



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Henri Isoaho

Asuinkerrostalon ilmanvaihtosuunnitteluprosessien kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.3.2022

Tekijä Otsikko	Henri Isoaho Asuinkerrostalon ilmanvaihtosuunnitteluprosessien kehittäminen
Sivumäärä Aika	68 sivua + 2 liitettä 26.3.2022
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	osastopäällikkö (asunnot, LVI) Jaakko Juslin yliopettaja Aki Valkeapää
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä asuinkerrostalon ilmanvaihdon suunnitteluprosessit ja kehittää niistä selkeä ja tehokas ohjeistus asuinkerrostalon ilmanvaihtosuunnitteluun. Tälle kehitystyölle nähtiin tarve, koska suunnittelun laatu ei ole ollut tasalaatuista ja riittävän tehokasta.</p> <p>Opinnäytetyössä prosessit tunnistettiin Rakennustietosäätiön asuntosuunnittelun ja LVI-suunnittelun tehtäväluetteloiden avulla. Lisäksi hyödynnettiin prosessiajattelun termistöä. Näiden avulla ilmanvaihtosuunnitteluprosessit jaettiin ydin- ja tukiprosesseihin. Ydinprosesseiksi määriteltiin vaiheet, joiden tarpeen määrittelee asiakas ja jotka päättyvät asiakkaalle luovutettavaan lopputuotteeseen. Tukiprosesseiksi taas määriteltiin ne prosessit, jotka mahdollistavat ydinprosessin lopputuotteen aikaansaamisen. Tukiprosessien tärkeimmät vaiheet määriteltiin ja sijoitettiin oikeaan järjestykseen.</p> <p>Kun prosessit oli määritelty, laadittiin ohjeistus jokaisen ydin- ja tukiprosessin läpiviemiseksi. Tämän lisäksi selvitettiin tarvittavat lähtötiedot ilmanvaihtosuunnitteluprosessien loppuun saattamiseksi ja laadittiin tarkastuslista ydinprosessien lopputuotteiden omatarkastusta varten.</p> <p>Lopuksi opinnäytetyössä esiteltiin periaate prosessien kehittämiselle. Tarkoituksena on, että prosessit otetaan jatkossa käyttöön ja niitä kehitetään kokemusperäisesti.</p>	
Avainsanat	asuinkerrostalojen ilmanvaihto, ilmanvaihtosuunnittelu, LVI-suunnitteluprosessit, prosessien kehittäminen

Author Title	Henri Isoaho Development of Processes for Ventilation Designing in Residential Buildings
Number of Pages Date	68 pages + 2 appendices 26 March 2022
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Building Services Engineering
Instructors	Jaakko Juslin, Head of Department Aki Valkeapää, Principal Lecturer
<p>The aim of this thesis was to define the design processes in designing ventilation of residential buildings, and comprise a coherent and effective design guideline. The premise of the thesis was that some phases of the design process were too time-consuming, and the end products were not of uniform quality. Thus, the goal was to find the most efficient way to design ventilation in apartment buildings.</p> <p>Firstly, the processes were identified as main and support processes. The main processes were seen to begin and end with the customer in mind, always resulting in a product handed over to the customer. The support processes, on the other hand, aim to help reach the goals of the main processes.</p> <p>After defining the processes, a guideline to achieve the various objectives set by the main processes was crafted. Furthermore, a data sheet was gathered so that the ventilation designer would have a reliable source of information to complete the designs. Moreover, a checklist compiling all the major aspects in the various phases of design was created.</p> <p>Finally, a principle of process development was introduced. The goal was that the processes will be put into operation and developed further empirically.</p>	
Keywords	ventilation, residential buildings, ventilation design, HVAC design processes, process development

