihdon kartoittaminen, ilmanvaihto suunnittelu
Sivumäärä:	44
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

EXAMENSARBETE	
Yrkeshögskolan Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	18169
Författare:	Alexander Lemström
Arbetets namn:	Taloyhtiöiden ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet
Handledare (Arcada):	Kaj Karumaa, Ins
Handledare (Granlund Oy):	Jaakko Raikaa, Ins
Uppdragsgivare:	Granlund Oy
<p>SAMMANDRAG:</p> <p>Examensarbetets rubrik är husbolagets ventilations kartläggning, planering och reparationsåtgärder. Rubriken valdes på grund av att ämnet är aktuellt. Examensarbetet fungerar som planeringsguide åt Granlund Oy.</p> <p>Meningen med examensarbetet är att ge läsaren en insikt inom husbolagets ventilation och reparationsåtgärder. Examensarbetet är även menat för läsare utan tidigare erfarenhet av ventilation. På grund av detta är examensarbetet börjat med att beskriva grunderna inom ventilation och ventilationsplanering.</p> <p>Luftens kvalitet är en viktig del av husbolagets ventilationssystem, dålig kvalitet på inomhusluften leder till nedsatt trivsel och kan vara skadligt för hälsan. Bra inneluftskvalitet är luktfri, dammfri, dragfri, bullerfri och till temperaturen behaglig. Faktorer som påverkar inneluftens kvalitet är ventilationssystemet och byggnadsrelaterade faktorer.</p> <p>Efter den första delen av examensarbetet visas undersökning, mätning- och planeringsåtgärder och kanal reparationsåtgärder. Till slut berättas om ett exempelprojekt var det har uppstått problem med ventilationen. Problemen i exempelprojektet är vanliga, och med stor sannolikhet kommer motsvarande problem finns även i andra fastigheter. I exempelprojektet visas åtgärderna för att förbättra ventilationssystemets funktionalitet. Resultatet av examensarbetet är en guide för planering, undersökning och reparationsåtgärder för förbättring av inomhus luftens kvalitet i husbolaget.</p>	
Nyckelord:	Husbolagets ventilation, reparationsåtgärder, ventilationsplanering, kartläggning av ventilationssystem
Sidantal:	44
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Yrkeshögskolan Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	18169
Author:	Alexander Lemström
Title:	Taloyhtiöiden ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet
Supervisor (Arcada):	Kaj Karumaa, Ins
Supervisor (Granlund Oy):	Jaakko Raikaa, Ins
Commissioned by:	Granlund Oy
<p>ABSTRACT:</p> <p>The thesis subject is ventilation residential property analyzing, planning and reparation, and was chosen based on relevance. The thesis works as a planning guide for Granlund Oy.</p> <p>The meaning of the thesis is to give the reader an insight to condominium ventilation reparation for solving ventilation problems. The thesis is also meant for readers with no prior experience of ventilation systems. For this reason, the theses begins with an explanation of the basics of ventilation an ventilation planning.</p> <p>Indoor air quality is an important part of a residential property, bad air quality leads to downgraded comfort level and can cause health problems. The factors that effect indoor air quality is the ventilation system and construction related factors.</p> <p>After the first part of the theses I explain, different measurements, planning and shaft reparation. At the end of the thesis there is an example project where there's a problems with the ventilation in the building. The problems in the example are common, and similar problems will appear in other buildings. In the example project, actions to improve indoor air quality is shown. The result of the theses is a guide for analyzing, reparation and planning for better air quality inside the building.</p>	
Keywords:	ventilation, reparation, ventilation mapping, ventilation planning
Number of pages:	44
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

SAMMANDRAG

ABSTRACT

SISÄLTÖ

KUVALUETTELO

TAULUKOT

ESIPUHE.....	9
1 YLEISTÄ.....	10
1.1 Painovoimainen ilmanvaihto.....	11
1.2 Koneellinen tulo ja poisto	11
1.3 Koneellinen poisto.....	12
1.4 Lämmöntalteenotto.....	12
1.4.1 <i>Regeneratiiviset lämmönsiirtimet</i>	12
1.4.2 <i>Nestekiertoiset lämmönsiirtimet</i>	13
1.4.3 <i>Levylämmönsiirtimet</i>	13
1.5 Ilman suodatus.....	13
1.5.1 <i>Karkeasuodattimet</i>	14
1.5.2 <i>Hienosuodattimet</i>	14
1.5.3 <i>Mikrosuodattimet</i>	14
2 TALOYHTIÖIDEN TYYPILLISET SISÄILMAONGELMAT	15
2.1 Sisäilman laatu.....	15
2.1.1 <i>Sisäilman lämpötila</i>	16
2.1.2 <i>Hajuongelmat</i>	16
2.1.3 <i>Kosteus</i>	17
2.2 Sisäilmaongelmat.....	18
2.3 Sisäilma epäpuhtaudet.....	19
2.4 Asunnon vuokraukseen liittyviä asioita.....	20
3 SUUNITTELUN ALOITTAMINEN.....	21

3.1	Aloituskokous	21
3.2	Haastattelut	21
3.3	Vanhat asiakirjat.....	21
4	KOHDEKÄYNTI	22
4.1	Havainnointi.....	22
4.2	Ilmanvaihto.....	22
4.3	Korvausilma.....	22
4.4	Lämmitys ja jäähdytys	23
4.5	Mittaukset ja kokeet.....	23
4.5.1	<i>Painekokeet</i>	23
4.5.2	<i>Savukokeet</i>	23
4.5.3	<i>Ilmamäärämittaukset</i>	24
4.6	Hormikartoitus	24
5	KORJAUSTOIMENPITEET	25
5.1	Hormikorjaukset	25
5.1.1	<i>Slammaaminen</i>	25
5.1.2	<i>Sukittaminen</i>	25
5.1.3	<i>Putkittaminen</i>	26
5.2	Korvausilmareittien korjaaminen	26
6	ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN HUOLLOT JA SÄÄDÖT	27
6.1	Ilmanvaihdon säätö	27
6.2	Ilmanjako	28
6.2.1	<i>Sekoittava</i>	28
6.2.2	<i>Laminaarinen</i>	28
6.2.3	<i>Syrjäyttävä</i>	29
6.3	Ilmanjakolaitteet	29
6.3.1	<i>Tuloilmalaitteet</i>	29
6.3.2	<i>Poistoilmaelimet</i>	30
6.3.3	<i>Korvausilmalaitteet</i>	30
6.3.4	<i>Ilmanjakolaitteiden huolto</i>	30
6.4	Rakennustekniset toimenpiteet	30

6.4.1	<i>Rakenteiden ilmavuodot</i>	31
6.4.2	<i>Alustatilan ilmanvaihto</i>	31
7	ESIMERKKIKOHDE	32
7.1	Lähtökohta.....	32
7.2	Kohdekierros	32
7.3	Nykytilanteen selvittäminen.....	33
7.4	Kohdekäynti esimerkkiasunnossa	33
7.5	Esimerkkiasunnon nykytilanne	35
7.6	Hormikartoitus	37
7.7	Suunnittelu	37
7.7.1	<i>Ilmanvaihdon perusparannukset</i>	37
8	YHTEENVETO	39
9	SAMMANFATTNING	40
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	
	Liite 1. D2 Ilmamäärät	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Yleisimmät kosteuslähteet.....	17
Kuva 2. Sisäilmaston tautitaakka.....	19
Kuva 3. Savukokeella todettiin keittiön poistoilmaventtiin toimivan korvausilmaventtiinä. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019	34
Kuva 4. WC-tilan poistoilmaventtiili liitetty putkinousu koteloon. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019	36
Kuva 5. Ulko-oven karmiin on kertynyt rasvaa ja pölyä. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019	36
Kuva 6. Periaatepiirustus esimerkkikohden ilmanvaihdon toiminnasta	38

TAULUKOT

Taulukko 1. S1 ja S2 luokan lämpöolojen suunnittelu- ja tavoite arvoja	16
Taulukko 2. S1 ja S2 luokan ilmanlaadun suunnittelu- ja tavoite arvoja	19
Taulukko 3. Rakennus määräys kokoelma D2(ei voimassa)mukaisia ilmamääriä	27

ESIPUHE

Edessäsi on opinnäytetyö ”Taloyhtiöiden ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet”, joka käsittelee ilmanvaihdon korjaustoimenpiteitä taloyhtiöissä. Työssä käytetyissä sisäilmaston ja ilmanvaihdon vaatimustasoissa on käytetty vallitsevia sisäilmastoluokituksia sekä ympäristöministeriön asetuksia ilmanvaihdosta. Tämän opinnäytetyö toteutettiin tammikuun ja toukokuun 2019 välisenä aikana.

Projekti lähti käyntiin tammikuussa Granlund Oy:n pyynnöstä, missä toimin LVI-suunnittelija harjoittelijana. Jaakko Raikaan kanssa kehitettiin opinnäytetyön aihe ja työn rakenne. Aluksi opinnäytetyö vaikutti vaikealta, mutta pitkän materiaalihaun jälkeen löysin hyvät lähteet mistä löysin vastaukset kysymyksiini mitkä minulle esitettiin opinnäytetyön alussa. Onneksi Jaakko Raikaa oli aina halukas auttamaan kaikilla tavoin.

Haluan kiittää CERVI oy:n asiantuntijoita haastattelusta koskien hormin korjaustoimenpiteitä ja kaikkia, jotka ovat avustaneet ongelmatilanteissa ja annetusta ohjeistuksesta tämän opinnäytetyön aikana. Haluan myös kiittää kaikki haastateltuja henkilöitä, jotka antoivat paljon tietoa vaikeasta aiheesta.