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimusongelma	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.4	Aiheen rajaus	3
2	Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo	3
2.1	Tarveselvitys	5
2.2	Hankesuunnittelu	5
2.3	Luonnossuunnittelu	5
2.3.1	Ehdotuksen laatiminen	5
2.3.2	Luonnoksen laatiminen	6
2.4	Toteutussuunnittelu	6
2.4.1	Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen	6
2.4.2	Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen	6
2.4.3	Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten	7
2.4.4	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	7
2.5	Rakennusaikaiset tehtävät	7
2.5.1	Rakennustyön valvonta	7
2.5.2	Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen	7
2.6	Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät	7
2.6.1	Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen	7
2.6.2	Vastaanottotarkastukset	8
2.7	Käytönaikaiset tehtävät	8
2.8	Erillistehtävät	8
3	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18	8
3.1	Tarveselvitys	9

3.2	Hankesuunnittelu	10
3.3	Suunnittelun valmistelu	10
3.4	Ehdotussuunnittelu	10
3.5	Yleissuunnittelu	11
3.6	Rakennuslupatehtävät	11
3.7	Toteutussuunnittelu	11
3.8	Rakentamisen valmistelu	11
3.9	Rakentaminen	12
3.10	Käyttöönotto	12
3.11	Takuuaika	12
4	Prosessiajattelu	12
4.1	Ydinprosessit	13
4.2	Tukiprosessit	13
5	Ilmanvaihdon suunnitteluprosessit	13
5.1	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	14
5.1.1	Alustavat ilmamäärälaskelmat, konetunnukset ja palvelualueet	14
5.1.2	Koneajot ja ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraukset	21
5.1.3	Ilmanvaihtokoneiden alustavat sijoitukset	26
5.2	Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen	27
5.2.1	Tarkennetut ilmamäärälaskelmat, konetunnukset ja IV-koneiden sijainnit	28
5.2.2	IV-päätelaiteluettelo ja MagiCAD-päätelaitteet	29
5.2.3	Peruskerroksen suunnittelu ja omatarkastus	33
5.2.4	Ulkosäleikköjen ja ulospuhalluslaitteiden sijaintien määrittely	38
5.2.5	Laiteluettelot	42
5.2.6	Peruskerroksen tarkennukset ja reikävaraukset	43
5.3	Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten	44
5.3.1	Alimman kerroksen suunnittelu	44
5.3.2	Poikkeavien kerrosten suunnittelu	46
5.3.3	Ilmanvaihtokonehuoneen ja vesikaton suunnittelu	47
5.3.4	Mitoitukset, tasapainotus ja detaljit	55
5.3.5	Yhteensovituksen jälkeiset tarkennukset	57
5.4	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	57
5.4.1	Ilmanvaihtokoneiden SFP-taulukko	57

5.4.2	Ilmanvaihtolaitoksen vuosihyötysuhdelaskelma	59
5.5	Rakentamisaikaiset ja käyttöönoton tehtävät	59
6	Prosessin kehittäminen	63
6.1	Ensimmäinen vaihe – tunnista potentiaaliset ratkaisut	63
6.2	Toinen vaihe – valitse ratkaisuvaihtoehto	64
6.3	Kolmas vaihe – hallitse riskit	64
6.4	Neljäs vaihe – laadi täytäntöönpanosuunnitelma	64
6.5	Viides vaihe – pilotoi ratkaisuvaihtoehto ja arvioi tulokset	65
7	Yhteenveto	65
	Lähteet	67
	Liitteet	
	Liite 1. Ilmanvaihdon suunnittelun lähtötietoluettelo	
	Liite 2. Ilmanvaihdon suunnittelun tarkastuslista	

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esitellä asuinkerrostalon ilmanvaihdon suunnittelu- prosessit ja kehittää niitä. Opinnäytetyön tarkoituksena on paneutua suunnitteluprosessien eri vaiheisiin ja asioihin, joita on syytä huomioida prosessien eri vaiheissa. Pilkkomalla suunnitteluprosessi pienempiin alaprosesseihin pyritään löytämään osa-alueet, joissa tapahtuu useimmin virheitä ja on eniten kehitettävää.

Lisäksi opinnäytetyö esittelee prosessiajattelun teoriaa. Työssä läpikäydään muun muassa Rakennustiedon olemassa olevia prosessikuvauksia. Näiden avulla pyritään luomaan johdonmukaisia ratkaisumalleja ilmanvaihdon suunnitteluprosessin kehittämiseksi.