Ammatillisesti minulle on ollut suuri hyöty tästä työstä. Koen oppineeni paljon asuin kerrostalojen ilmanvaihdon ongelmista.

Toivottavasti nautit työni lukemisesta.



Alexander Lemström

Helsinki, Toukokuu 3, 2019

1 YLEISTÄ

Ilmanvaihdon tehtävä on ilmanlaadun ylläpitäminen. Ilmanvaihtojärjestelmän, pitää korvata vanha ilma uudella, ja estää epäpuhtauksien leviäminen huoneiden välissä poistamalla epäpuhtaudet tehokkaasti.

Taloyhtiön tiloja joihin tuloilma tuodaan:

- Makuuhuone
- Olohuone
- Sauna

Tuloilmaventtiin voi myös asentaa takan yläpuolelle tehostamaan takan ilmansiirtoa.

Taloyhtiön tiloja joista poistetaan likaista ilmaa:

- WC
- Sauna
- Pesuhuone
- Kodinhoituhuone
- Vaatehuone
- Keittiö

Poistoilmaa käytetään myös muissa tiloissa missä on epäpuhtauksia tai ylimääräistä kosteutta.

1.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä perustuu paine- ja tiheys eroihin, paine-ero syntyy tulo- ja poistoilma-aukkojen korkeuseroista. Paine- ja tiheys-ero työntää lämpimämmän sisäilman poistoilma-aukon kautta ulos ja silloin pääse tuloilma-aukoista korvausilmaa tilalle. Tuloilma-aukkoja ovat muun muassa ikkunankarmiventtiilit, tai seinällä asennettuja raitisilmaventtiilejä.

Painovoimainen ilmanvaihto oli yleisin järjestelmä 1960-luvulle asti ja on vieläkin suomen asunoissa yleisin ilmanvaihtotapa.

Nykyaikana ei enää yleensä suunnitellaan painovoimaisia järjestelmiä uusiin asuinrakennuksiin. Yksi syy miksi painovoimaisia järjestelmiä ei käytetä on lämmöntalteenotto, koska lämmöntalteenottojärjestelmät edellyttävät koneellista ilmanvaihtoa.

1.2 Koneellinen tulo ja poisto

Koneellisessa ilmanvaihdossa puhalletaan tuloilma ja poistetaan poistoilma koneellisesti. Yleensä ulkoilmaa ei voida tuoda suoraan sisätiloihin lämpötilan takia, joten se on lämmitettävä.

Yleensä koneellisessa tulo- ja poistojärjestelmissä on yksi ilmanvaihtokone, joka palvelee kaikkia asuntoja kerrostalossa. Myös asuntokohtainen ilmanvaihtokone on hyväksyttävä ratkaisu kerrostaloissa.

Ilmanvaihtokone sijaitsee tyypillisesti rakennuksen katolla sijaitsevassa ilmanvaihtokonehuoneessa, rakennuksen käyttöullakolla tai mahdollisesti katolla.

1.3 Koneellinen poisto

Koneellisessa poistojärjestelmässä likainen sisäilma poistetaan talosta koneellisesti. Lämmöntalteenottoa ei voida hyödyntää koska korvausilma tulee alipaineisesti rakennukseen. Tällainen järjestelmä aiheuttaa helposti vetoa koska tuloilmaa ei lämmitetä. Riittävä korvausilma on ehdoton. Jos talossa ei ole riittävästi tuloilmaventtiilejä koneellinen poistoilmanvaihto järjestelmä imee korvausilman liitoksien ja rakenteiden kautta ja silloin korvausilmaan saattaa kertyä epäpuhtauksia.

1.4 Lämmöntalteenotto

Lämmöntalteenotto ilmanvaihtojärjestelmässä tarkoittaa, että hyödynnetään poistoilmasta lämpöenergiaa. Lämmöntalteenotosta hyödynnetyllä energialla voidaan esilämmitellä ulkoilmaa ennen ilmanvaihtokoneen lämmityspatteria. Ilman lämmöntalteenottoa sisään tuleva ulkoilma pitää talvisin lämmittää pelkästään lämmityspatterilla, jotta päästään haluttuun lämpötilaan.

Lämmöntalteenotto on hyvä tapa säästää energiaa. Järjestelmästä ja olosuhteista riippuen lämmöntalteenotolla voidaan ottaa talteen 40-80% ulospuhallusilman sisältämästä energiasta

1.4.1 Regeneratiiviset lämmönsiirtimet

Regeneratiivisen lämmönsiirtimen sisällä on ohuesta alumiinista valmistettu kennomainen kiekko, joka hitaasti pyörimällä tulo- ja poistokanavien välillä siirtää lämpöenergia poistoilmasta tuloilmaan. Kiekko pyörii tyypillisesti noin 12 kierr./min pienitehoisen sähkömoottorin avulla, sähkömoottorin pyörimisnopeutta voidaan muuttaa lämmönsiirron säätämiseksi.

Pyörivässä lämmönsiirtimessä hyötysuhde on jopa yli 80% mutta poistoilmasta saattaa epäpuhtaudet sekaantua tuloilmaan, tämän takia pyörivät lämmönsiirtimet eivät sovellu rakennuksiin missä ilmanpuhtaus on tärkeä, esimerkiksi sairaalat. Regeneratiivisiä lämmönsiirtimiä ei yleensä käytetä asuinrakennuksissa.

1.4.2 Nestekiertoiset lämmönsiirtimet

Nestekiertoinen järjestelmä koostuu kahdesta lämmönvaihtimesta, pumpusta, kolme-
tieventtiilistä ja lämmönvaihtimien välisestä putkistosta. Järjestelmässä käytetään
yleensä 30-40% vesi etyleeniglykoliseosta kiertävänä nesteenä jäätymisvaaran takia.
Lämmönvaihtimessa putket ovat yleensä kuparista valmistettuja, ja lamellit tehty alu-
miinista johtuen metallin hyvästä lämmönjohtumiskyvystä. Kiertävän nesteen lämpöti-
laerot ovat pieniä, lämmönsiirron pinta-ala on oltava suuri riittävän tehon saavutta-
miseksi. Nestekiertoisessa järjestelmässä hyötysuhde on tyypillisesti 45-60%.

1.4.3 Levylämmönsiirtimet

Levylämmönsiirrin koostuu levypatterista missä tulo- ja poistoilma virtaukset on johdettu
levypatterin läpi. Tulo- ja poistoilmavirrat eivät koskaan pääse sekoittumaan koska siir-
timessä on 0,2mm paksu alumiini levy erottaen ilmavirrat toisistaan, mutta siirtäen ulos-
puhallusilman sisältämän lämpöenergian tuloilmaan . Koska levylämmönsiirtimet ovat
yksinkertaisia ne ovat lähes huoltovapaita ja hygieenisia. Levylämmönsiirtimeen tehoa
voidaan säätää ohituspelleillä, ohituspelleillä voidaan ehkäistä lämmön siirtymistä tuloil-
maan. Talvisin pystytään eestymään jäähtymisvaara tehon-säätöpelleillä. Levylämmön-
siirtimeen hyötysuhde on 40-60%.

1.5 Ilman suodatus

Ilman suodatuksella saadaan ulkoilmasta sekä kiertoilmasta haitalliset epäpuhtaudet pois-
tettua. Suodatuksen vaatimustaso määräytyy seuraavien kriteerien mukaan:

- Ilman puhtaus
- Terveys
- Turvallisuus
- Laitteiden toiminta
- Tuotteiden pilaantuminen

1.5.1 Karkeasuodattimet

Karkeasuodattimet ovat yleensä tasomaisia suodattimia, jotka ovat kuitumaisesta materiaalista valmistettuja.

Suodatusluokka: G2-G4

Ilman nopeus suodatinmateriaalissa: 0,5-2 m/s

Punnituserotusaste: 30-90 %

Pölytäpläerotusaste: 30-90 %

Ominaispölynsitomiskyky: 20-50 g/m² suodatinmateriaali

1.5.2 Hienosuodattimet

Hienosuodattimet ovat yleensä kuitusuodattimia joissa kuitujen välit ovat pienemmät kuin esimerkiksi karkeasuodattimessa.

Suodatusluokka: F5-F9

Ilman nopeus suodatinmateriaalissa: 0,02-0,1 m/s

Punnituserotusaste: >90 %

Pölytäpläerotusaste: 40-100 %

Ominaispölynsitomiskyky: 50-100 g/m² suodatinmateriaali

1.5.3 Mikro-suodattimet

Mikro-suodattimet ovat rakenteeltaan samanlaisia, kuin hienosuodattimet, mutta kuidut ovat ohuempia suodatusmateriaalissa. Mikro-suodattimia ei voi pestä, eli ne ovat kertakäyttöisiä suodattimia.

Suodatusluokka: E10-E12

Ilman nopeus suodatinmateriaalissa: <0,1 m/s

Punnituserotusaste: 100 %

Pölytäpläerotusaste: 100 %

Ominaispölynsitomiskyky: 50-100 g/m² suodatinmateriaali

2 TALOYHTIÖIDEN TYYPILLISET SISÄILMAONGELMAT

Huono sisäilma ja sisäilmaongelmat johtuvat monesta tekijästä. Kiinteistön käyttötaso, sijainti, ilmavaihtuvuus, eristeet, talon kunto vaikuttavat kaikki sisäilmastoon.

2.1 Sisäilman laatu

Ihminen viettää jopa 90% vuorokaudesta sisätiloissa, ihminen hengittää suunnilleen 15 000 litraa ilmaa vuorokaudessa, huono sisäilma vaikuttaa työtehoon ja alentaa viihtyvyys tasoa mutta voi myös aiheuttaa vakavia sairauksia. Tämän takia sisäilman laatu on tärkein kiinteistön ominaisuus.

Hyvä sisäilman laatu on

- Hajuton
- Pölytön
- Vedoton
- Meluton
- Lämpötilaltaan miellyttävä

Huono sisäilman laatu voi olla vaikea tunnistaa, myös uusissa taloissa voi olla sisäilma-laadun kanssa ongelmia. Sisäilman laatua voidaan parantaa varmistamalla ilmanvaihdon toimivuus, oikealla sisälämpötilalla ja siivoamalla säännöllisesti.

2.1.1 Sisäilman lämpötila

Sisäilmayhdistys on ohjeistanut seuraavasti sisäilman lämpötilasta. S1 luokka on yksilöllinen sisäilmasto ja S2 luokka on hyvä sisäilmasto.

Taulukko 1. S1 ja S2 luokan lämpöolojen suunnittelu- ja tavoite arvoja

	S1	S2	
Jäähdytyksen suunnitteluarvo	24,5	25,5	°C
Lämmityksen suunnitteluarvo	21,5	21,5	°C
Ilman nopeus, tilma =21 °C	<0,15	<0,15	m/s
Ilman nopeus, tilma =23 °C	<0,15	<0,20	m/s
Ilman nopeus, tilma =25 °C	<0,20	<0,25	m/s
Pystysuuntainen It-ero (0,1/1,1 m)	<2	<3	°C
Lattian pintalämpötila, vähintään	19	19	°C
Lattian pintalämpötila, enintään	29	29	°C

Lämpöviihtyvyys tarkoittaa kehon ja ympäristön lämpötasapainoa, tämän saavuttamiseksi nettolämpövirta on oltava nolla. Lämpöviihtyvyys saadaan laskettua kaavalla

$$\underline{S=M+E-W+R+C+K=0.}$$

S= Elimistön nettolämpötila

R= Säteilylämpövirta

M= Aineenvaihdunnan teho

C= Kuljettumislämpövirta

E = Haihtuminen tai lauhtuminen

K= Johtumislämpövirta

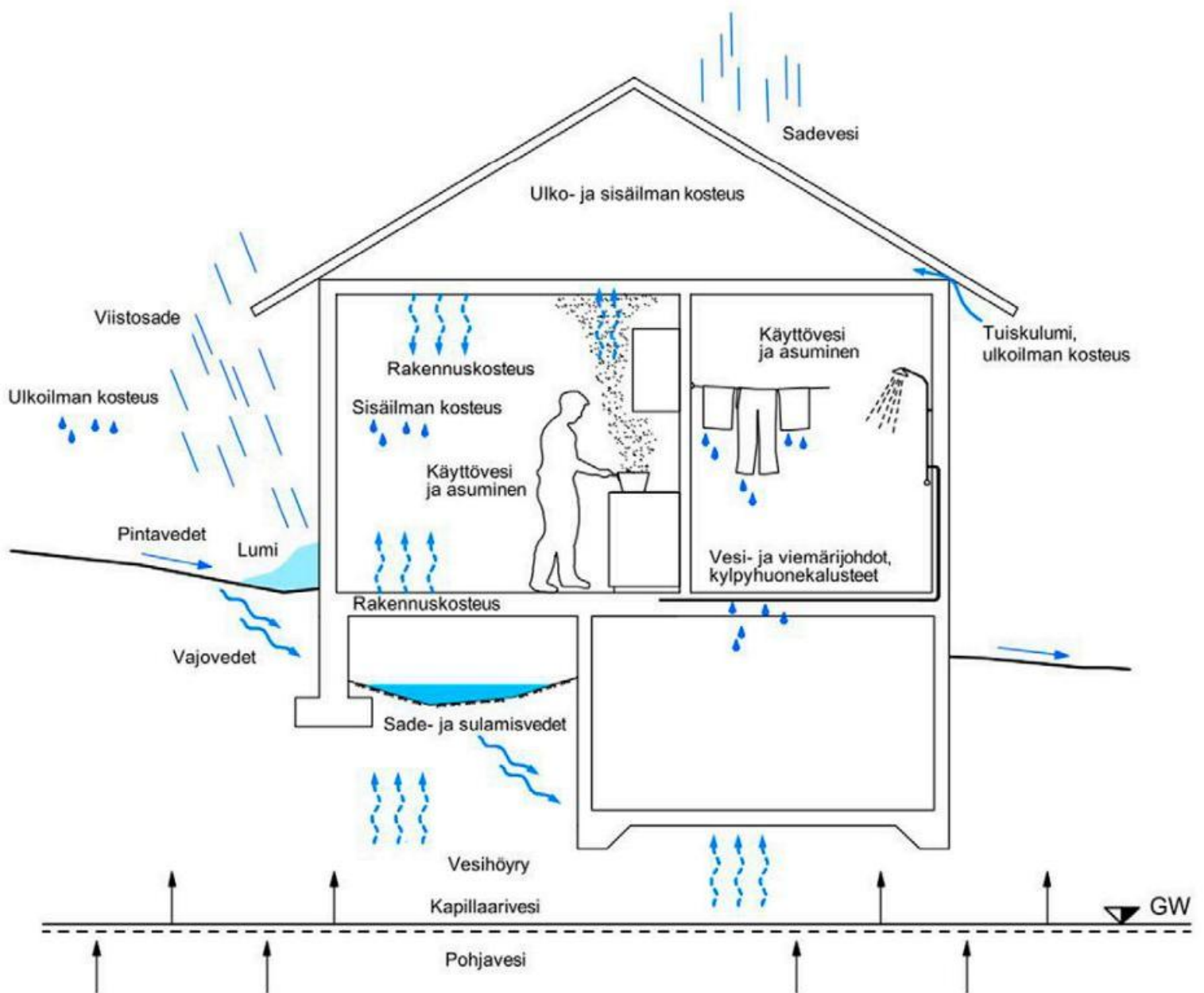
W = Ulkoisen työn teho

2.1.2 Hajuongelmat

Sisäilmaan saattaa tulla erilaisia epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet pääsevät yleensä sisäilmaan ilmanvaihtokanavien kautta, rakenteiden läpi tai viemäristä. Suurin osa epäpuhtauksista syntyy itse tilassa. Huonolla ilmanvaihdolla hajut saattavat siirtyä huoneistosta toiseen hormien kautta. Jos huoneisto on yli- tai alipaineinen muihin tiloihin verrattuna hajut leviävät helposti rakenteiden kautta. Viemärihajut voivat johtua monesta syystä, yleisin syy lieveään viemärihajuun on kuivuneet vesilukot. Ilmanvaihtojärjestelmän painevaihtelu saattaa myös aiheuttaa viemärihajua huoneistossa.

2.1.3 Kosteus

Huoneilman kosteus voi riippua monesta syystä esimerkiksi, tilan ilmanvaihtuvuudesta, ulkoilman kosteudesta, huoneen kosteustuotosta. Huono ilmanvaihtuvuus on kuitenkin yleisin syy kosteusongelmiin. Hyvällä ilmanvaihdolla pystytään ehkäisemään kosteuden aiheuttamat ongelmat huoneilmassa ja höyröydyksellä estetään vesihöyryn leviäminen rakenteiden sisälle. Myös yli- tai alipaineinen huonetila saattaa aiheuttaa kosteuden siirtoa rakenteisiin. Kuvassa 1 on esitelty yleisimmät kosteuslähteet.



Kuva 1. Yleisimmät kosteuslähteet.

2.2 Sisäilmaongelmat

Huono sisäilma ja sen aiheuttama oireilu johtuu useasti puutteellisesta ilmanvaihdosta, mutta se voi myös johtua monesta muusta syystä, esimerkiksi rakennusmateriaaleista, rakennuksen sijainnista, sääolosuhteista ja myös siitä miten rakennusta ja rakennuksen tiloja käytetään.