Opinnäytetyö tehdään työntajalleni Sitowiselle. Sitowise on 1 700 hengen suunnittelu- ja konsultointialan yritys, joka tarjoaa talonrakennus- ja infra-alan suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaalisia palveluita. Talonrakennusalan palveluihin kuuluvat sekä uudis- ja korjauskohteiden asiantuntijapalvelut, palvelut rakennushankkeiden suunnitteluun, käynnistämiseen, toteutukseen ja kunnossapitoon. [1.]

Kyseessä on Suomen suurimpia konsulttialan yrityksiä, jolla on toimipisteitä Suomessa 20 eri paikkakunnalla ja lisäksi tytäryhtiöt Ruotsissa, Norjassa, Virossa ja Latviassa sekä osakkuusyhtiö Puolassa. [1.]

1.2 Tutkimusongelma

Olemme havainneet asunto-osastollamme LVIA-suunnitteluprosessien olevan epäselviä ja epäjohdonmukaisia. Vaikeuksia on lisännyt myös yrityksen laajeneminen yritysostoin. Eri paikkakunnilla on erilaisia suunnittelutapoja ja määräysten tulkintatapoja. Olemme

yrittäjien sisällä huomanneet, että prosessit eivät ole yhteneväisiä ja suunnitteluratkaisuissa ei noudateta yhteistä ohjenuoraa. Yhteiskäytössä olevia lähtötietolomakkeita, tarkastusasiakirjoja tai ohjeita ei ole.

Suunnittelua ovat hankaloittaneet myös muuttuneet määräykset. Vuonna 2018 päivittynyt rakentamismääräyskokoelma ja siihen liittyvät ohjeistukset ovat aiheuttaneet epäselvyyksiä rakennusvalvontavirastojen ja suunnittelutoimistojen välillä. Tavoitteena opinnäytetyössä olisi siis myös tarjota ratkaisuja muuttuneiden määräysten mukana ilmeneisiin ongelmiin.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tärkeimpiä tiedonhankintamenetelmiä ovat yrityksemme sisällä käytävät keskustelut ja havainnot eri projekteissa. Vastaan tulleet ongelmat, onnistumiset ja epäonnistumiset antavat informaatiota ilmanvaihtosuunnitteluprosessin nykytilasta ja puutteista. Puutteita pyritään korjaamaan haastatteluista ja kirjallisuuslähteistä saaduilla tiedoilla.

Tiedonhankintakeinoina opinnäytetyössä hyödynnetään olemassa olevia ohjeistuksia ja määräyksiä. Lisäksi haastatellaan LVI-alan ammattilaisia ilmanvaihtosuunnittelun haasteista ja ratkaisuvaihtoehdoista. Kirjallisuuslähteiden hyödyntäminen on suunnitteluprosessin luonnehdinnassa luonnollisin tiedonhankintakeino. Lähteiden hankkimiseen liittyy suurin tutkimuseettinen ongelma opinnäytetyössäni. Kokemuseräisiin asioihin ei välttämättä löydy hyvää ja luotettavaa lähdepohjaa.

Hankittua tietoa analysoidaan lähinnä laadullisesti. Aineiston tulkinnassa hyödynnetään lähilukua, koska aineistoa tulee analysoida ja tarkastella tulkinnallisesti, jotta lähteistä saadaan olennaiset asiat selvitettyä osaksi suunnitteluohjeistusta. Jossain tapauksissa voidaan hyödyntää myös keskusteluanalyysiä. Työtä tehdessä törmätään usein tulkinnanvaraisiin ohjeisiin, joista keskustelemalla saadaan yleensä parhaat tulkinnat irti.

Työn valmistuttua ohjeistus otetaan käyttöön yrityksessämme, jotta suunnittelu tehostuisi. Tällä tavoin saadaan myös osviittaa siihen, onko tutkimus ollut luotettava ja hyödyllinen. Validiteettia yritetään ylläpitää myös useilla kirjallisuuslähteillä ja kokemuksilla.