Sisäilmahaittoja ovat mm.:

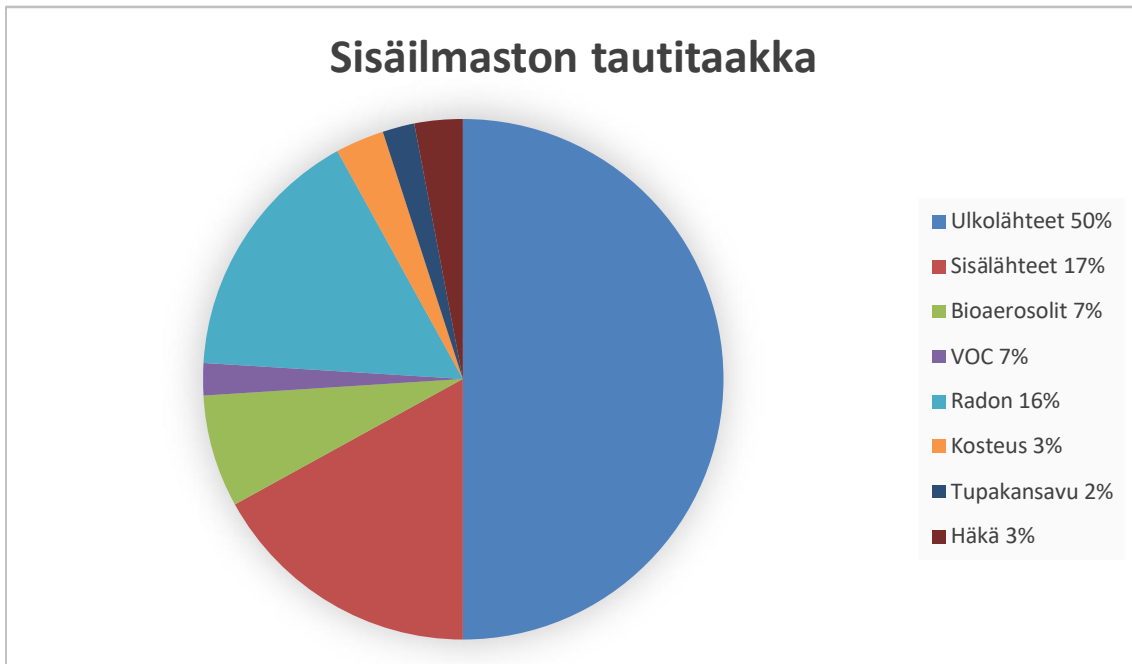
- Kuiva ilma
- Veto
- Kylmä lattia
- Alhainen huonelämpötila
- Korkea huonelämpötila
- Vaihteleva huonelämpötila
- Hajut (home, viemärit)
- Melu

Sisäilman epäpuhtauksia ovat tyypillisesti:

- Mikrobit
- Radon-kaasu
- Hiukkaset
- Styreeni
- Pölypunkit
- Orgaaniset kaasut
- Hiilimonoksidi
- Formaldehydi
- Ammoniakki

2.3 Sisäilma epäpuhtaudet

Epäpuhtauksiin lasketaan rakennuksen, ulkoilman tai ihmisten toiminnan aiheuttamat epäpuhtaudet. Ulkoilmasta löytyy paljon tekijöitä, jotka saattavat tuottaa sisäilman epäpuhtauksia kuten pöly, orgaaniset sekä epäorgaaniset yhdisteet. Yleisimmät ulkoilman epäpuhtaudet ovat ihmisen toiminnasta kuten liikenne, jätteiden poltto, teollisuus ja ener-



Kuva 2. Sisäilmaston tautitaakka

gian tuotanto.

Sisäilman radioaktiivisuus lasketaan myös epäpuhtaudeksi ja sen lähde on, porakaivot ja maaperä. Radon (Rn-222) on uraanisarjaan kuuluva kaasu joka on täysin hajuton ja isoissa määrissä haitallinen. Radonin yksikkö on becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3) ja viitearvo asuinrakennuksissa on maksimi $300 Bq/m^3$ mutta S1 ja S2 luokkien saavuttamiseksi radonin määrä ei saa ylittää $100 Bq/m^3$.

Taulukko 2. S1 ja S2 luokan ilmanlaadun suunnittelu- ja tavoite arvoja

	S1	S2	STM 545/2015	
CO ₂ -pitoisuus yli taustan	<350	<550	<1150	ppm
Radonpitoisuus	<100	<100	<300	Bq/m ³
Pienhiukkaset, PM _{2.5}	<10	<10	<25	µg/m ³
Sisä-ulko-suhde, PM _{2.5}	<0,5	<0,7	-	µg/m ³

2.4 Asunnon vuokraukseen liittyviä asioita

Vuokranantaja on vastuussa asuinhuoneiston kunnosta vuokrasuhteen aikana. Lain mukaan on määrätty, että asuinhuoneisto on oltava sellaisessa kunnossa, kuin vuokralainen voi kohtuudella vaatia.

Jos asuinhuoneisto ei ole vuokrasopimuksen mukaisessa kunnossa on kyseessä sopimusvirheestä, kyseessä voi olla sisäilmaongelmat, jotka aiheuttavat asumis- ja terveyshaitat. Tällaisessa tapauksessa vuokralainen tulee ilmoittaa ongelmasta vuokranantajalle sekä isännöitsijälle, jonka jälkeen vuokranantaja on velvollinen, korjaamaan puutteet.

Vuokralaisella on oikeus alennettuun vuokraan ajalta, jolla asuinhuoneisto ei ole sopimuksen mukaisessa kunnossa. Jos ongelma johtuu vuokralaisen omasta laiminlyönnistä korvauksiin ei ole oikeutta. Jos vuokranantaja ei suorita vaadittuja korjaustoimenpiteitä vuokralaisella on oikeus purkaa vuokrasopimus.

3 SUUNNITTELUN ALOITTAMINEN

Suunnittelu alkaa useimmiten käyttäjien toimittamista sisäilmaan liittyvistä reklamaatioista.

Reklamaatio osoitetaan yleensä isännöitsijälle tai huoltoyhtiölle, joka kokoaa suunnittelu/tutkimusryhmän.

3.1 Aloituskokous

Aloituskokouksessa käsitellään saapuneet reklamaatiot, kiinteistön talotekniset järjestelmät ja vanhat tutkimukset. Päätetään tulevista toimenpiteistä ja aikatauluista.

3.2 Haastattelut

Kohdekierroksella haastatellaan kiinteistön käyttäjiä, huoltomiestä ja isännöitsijää. Tarpeen vaatiessa teetetään erillinen käyttäjäkysely.

3.3 Vanhat asiakirjat

Helsingin kaupungilla on käytössään ARSKA, joka on rakennusvalvontapalveluiden piirustuksen myyntipalvelu, josta löytyy suuri osa Helsingissä olevien rakennuksien piirustuksia. Piirustukset voi ladata Arskasta edullisesti ja nopeasti.

Jos vanhoja piirustuksia ei löydy Arskasta eikä huoltoyhtiöltä, isännöitsijältä tai taloyhtiön arkistoista tehdään tarpeen mukaan uudet nykytilanne suunnitelmat kohdekäynnin perusteella.

4 KOHDEKÄYNTI

Kohdekäynnin ajankohdasta sovitaan aloituskokouksen yhteydessä.

Ennen kohdekäyntiä sovitaan etukäteen tutkittavat tilat ja kerätään tarvittavat vanhat suunnitelmat.

Asuntokäynneistä sovitaan ja tiedotetaan asukkaita etukäteen.

4.1 Havainnointi

Tyypillisesti havainnointi kohdekierroksella perustuu aistinvaraisiin havainnointiin, sekä lisätutkimuksiin kuten savukokeet.

4.2 Ilmanvaihto

Kohdekäynnin aikana selvitetään ilmanvaihdon toiminnallisuus ja talon ilmanvaihtojärjestelmä. Tarkistetaan myös korvausilman toiminnallisuus ja riittävyys.

4.3 Korvausilma

Yleisen ilmanvaihto ongelma, on korvausilman puute. Korvausilman puute voi johtua esimerkiksi siitä, että asukas on sulkenut korvausilmaventtiilin täysin kiinni koska venttiili on aiheuttanut vedon tunnetta, tällöin sisäilma ei vaihdu lainkaan.

1970 luvulla rakennettiin ns. pullotaloja, joissa säästettiin energiakustannuksissa jättämällä korvausilmaventtiilit asentamatta. Kehotettiin myös asukkaita tiivistämään mahdolliset raot ja sulkemaan olemassa olevat korvausilmaventtiilit. Kuin ilmanvaihtoa ei ole kaikki epäpuhtaudet ja kosteus jää asuntoon ja aiheuttaa erilaisia ongelmia kuten, sairastumiset, kosteusvauriot, tapetti- ja maalivauriot.

Kohdekierroksella arvioidaan nykyisen korvausilmajärjestelmän riittävyys.

4.4 Lämmitys ja jäähdytys

Kohdekierroksella tutkitaan nykyisen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän toimivuutta pintalämpötilamittauksilla ja toimintakokeilla. Tarpeen vaatiessa voidaan järjestää pitkäkestoisempi sisälämpötilan loggaus.

4.5 Mittaukset ja kokeet

Mittaamalla ilmamäärät pystytään arvioimaan kokonaisilmavirta, kanavien tiiveys ja toimivuus, mahdolliset puutteet ja ongelmat. Tämän takia mittaukset ovat olennainen osa ilmanvaihdon korjaamisessa ja säätämisessä.

4.5.1 Paine-kokeet

Rakennuksen paine-erokoe voidaan suorittaa rakennuksen koosta riippumatta. Paine-erokoe voi myös rajata tietyille osa-alueelle kokonaisuus huomioiden.

Ilmanvaihtojärjestelmän painekokeella selvitetään ilmanvaihtokanavien tiiveyttä, mutta myös kuinka tiiviit ilmanvaihtokoneen kytkennät ja järjestelmän liitokset ovat. Paine-kokeet suoritetaan ennen käyttöönottoa ja myös ilmanvaihtojärjestelmän puhdistamisen yhteydessä.

4.5.2 Savukokeet

Jos painekokeessa ilmenee ilmanvaihtojärjestelmässä tai rakenteissa vuotoja, vuodot voidaan selvittää luotettavasti savukokeilla. Tuloilman päätelaitteiden heittokuva voidaan myös selvittää savukokeella. Paine-eroja tutkitaan kiertämällä rakennuksessa savukynällä tai savupistoolilla. Mikäli paine-eroja havainnoidaan voi olla syytä tarkempien paine-eromittauksien aloittamiselle.

4.5.3 Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärien mittaus on peruste toimivalle ilmanvaihtojärjestelmälle. Ilmamäärämittauksilla voidaan selvittää huoneiden tulo- sekä poistoilma määrät. Tuloksien perusteella voidaan säätää ilmavirrat haluttuun määrään. Jos kaikissa huoneissa on puutteellinen ilmanvaihto, on selvitettävä ilmavaihtokoneen riittävyys. Puutteellinen ilmanvaihto voi johtua tilojen käyttötarkoituksen muuttamisesta. Ilman että ilmanvaihto otetaan huomioon muutostöiden yhteydessä, esimerkiksi jos asuntoon rakennetaan uusia väliseiniä

4.6 Hormikartoitus

Hormikartoitus tehdään suunnittelun pohjaksi. Samalla voidaan suorittaa kuntoarvio hormien kunnan selvittämiseksi. Hormikartoitukseen liittyy myös hormin kuvaus, jonka avulla voidaan tarkemmin määrittää hormin kunto, reitti ja liitokset. Hormikartoitusta suositellaan suoritettavaksi kesäaikana koska silloin painovoimainen ilmanvaihto toimii huonoinen.

Hormikartoituksen aikana on tarkoitus selvittää hormin:

- Koko
- Pituus
- Tiiveys
- Riittävyys
- Sijainti
- Reitti

5 KORJAUSTOIMENPITEET

Ilmanvaihdon korjaustoimenpiteisiin kuuluu hormikorjaukset. Hormit voivat olla huonossa kuonossa monesta syistä esimerkiksi, sodanjälkeiset vauriot, halkeamia tai sortumia.

5.1 Hormikorjaukset

Painovoimaisessa poistoilmajärjestelmässä on yleensä käytössä vanhoja hormeja. Hormien tiiveys on tärkeä järjestelmän toimivuuden kannalta, hormeissa voi olla halkeamia, rakoja tai sortumia. Huonossa kunnossa oleva hormi voidaan kunnostaa ainakin kolmella eri tavalla, slammaustekniikalla, sukittamalla tai putkittamalla. Näistä kolmesta sukittaminen on yleisin tapa.

5.1.1 Slammaaminen

Slammaaminen tarkoittaa, että hormin sisäpuolelle valutetaan massa liukuvalumenetelmällä. Näin saadaan hormin mahdolliset halkeamat ja raot paikattua ja hormista tulee tiivis. Slammaamisella saadaan huonokuntoinen hormi tiiviiksi, ja slammaamisen jälkeen hormi täyttää palo sekä tiiveys määritelmät.

5.1.2 Sukittaminen

Hormin sisäpuolelle asennetaan sukka joka on tehty komposiitti-kivi yhdistelmästä. Sukka saadaan muotoiltu hormiin paineilman avulla. Sukittaminen voidaan suorittaa ilman varsinaista nuohoamista ja hormin pinta-ala pysyy lähes alkuperäisen kokoisena. Kun sukka on saatu muotoiltu hormin sisäpuolelle, kovetetaan sukka höyryllä, kovennettu sukka luo uuden ilmakehän vanhan hormin sisään.

5.1.3 Putkittaminen

Hormin sisäpuolelle asennetaan uusi haponkestävä teräs kanava, putkittaminen voidaan suorittaa ilmanvaihtohormeissa sekä savuhormeissa. Putkittaminen sopii ratkaisuna silloin kun hormin pinta-alan pienentämisestä ei ole haittaa, myös jos hormi on niin huonossa kunnossa, että muita menetelmiä ei voida käyttää esimerkiksi, jos hormissa on sورتumia.

Jos hormi on liitetty öljy tai keskuslämmitykseen putkittaminen on ainut mahdollinen korjaustapa lämpötilanvaihtelevuuden takia, myös rikkipitoisuudet ovat savuhormeissa liian korkeita slammaamiseen.

5.2 Korvausilmareittien korjaaminen

korvausilmaventtiileitä saatetaan joutua lisäämään riittävän korvausilmamäärän varmistamiseksi.

Korvausilmaventtileinä käytetään usein ulkolämpötilan mukaan automaattisesti säätäviä venttiileitä.

Korvausilmareittien esteettömyys tulee varmistaa. Jos asunnossa on esimerkiksi väliseinä korvausilmaventtiilin ja poistoilmaventtiilin välillä, voidaan seinään asentaa erillinen siirtoilmasäleikö.

6 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN HUOLLOT JA SÄÄDÖT

Ilmanvaihdon toimivuuden kannalta on tärkeää, että kanavat sekä laitteet puhdistetaan säännöllisesti. Huoltamalla järjestelmän säännöllisesti varmistetaan toimivuus sekä, estetään mikrobikasvustojen muodostamista kanavissa, ja sisäilma pysyy puhtaana. Päätelaitteet pitää puhdistaa vähintään kerran vuodessa.

Käyttötarkoituksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmä ja kanavat on puhdistettava yhden ja viiden vuoden välein.

- Asuinkiinteistöt: 5-10 vuotta
- Julkiset kiinteistöt: 5 vuotta
- Ammattikeittiöt, teollisuustilat ja muut vastaavat tilat: 1 vuotta

6.1 Ilmanvaihdon säätö

Ilmanvaihdon säätö tehdään yleensä vanhojen järjestelmien korjaamisen sekä uusien järjestelmien asentamisen yhteydessä. Hyvin säädetty ilmanvaihtojärjestelmä pidentää ilmanvaihtokoneiden ja muiden ilmanvaihtolaitteiden käyttöikä. Kun suurimmat ongelmakohdat ovat korjattua saadaan ilmanvaihtojärjestelmä optimoitu säätämällä huonekohtaiset ilmanvirrat (Taulukko3). Mittaamalla ja säätämällä saavutetaan suunniteltu ilmanvaihtuvuus mahdollisimman taloudellisesti ja energiatehokkaasti.

Taulukko 3. Rakennus määräys kokoelma D2 (ei voimassa) mukaisia ilmamääriä

Tila	Ulkoilmavirta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilmavirta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilmavirta dm ³ /s
Asuintilat	6		
Asuinhuoneet		0,5	
Keittiö		#S	8
Vaatehuone		#S	3
Kylpyhuone		#S	10
WC		#S	7
Kodinhuoltohuone		#S	8
Huoneistos sauna		2	2/m ²

#S=Ulkoilmavirta korvataan yleensä asuinhuoneista johdettavalla siirtoilmavirralla.

6.2 Ilmanjako

Ilmanjakoon kuuluu tulo- sekä poistoilmalaitteet ja niiden aiheuttamat ilmavirtaukset huoneessa. Ilmanjako on tärkeä osa ilmanvaihtoa, ilmanjako vaikuttaa viihtyvyyteen sekä ilman laatuun. Hyvän ilmanjaon saavuttamiseksi on tärkeä tietää ilmanjakolaitteiden ominaisuudet.

Ilman laadun kannalta pyritään siihen, että

- Huoneessa syntyvät epäpuhtaudet eivät leviä laajalla alalla huoneessa tai muihin huoneisiin
- Epäpuhtaudet poistuvat huoneesta mahdollisimman nopeasti
- Ilman virtaussuunta on epäpuhtauslähteistä kohti poistoilmalimiä
- Ilmanvaihto ei aiheuta vedon tunnetta

6.2.1 Sekoittava

Sekoittavalla ilmanjaolla saadaan tuloilma sekoittamaan huoneilmaan tehokkaasti ilmasuihkujen avulla. Ilmasuihkujen virtaamat ovat suuria. Sekoittavalla ilmanjaolla voidaan saavuttaa lähes samantyyppiset olosuhteet koko huoneessa. Sekoittava ilmanjako sopii erityisen hyvin sellaisiin tiloihin jossa pistemäisiä epäpuhtauslähteitä ei ole.

6.2.2 Laminaarinen

Laminaarisessa ilmanjaossa käytetään suuria pintoja ja ilma johdetaan tasaisesti koko huoneeseen. Laminaarinen ilmanjako sopii hyvin silloin kun tila vaatii erityisen puhdasta ilmaa tai tarkat lämpöolosuhteet. Laminaarisella ilmanjaolla saadaan vedottomasti suuria ilmanvaihtuvuuksia

6.2.3 Syrjäyttävä

Syrjäyttävässä ilmanjaossa ilmaa tuodaan suoraan oleskeluvyöhykkeelle pienellä nopeudella ja ilman sekoittamista yritetään välttää. Tuloilma on hieman alilämpöinen verrattuna huonelämpötilaan. Ilman tiheys-eron takia tuloilma pysyy oleskeluvyöhykkeessä. Tuloilma laitteet ovat yleisesti pinnoitettuja tiheän rei'itetyllä levyllä ja ovat suuri kokoisia. Syrjäyttävä ilmanjako sopii erityisen hyvin sellaisiin tiloihin joissa syntyy paljon epäpuhtauksia, tämän takia syrjäyttävää ilmanjakoa käytetään teollisuushalleissa ja muissa korkeissa tiloissa.

6.3 Ilmanjakolaitteet

Ilmanjakolaite on laite, joka tuo puhdasta ilmaa huonetilaan tai poistaa epäpuhdasta ilma huonetilasta. Ilmanjakolaitteita voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, tuloilmalaitteet, poistoilmalaitteet ja korvausilmalaitteet. Ilmanjakolaitteiden sijoittamisella ohjataan asunnon epäpuhtauksien siirtämisestä puhtaasta tilasta likaiseen päin, esimerkiksi makuuhuoneen ilma siirtyy wc:n poistoon.