1.4 Aiheen rajaus

Tämä opinnäytetyö on rajattu käsittelemään ainoastaan asuinkerrostalojen ilmanvaihtosuunnittelua. Asunto-osastomme tavoitteena on pilkkoa koko LVI-suunnitteluprosessiin ja laatia vastaavanlaiset ohjeistukset projektinjohtamisen, lämmitys- sekä vesi- ja viemärisuunnitteluprosessin kulusta.

Asunto-osastomme on erikoistunut asuinkerrostaloihin ja uudisrakentamiseen, joten tässä opinnäytetyössä ei ole käsitelty muita rakennustyyppisiä eikä korjausrakentamista. Osastomme hyödyntää suunnittelussa yksinomaan tietokoneavustettuja suunnittelutyökaluja, joten tässä työssä on otettu huomioon ainoastaan MagiCAD-ohjelmistolla tehty suunnittelutyö.

2 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo

RT-kortissa RT 10-10827 ”Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH” on esitetty suunnittelun yleisten toimialakohtaisten tehtäväluetteloiden soveltamisohje asuntosuunnitteluun. Kuvassa 1 on esitetty asuntosuunnitteluhankkeen vaiheet ja tehtävät. Tehtäväluettelo seuraa hankkeen vaihe- ja tehtäväjakoa. Seuraavissa alajaksoissa on esitetty RT-kortin RT10-10827 asuntosuunnittelun tehtävät LVIA-suunnittelijan näkökulmasta. [2, s. 1.]

HANKEVAIHE	SUUNNITTELU-TEHTÄVÄ
TARVESELVITYS	1 TARVESELITYS Tarveselvityksen tekee pääsääntöisesti tilaaja. Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.
HANKESUUNNITTELU	2 HANKESUUNNITTELU Hankesuunnittelun tekee pääsääntöisesti tilaaja. Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.
SUUNNITTELU	3 LUONNOSSUUNNITTELU 3.1 Ehdotuksen laatiminen 3.2 Luonnoksen laatiminen
RAKENTAMISEN VALMISTELU	4 TOTEUTUSSUUNNITTELU 4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen 4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen 4.3 Suunnitelmien laatiminen urakallaskentaa varten 4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen
RAKENTAMISVAIHE	5 RAKENNUSAIKAISET TEHTÄVÄT 5.1 Rakennustyön valvonta 5.2 Urakoitsijoiden ja tavaratoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen
KÄYTTÖÖN- JA VASTAANOTTO	6 KÄYTTÖÖN- JA VASTAANOTTOON LIITTYVÄT TEHTÄVÄT 6.1 Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen 6.2 Vastaanottotarkastukset
KÄYTTÖ	7 KÄYTÖN AIKAISET TEHTÄVÄT Takuutarkastuksiin osallistuminen
	8 ERILLISTEHTÄVÄT Tehtävät eivät kuulu suunnittelu-sopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen.

Kuva 1. RT 10-10827:n mukainen jaottelu hankkeen vaiheista ja niihin liittyvistä tehtävistä [2, s. 1].

2.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksen tekee yleensä tilaaja. LVIA-suunnittelija ei osallistu tähän vaiheeseen normaalisti ja tehtävistä on sovittava erikseen. [2, s. 3.]

2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelu on tilaajan tehtävällä. LVIA-suunnittelija ei normaalisti osallistu asuntosuunnittelun hankesuunnitteluvaiheeseen, vaan tilaaja määrittelee LVIA-järjestelmävaihtoehdot, joita LVI-suunnittelija noudattaa. Joskus LVIA-suunnittelija kuitenkin osallistuu järjestelmävaihtoehtojen selvittämiseen ja niiden valintaperusteiden määrittämiseen. [2, s. 3.]

Usein suuremmilla tilaajilla, kuten ATT:llä ja YIT:llä, on omat suunnitteluohjeet, mallityöselostukset sekä suunnittelun ja toteutuksen perusteet, joita noudattamalla suunnittelijalla on pääsy useimpiin tarvittaviin lähtötietoihin.