6.3.1 Tuloilmalaitteet

Yleispätevää tuloilmalaitetta ei ole, vaan joutuu huonekohtaisesti valitsemaan monesta eri vaihtoehdoista. Tuloilmalimen valinta tehdään huoneen käyttötarkoituksen perusteella, ja huomioon otettavat asiat elimen valinnassa ovat:

- Painehäviö
- Ulkonäkö
- Heittopituus
- Heittokuvio
- Ääni taso
- Ilmavirta

6.3.2 Poistoilmaelimet

Poistoilmaelimen valinta tehdään halutun paine-eron ja tilavuusvirran perusteella, mutta huomioon otettavat asiat ovat:

- Äänitaso nousee voimakkaasti paine-eron nostaessa
- Poistoilmaelimen sijainti vaikuttaa ilmanjakoon

Poistoilmaelimen valinta on helpompaa kuin tuloilmaelimen valitseminen, johtuen siitä, että poistoilmaelimen muoto ei vaikuta virtauskenttään yhtä paljon.

6.3.3 Korvausilmalaitteet

Korvausilmaventtiiliä asennetaan oleskelutiloihin kuten olohuoneeseen, makuuhuoneisiin sekä saunaan. Korvausilmaventtiilin asentamisessa tulee huomioida tilan ilmavirtojen kulkeutuminen poistoilmaventtiilin saakka. Jos korvausilmaventtiilin asentaa huoneeseen missä on poistoilmaventtiili sisään tuleva ilma ei pääse kunnolla kiertää huoneistossa.

6.3.4 Ilmanjakolaitteiden huolto

Päätelaitteet keräävät pölyä ja likaa ajan myötä, joten ne on puhdistettava. Päätelaitteiden puhdistusväli vaihtelee kahdesta kuukaudesta puoleen vuoteen riippuen päätelaitteen mallista, koosta ja sijoituksesta. Eniten pölyä ja likaa kerää poistoilmaelimet, kertyvä pöly ja lika voi aiheuttaa enemmän painehäviö ja pienentää ilmavirtaa.

Päätelaitteiden yleisin huoltotoimenpide on pesu lämpimällä saippuavedellä.

6.4 Rakennustekniset toimenpiteet

Rakennetekniset korjaustoimenpiteet edellyttävät asianmukaista rakennesuunnittelua. Tyypillisesti vastaavissa hankkeissa toimii rakennesuunnittelija, joka esittää korjaustoimenpiteet.

6.4.1 Rakenteiden ilmavuodot

Ilmanvaihto on helpompi hallita tiiviissä rakennuksessa, jossa ilma kulkee suuremmaksi osaksi ilmanvaihtojärjestelmän kautta. Vaipan tiiveys saavutetaan höyrystululla, joka ehkäisee vesihöyryn pääseminen rakenteiden kautta sisälle. Tiivis alapohja estää myös radonin kulkeutumisen sisäilmaan.

6.4.2 Alustatilan ilmanvaihto

Alustatilan ilmanvaihdolla varmistetaan alustatilan kosteuden poisto. Alustatilan ilmanvaihtuvuus tulisi olla 0.5-11/h. Alustatilan ilmanvaihto voidaan suorittaa koneellisesti tai painovoimaisesti. Palkit ja perusmuurit, jotka jakavat alustatilaa on ilmanvaihtuvuuden kannalta huonoja.

Alustatilan korkeudeksi on suositeltu vähintään 0.8m, mutta huoltotöiden helpottamiseksi on suositeltavaa 1.2m korkeutta.

7 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohde on 4 kerroksinen asuinrakennus jossa alakerrasta löytyy liiketiloja. Talo on alunperin ollut 3 kerroksinen mutta jälkeenpäin on lisätty yksi kerros. Ylimmässä ja alimmassa kerroksessa on koneellinen poisto, muuten talon ilmanvaihto perustuu painovoimaiseen järjestelmään.

7.1 Lähtökohta

Kiinteistön ensimmäisen kerroksen asukas on reklamoinut kiinteistön isännöitsijälle asunnon kylmyydestä ja huonosta sisäilmanlaadusta. Isännöitsijä pyysi suunnittelijaa selvittämään asunnon korjaustarpeen ja toimenpiteet

7.2 Kohdekierros

Kohdekierroksella käytiin tutustumassa kiinteistön 3,4 ja ullakkokerroksen tiloihin. Kierroksella todettiin seuraavaa.

Kiinteistön 3 kerros on varustettu omalla koneellisella poistoilmajärjestelmällä. Myös 1.kerroksen liiketilassa on oma koneellinen poisto, jonka korvausilma tulee seinään sijoitetuista korvausilmaventtiileistä.

Tämä johtaa siihen, että kiinteistön ylin ja alin kerros on varustettu osittain koneellisella poistolla ja kaksi kappaletta keskellä sijaitsevaa asuinkerrosta on painovoimaisella poistoilmanvaihdolla.

Johtuen ylemmän ja alimman kerroksen koneellisesta poistosta ja puutteellisesta korvausilmajärjestelmästä on kiinteistön kokonaisilmanpaineet hyvän suunnittelutavan vastaiset. Tämä johtaa siihen, että matalan C-porrashuoneen poistoilmasäleikkö toimii korvausilmaventtiilinä ja C-porraskäytävä on alipaineinen asuinhuoneistoihin nähden. Asuntokohmainen alipaineisuus saattaa vaihdella asunto/kerroskohtaisesti. Myös asuntojen poistomahormien kunto vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan.

Olisi suositeltavaa kartoittaa koko c-portaan vaikutusalueen hormien nykykunto, sekä varmistaa koneellisen poiston vaikutusalueella olevien tilojen asianmukainen korvausilman saanti.

Ilmeisesti 1 ja 2 kerroksen heikosta ilmanvaihdosta johtuen porrashuoneiden osastoivia ovia oli kiilattu auki asentoon. Kiilatut osastoivat ovet ovat suuri turvallisuusriski. Tulipalon sattuessa pääsee savu ja tuli leviämään C-rapun 3 kerrokseen sekä D-rappuun.

7.3 Nykytilanteen selvittäminen

Nykytilanteesta todettiin seuraavasti:

- Kiinteistön C-osan ilmanvaihtojärjestelmä on pääosin painovoimainen (1-2 krs asunnot) sekä koneellinen poistoilmajärjestelmä (1krs liiketilat, 3 krs asunnot)
- Koneellisen poistoilmajärjestelmän huippuimurit sijaitsevat vesikatolla ja suunnitellut vaikutusalueet ovat 1.krs liiketilat ja 3.krs asunnot
- Koneellisen poistoilman korvausilmareitit ovat 1.kerroksen liiketiloissa nykyisten korvausilmaventtiilien kautta. Korvausilmaventtiilit ovat suoraan ulkoilmaan yhdistettyjä raitisilmaventtiileitä.
- Koneellisen poistoilman korvausilmareitit ovat 3.kerroksen raitisilma säleikön ja ikkunoiden raitisilmaventtiileiden kautta
- 1-2.krs painovoimaisen ilmanvaihdon vaikutusalueiden raitisilmareitit ovat suunniteltu ikkunoiden korvausilmareittien kautta

7.4 Kohdekäynti esimerkkiasunnossa

Kohdekäynnin ohessa selvitettiin alustavasti kiinteistön muun ilmanvaihdon toimintaa ja vanhoja ilmanvaihtosuunnitelmia. Selvitystyö toteutettiin havainnoimalla paikan päällä nykyiset ilmanvaihtolaitteet, ilmanvaihtolaitteiden kunto, sekä toimivuus. Samalla haastateltiin käyttäjää omista havainnoistaan. Esimerkkiasunnossa suoritettiin myös paineromittaukset portaan sekä ulkotilan suhteen, lmanvaihdon toimivuutta selvitettiin savukokein.

Asunnon paine-eromittaukset suoritettiin Alnor AXD-560M mikromanometrillä.

Paine-eromittaukset suoritettiin asunnon ja ulkoilman välillä, sekä asunnon ja porrashuoneen välillä. Paine-eromittaukset näyttivät asunnon olevan alipaineinen ulkoilman suuntaan - 4 Pa, asunto on ylipaineinen porraskäytävän suuntaan + 3,5 Pa.

Ilmanvaihdon toiminta tarkastettiin Dräger Air Flow Tester ch 00216 savutikulla (kuva 3). Savukokeilla tutkittiin asunnon ilmanvaihtoventtiilien toimintaa ja ilman virtaussuuntaa. Savukokein todettiin keittiön poistoilmaventtiilin toimivan suunnitellun ilmavirran vastaisesti. Savukokeella todettiin ilman virtaavan asuntoon päin poistoilmahormista. Savukokein todettiin myös wc-tilan poistoilmaventtiilissä pientä vetoa putkikuilun suuntaan. Postiluukun kautta todettiin savun virtaavan porraskäytävän suuntaan.



Kuva 3. Savukokeella todettiin keittiön poistoilmaventtiilin toimivan korvausilmaventtiilinä. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019

7.5 Esimerkkiasunnon nykytilanne

Asunnossa on alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihto. Poistoilmaventtiilit on sijoitettu wc-tilaan sekä keittiöön. Keittiön poistoilmaventtiili on kanavoitu poistoilmahormiin vaatekomeron kautta, jossa poistoilmakanavassa on puhdistusluukku.

Keittiön liesituuletin on aktiivihiilisuodattimella varustettu mallia, se ei ole liitetty poistoilmahormiin. Korvausilma on suunniteltu olohuoneen ikkunan ikkunakarmiventtiiliin kautta (1 kpl).

Havainnot asunnon ilmanvaihdosta:

- Ikkunasäleikön raitisilmasuodatin pölyinen, mutta muuten kunnossa
- Keittiön liesituuletin toimii asianmukaisesti ja suodatin puhdas
- Keittiön poistoilmaventtiili puhaltaa sisään keittiöön (ei siis toimi poistona).
Tämä todettiin savukokeella
- Asunto oli ulkotiloihin nähden alipaineinen, mutta porrashuoneen suuntaan ylipaineinen, eli toisin sanoen ilma liikkuu asunnosta porraskäytävän suuntaan
- Ulko-oven karmeihin on kertynyt mustaa pölyä, tämä johtuu todennäköisesti siitä, että keittiöstä tuleva rasvainen ilma kerää pölyä ja poistuu porraskäytävään. Rasva jää kiinni oven karmeihin ja pöly kertyy näkyvästi. (Kuva 5)
- WC-tilan poistoilmaventtiili on asennettu putkinousun koteloon. Venttiiliä ei ole liitetty poistoilmahormiin vaan putkikuiluun, joka menee todennäköisesti koko talon läpi ylempiin kerroksiin. Savukokeella todettiin, että hieman on vetoa kuilun suuntaan. (Kuva 4)



Kuva 5. Ulko-oven karmiin on kertynyt rasvaa ja pölyä. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019



Kuva 4. WC-tilan poistoilmaventiili liitetty putkinousu koteloon. Kuvaaja Jaakko Raikaa 2019

7.6 Hormikartoitus

Hormikartoituksessa todettiin seuraavia ongelmakohtia:

- Nykyisissä hormoneissa todettiin rapautumista ja osittain tukkeentuneita hormoneja
- Osa hormoneista liitetty virheellisesti viereisen asunnon ilmanvaihtoon
- Kylpyhuoneiden poistoilmaventtiileitä asennettu virheellisesti tekniikkanoisuun
- Osassa painovoimaisia hormoneja on pitkiä vaakavetoja, jotka heikentävät painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaa
- Vaakahormien huoltoluukut puuttuvat

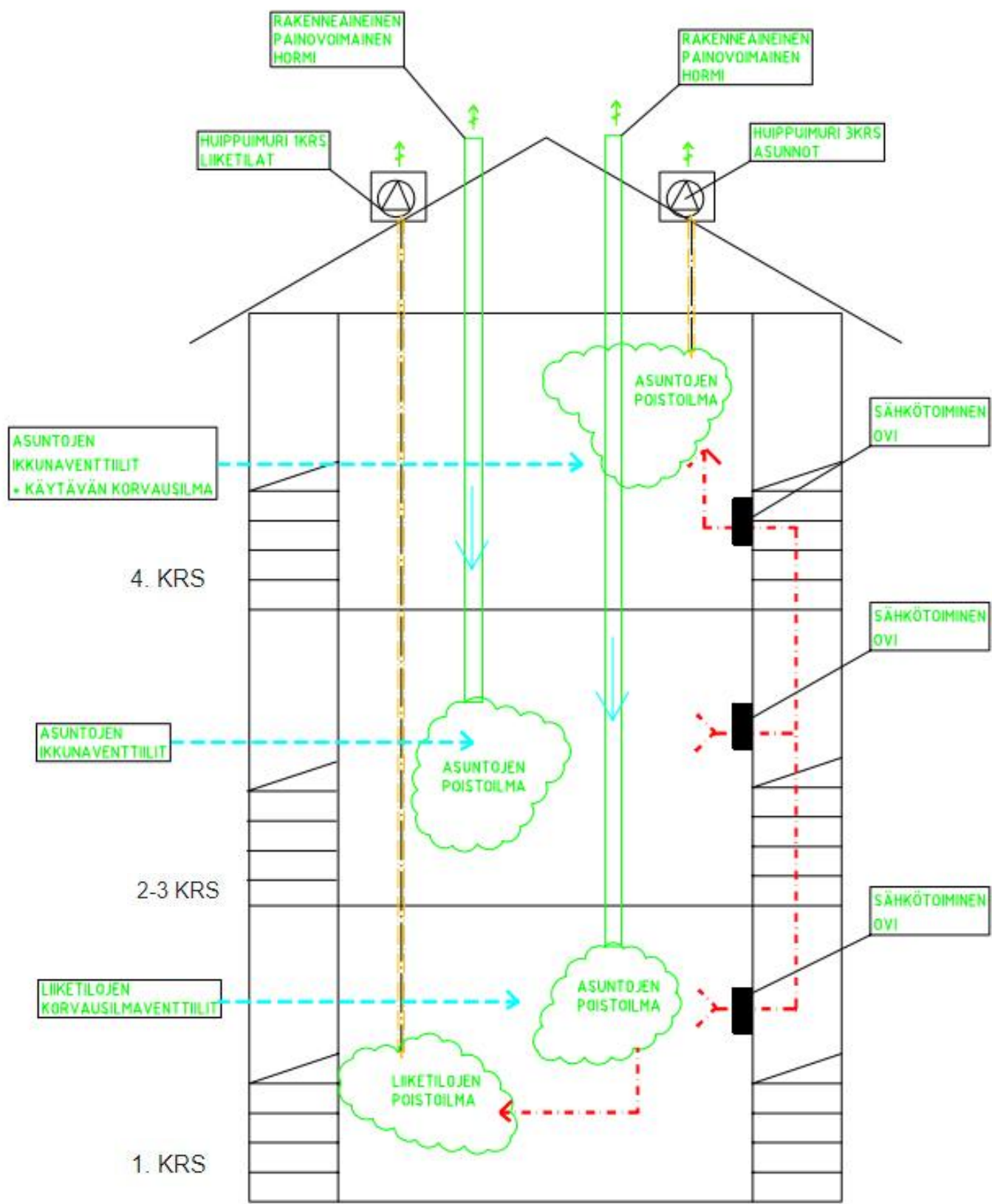
7.7 Suunnittelu

Suunnittelussa esitettiin toimenpiteitä ilmanvaihtojärjestelmään, sekä kiinteistön osastointiin (sähkötoimiset ovet).

7.7.1 Ilmanvaihdon perusparannukset

Ilmanvaihdon parantamiseksi ehdotettiin:

- Koneellisen ja painovoimaisen ilmavaihdon vaikutusalueiden eriyttäminen rakenteellisin toimenpiteiden avulla (sähkövet) portaiden suhteen.
- Poistoilmamäärien tasapainotus toimitilojen tarpeiden mukaiseksi
- Huippuimureiden saneerauspakettien asennus
- Koneellisen poistoilmanvaihdon korvausilmareittien peruskorjaus
- Hormikuvauksessa todettujen rakenteellisten virheiden ja korjaaminen
- Mahdollisten kylmäsiltojen selvittäminen



Kuva 6. Periaatepiirustus esimerkki kohden ilmanvaihdon toiminnasta

8 YHTEENVETO

Taloyhtiöiden ilmanvaihto ja sisäilman laatuongelmat ovat jatkuvasti yleistyvää perusrannuksen tarve kiinteistössä. Aiheeseen on alettu kiinnittämään aikaisempaa enemmän huomiota asukkaiden sekä kiinteistön omistajien puolesta.

Taloyhtiöiden sisäilmaongelmien kartoittaminen ja korjaussuunnittelu vaati hyvää yleiskäsitystä kiinteistön ilmanvaihdon, rakenteiden sekä käyttäjien vaikutuksen huomioimisessa. Sisäilmaongelmat harvoin ovat vain yhdestä tekijästä johtuvia vaan hyvään sisäilmaanlaatuun vaikuttavat monet kiinteistön eri ominaisuudet.

Opinnäytetyön tekemisessä on tutkittu aiheesta kirjoitettua kirjallisuutta, rakennusmääräyksiä sekä yleisiä ohjeita. Opinnäytetyön ohessa on myös haastateltu alalla johtavaa toimijaa hormikartoitusten toteuttamisessa.

Opinnäytetyö ilmanvaihdon kartoittaminen, suunnittelu ja korjaustoimenpiteet palvelee suunnitteluohjeena Granlund Oy:n taloyhtiöiden ilmanvaihdon korjaushankkeissa.

Opinnäytetyössä esitellään ilmanvaihdon peruseriaatteet, sekä tutkimus ja korjaustoimenpiteet siten että nuorempi suunnittelija pystyy opinnäytetyöhön perehdyttyään osallistumaan taloyhtiöiden korjaushankkeisiin osana suunnitteluryhmää.

9 SAMMANFATTNING

Jag fick som uppgift av Granlund Oy att skriva mitt slutarbete om husbolagets ventilation och reparationsåtgärder. Idén bakom arbetet är att kunna ge en djupare bild av ventilation och vad som bör beaktas vid ventilationsåtgärder på en sådan nivå att en person som inte är insatt inom ämnet skall förstå grunderna inom ventilation. Därför har jag inlett mitt slutarbete med att beskriva ventilation, och de delar och system som bör beaktas vid ventilationssanering.

Byggnadens ventilation går att sköta genom självdrag eller maskinellt. Det vanligaste systemet i Finland nu för tillfället är självdrag, men det finns mycket negativa sidor med självdrag. Ett självdragssystem påverkas av allt för många faktorer för att kunna vara ett pålitligt system, om temperaturskillnaderna är för stora mellan inne- och uteluften påverkas ett självdragssystem drastiskt. När det är vinter och kallt ute fungerar det bra, eftersom den varma luften stiger uppåt och ut genom frånluftsventilerna.

Värmeåtervinning är en viktig del av dagens ventilationssystem. Med värmeåtervinning får man en del av den värmeenergi som frånluften har tillgodo, detta sparar på miljön och på elräkningarna eftersom den kalla uteluften som tas in i fastigheten kan värmas till en temperatur som är närmare den önskade inblåsningstemperaturen.