2.3 Luonnossuunnittelu

2.3.1 Ehdotuksen laatiminen

Tässä vaiheessa hankesuunnitelman toimivuus ja mitoitus tarkastetaan. Hankesuunnitelmassa määritellyt lähtötiedot ohjaavat ehdotusvaiheen suunnittelua sekä erityispiirteitä ja tavoitteita teknisille ratkaisuille ja järjestelmille. Tämän lisäksi selvitetään rahoitus- ja toteutusmuoto. [2, s. 3.]

LVIA-suunnittelija osallistuu tässä vaiheessa LVIA-järjestelmävaihtoehtojen selvittämiseen ja niiden valintaperusteiden määrittämiseen. Selvityksen perusteella laaditaan LVIA-järjestelmäselvitys tai -kuvaus. Lisäksi nykyisin rakennusvalvontaviraston vaatima ”LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteet” -asiakirja laaditaan. [2, s. 3.]

2.3.2 Luonnoksen laatiminen

Luonnossuunnitteluvaiheessa mitoittavat tekniset tiedot kootaan ja hankesuunnitelman mukaisuus varmistetaan. Tilaaja päättää alustavasti teknisistä järjestelmistä ja tilantarpeista. [2, s. 5.]

LVIA-suunnittelijan tehtäviin kuuluvat teknisten tilojen sijaintien ja tilantarpeiden määrittäminen, kunnallisten liittymätietojen selvittäminen, tontilla olevien johtojen selvittämien ja alustavien kunnallisteknisten liitoshintojen ilmoittamien rakennuttajalle. LVIA-suunnittelija toimittaa lämmönjako- ja ilmanvaihtokonehuoneen sijainnit sekä alustavat hormivaraukset tilaajalle, arkkitehdille, rakenne- ja sähkösuunnittelijalle. [2, s. 5.]

2.4 Toteutussuunnittelu

2.4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen

Erikoissuunnitelmien luonnokset laaditaan tässä vaiheessa eikä tämän jälkeen tehdä enää suunnitelmamuutoksia. LVIA-suunnittelija laatii tilavaraussuunnitelmat ja toimittaa arkkitehdille hormien mitat, kotelot, alakatot ja pääreitit. LVIA-laitteiden varustetasomäärittäminen tehdään ja hyväksytetään lähtötietolomake tilaajalla. Joskus tilaajalla on myös oma lähtötietolomake, jolloin hyväksyttämistä ei tarvita. Tässä vaiheessa laaditaan myös alustava asemapiirros, jossa määritellään pääputkireitit. [2, s. 5.]

2.4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen

Rakennuslupan hankkimisvaiheessa toimitetaan tarvittavat suunnitelmat ja lomakkeet rakennusvalvontaan. Nykyisin käytetään sähköistä lupapalvelua, johon LVIA-suunnittelija lataa energiaselvityksen ja -todistuksen, KVV-liitoskohtalausunnon sekä LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjan. [2, s. 5.]

Markkinointiasiakirjojen laatimisvaiheessa myyntiesitteen ja rakennustapaselostuksen laatimiseen tarvittavat tekniset tiedot toimitetaan arkkitehdille. Lopuksi tarkastetaan myyntiesitteen ja rakennustapaselostuksen tekninen osa. [2, s. 7.]

2.4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten

Urakkalaskentasuunnitteluvaiheessa laaditaan varsinaiset LVIA-suunnitelmat ja tekniset asiakirjat. Urakkalaskentamateriaalin suunnittelun loppuvaiheessa suunnitelmat yhteensovitetaan muiden suunnittelualojen kanssa. [2, s. 7.]

2.4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

Tässä vaiheessa toteutuksen vaatimat tuotantosuunnitelmien lähtötiedot, tarkennetaan yksityiskohdat ja hyväksytään tuotantosuunnitelmat, esimerkiksi hormi- ja elementti-suunnitelmat. Asukas- ja urakoitsijamuutokset eivät kuitenkaan sisälly tehtäviin. [2, s. 7.]