Filtrering av luften är särskilt viktig när det kommer till sådana utrymmen som kräver absolut luftrenlighet, såsom sjukhus och andra specialbyggnader och utrymmen.

Inneluftens kvalitet är en ytterst viktig del av fastighetens ventilationssystem, dåligt inomhusklimat leder till sänkt arbetsförmåga och kan även leda till sjukdomar och allergier. Bra inomhusklimat är luktfri, dammfri, dragfri, bullerfri och har en behaglig temperatur. Faktorerna som påverkar inomhusklimatet är många, men temperaturen är kanske den lättaste av alla faktorer att lägga märke till. Fukt och fuktrelaterade problem är också mycket vanliga. Med fuktrelaterade problem menas till exempel mögel. Mögel skapar även luktproblem i fastigheten.

Inomhusklimatets orenheter har alltid varit ett problem, den farligaste orenheten är radon. Radon är en osynlig och luktfri gas som finns i jordmånen och är ytterst farlig i stora och koncentrerade mängder.

Resultatet av mitt slutarbete är en text som ger en allmän synvinkel och fördjupning inom ämnet. Med hjälp av arbetskolleger och mina egna arbetserfarenheter har jag kunnat sammanfatta de viktigaste delarna i ventilationssanering.

Efter den inledande delen av mitt slutarbete går jag igenom de olika mätningssätten samt olika stadier i ventilationssanering. Med hjälp av detta arbete hoppas jag kunna lättare erbjuda kunder olika lösningar, fast de inte alltid är de billigaste lösningarna betyder det inte att de i längden inte skulle vara lönsamma.

Jag avslutar mitt slutarbete med ett exempelprojekt, och går igenom de olika problemen och lösningarna till dem. Problematiken i projektet är inget ovanligt och jag tror att det kommer att finnas många nya projekt med liknande problem.

LÄHTEET

1. Allergi- och Astmaförbundet rf och Andningsförbundet rf. 2017. Guide om inne-luft. Saatavilla: https://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/op-paat/guide_om_inneluft.pdf [Haettu 17 maaliskuuta 2019].
2. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma
3. Helsingin kaupunki. 2018. Materiaalipäästöt ja hajuhaitat | Helsingin kaupunki. [ONLINE] Saatavilla: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/asu-minen/terveellinen/haju/>. [Haettu 9 tammikuuta 2019].
4. Ilmanvaihtojärjestelmät | Hengityслиitto. 2019. Ilmanvaihtojärjestelmät | Hengi-tysliitto. [ONLINE] Saatavilla: <https://www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/ilman-vaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>. [Haettu 9 tammikuuta 2019].
5. Jaakko, R., 2019, Suunnittelu ja kohdekäynti [suull.]. keskustelu: 22.4.2019
6. Jani Tanskanen. 2019. Terveysilma : Miksi ilmanvaihto ei toimi?. [ONLINE] Saa-tavilla: http://www.terveysilma.fi/fi/miksi_ilmanvaihto. [Haettu 20 huhtikuuta 2019].
7. Jorma, S. (2018) (Sisäilmastoluokitus 2018) Saatavilla: <http://www.sisailmayh-distys.fi/content/download/3950/25442/version/1/file/Sis%C3%A4ilmastoluoki-tus2018-14052018.pdf> [Haettu 17 maaliskuuta 2019].
8. Korvausilma & korvausilmaventtiilit | Hanakat-ketju. 2017. Korvausilma & kor-vausilmaventtiilit | Hanakat-ketju. [ONLINE] Saatavilla: <https://www.hana-kat.fi/tuotteet/ilmanvaihto/korvausilma>. [Haettu 24 huhtikuuta 2019].
9. Pitkäranta, M., 2019. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. YMPÄRISTÖOPAS 2016, [ONLINE]. 1, 234. Saatavilla: http://julkaisut.valtio-neuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimus-opas.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Haettu 17 huhtikuuta 2019]
10. RIA-AIR. 2019. Ilmamäärien mittaus ja säätö kaikenkokoisiin kohteisiin - RIA-AIR. [ONLINE] Saatavilla: <https://www.ria-air.com/ilmamaarien-mittaus-ja-saato/>. [Haettu 23 tammikuuta 2019].
11. Seppänen, O (1996) *Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto*, Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.

12. Sisäilmaongelma voi oikeuttaa vuokrasopimuksen purkamiseen – Lakiasiantoinisto Fiducius Oy. 2018 [ONLINE] Saatavilla: <https://fiducius.fi/sisailmaongelma-voi-oikeuttaa-vuokrasopimuksen-purkamiseen/>. [Haettu 9 helmikuuta 2019].
13. Sisäilmayhdistys. 2019. Ryömintätilojen korjaukset / Maanvastaiset rakenteet / Kunnossapito ja korjaaminen / Terveelliset tilat / Sisäilmayhdistys. [ONLINE] Saatavilla: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Ryomintatilojen-korjaukset>. [Haettu 9 helmikuuta 2019].
14. Sisäilmayhdistys. 2019. Terveysvaikutukset / Perustietoa sisäilmasta / Sisäilmayhdistys. [ONLINE] Saatavilla: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Terveysvaikutukset>. [Haettu 14 maaliskuuta 2019].
15. Talotekniikka teollisuus 2016. Ilmanvaihto ja ilman suodatus. Miksi ilmanvaihtoa, miksi ilmansuodatusta?. Saatavilla: https://www.talteka.fi/sites/default/files/file_attachments/19_ilmanvaihto_ja_ilman_suodatus_24032015.pdf. [Haettu 19 maaliskuuta 2019].
16. Tuomas, V., 2019, Hormin korjaustoimenpiteet [suull.]. keskustelu: 25.3.2019
17. Ympäristöministeriö. Miia Pitkäranta (2016). Ympäristöopas 2016. *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*, Helsinki: Ympäristöministeriö.

LIITTEET

LIITE 1. D2 ILMAMÄÄRÄT

21

Jos ilmanvaihto- tai kierrätysilmalaitteiden tehostusta voidaan ohjata henkilökohtaisesti käyttöajan ohjearvoja suuremmiksi, voidaan tehostuksen aikana taulukoiden ilman nopeuden ohjearvot ylittää + 0,1 m/s ja äänitason ohjearvot ($L_{A,eq,T}$ ja $L_{A,max}$) + 10 dB.

TAULUKKO 1. ASUINRAKENNUKSET

Asuntojen ilmanvaihto mitoitetaan yleensä taulukon poistoilmavirtojen perusteella siten, että asuntojen ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,5 1/h ja ulkoilmavirtojen riittävyys varmistetaan vähintään ohjearvojen mukaisiksi. Pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston käyttöajan ilmanvaihtokerroin on enintään 0,7 1/h ja poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asutokohtaisesti tarpeen mukaan. Jos poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, voidaan pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0. Suurten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja suuremmiksi, jotta tilakohtainen ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen ja huoneiston ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 1/h.

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s	Äänitaso $L_{A,eq,T}$ / $L_{A,max}$ dB	Ilman nopeus talvi m/s	Huom!
Asuintilat:	6					
Asuinhuoneet		0,5		28 / 33 *	0,20	*C1 määräys
Keittiö		#S	8 #A	33 / 38 *	0,20	*C1 määräys
- käyttöajan tehostus		#S	25	33 / 38	0,20	
Vaatehuone, varasto		#S	3	33 / 38		
Kylpyhuone		#S	10 #B	38 / 43	0,20	
- käyttöajan tehostus		#S	15	38 / 43	0,20	
WC		#S	7 #B	33 / 38		
- käyttöajan tehostus		#S	10	33 / 38		
Kodinhuone		#S	8	33 / 38	0,30	
- käyttöajan tehostus		#S	15	33 / 38	0,30	
Huoneistos sauna		2 #C	2/m ² #C	33 / 38		
Yhteistilat:						
Porrashuone		0,5 1/h	0,5 1/h	38 / 43		
Varastot		0,35	0,35 /m ²	43 / 48		
Kylmäkellari (myös asuntokylmiö, jos pinta-ala > 4m ²)		0,2	0,2 / m ²	43 / 48		
Pukuhuone		2	2 / m ²	33 / 38	0,20	
Pesuhuone		3	3 / m ²	43 / 48	0,20	
Saunan löylyhuone		2	2 / m ²	33 / 38		
Talopesula		1	1 / m ²	43 / 48		
Kuivaushuone		2 #D	2 / m ² #D	43 / 48		
Askarteluhuone, kerho huone		1 #E	1 / m ² #E	33 / 38	0,20	

A Ohjearvo, kun liesikuvun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asutokohtaisesti, muussa tapauksessa on liesikuvun ohjearvo 20 dm³/s.

B Ohjearvo, kun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asutokohtaisesti, muussa tapauksessa ilmavirran ohjearvo on käyttöajan tehostuksen mukainen.

C Kuitenkin vähintään 6 dm³/s. Saunan ilmavirtaa ei oteta huomioon laskettaessa asunnon ilmanvaihtokerrointa, jos saunan ulkoilmavirta on yhtä suuri kuin poistoilmavirta.

D Voidaan mitoitetaan pienemmäksi kun käytetään ilmankuivainta.

E Edellyttää tuuletusmahdollisuutta; muuten 1,5 (dm³/s)/m².

S Ulkoilmavirta korvataan yleensä asuinhuoneista johdettavalla siirtoilmavirralla.