2.5 Rakennusaikaiset tehtävät

2.5.1 Rakennustyön valvonta

Rakennustyön valvonnan tehtäviä ovat toteutuksen suunnitelmanmukaisuuden varmistaminen, työmaan vaatimien toimenpiteiden suorittaminen, tarkastukset ja katselmukset [2, s. 9].

2.5.2 Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen

LVIA-suunnittelijan tehtävänä on tarkastaa LVIA-urakoitsijoiden lisä- ja muutostyötarjoukset. Tarjoukset kuitataan ja laaditaan lausunnot. [2, s. 9.]

2.6 Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät

2.6.1 Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen

Tässä vaiheessa täydennetään käyttö- ja huolto-ohjeet. Suunnitelmat päivitetään vastaamaan toteutusta, jos niitä ei ole voinut toteuttaa sellaisenaan. Urakoitsija toimittaa suunnittelijalle punakynäpiirroksia, jotka suunnittelija piirtää puhtaaksi. [2, s. 9.]

2.6.2 Vastaanottotarkastukset

LVIA-suunnittelija osallistuu vastaanottotarkastuksiin ja toimintakokeisiin, tarkastaa urakoitsijoiden luovuttaman materiaalin. Tarkastuksista pidetään kirjaa, ja LVIA-suunnittelija kuittaa hänelle osoitetut kohdat tarkastusasiakirjaan ja laatii vastaanottotarkastuksen virhe- ja puuteluettelon. [2, s. 9.]

2.7 Käytönaikaiset tehtävät

LVIA-suunnittelijalla ei ole juurikaan käytönaikaisia tehtäviä. LVIA-suunnittelija osallistuu muiden suunnittelijoiden kanssa takuutarkastukseen. [2, s. 9.]

2.8 Erillistehtävät

Erillistehtävät eivät kuulu automaattisesti suunnittelusopimuksen tehtäväkokonaisuuteen. Tilaaja sopii niistä erikseen suunnittelijan kanssa kirjallisesti. Tällaisia tehtäviä voivat olla esimerkiksi urakoitsijoiden ja laitetoimittajien pyytämien muutosten päivittäminen suunnitelmiin, sopimukseen kuulumattomiin kokouksiin osallistuminen ja asiakasmuutosten suunnittelu. [2, s. 11.]

3 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18

RT-kortissa RT 10-11290 ”Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18” on määriteltä taloteknisen suunnittelutehtävien sisältö ja laajuus. Tehtäväluettelon on tarkoitus mahdollistaa hankekohtaisesti taloteknisten suunnittelutehtävien suorittajien valinta. Luetteloa voidaan käyttää niin uudis- kuin korjaushankkeissa sekä erilaisten rakennusten ja järjestelmien suunnittelussa, kaikkien hankinta- ja palkkiomuotojen kanssa. Tehtäväluetteloä käytetään suunnittelijan tehtävälaajuuden määrittelyssä, suunnittelukokonaisuuden hallinnassa sekä osana suunnittelun laadunvarmistusta. Tehtäväluettelo liitetään suunnittelusopimukseen. [3, s. 1.]

”Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18”:ssa on tunnistettu seuraavat tehtäväkokonaisuudet ja niiden lopputuotteet:

- tarveselvitys → hankepääätös
- hankesuunnitelma → investointipääätös
- suunnittelun valmistelu → suunnittelupääätös (suunnittelun käynnistäminen)
- ehdotussuunnittelu → valittu ehdotussuunnitelma
- yleissuunnittelu → hyväksytyt yleissuunnitelma ja pääpiirustukset
- rakennuslupatehtävät → rakennuslupa
- toteutussuunnittelu → hyväksytyt toteutussuunnitelmat
- rakentamisen valmistelu → rakentamispääätös
- rakentaminen → vastaanottopääätös
- käyttöönotto → rakennuksen käyttöön ottaminen
- takuu aika [3, s. 1].

3.1 Tarveselvitys

Tarveselvityksessä esitellään rakentamisen tarpeellisuus tai olemassa olevan rakennuksen muutostarve. Samalla kuvataan alustavat tarvittavat tilat ja niiden vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet ja tehdään ratkaisusta kustannusarvio. [3, s. 3.]

Tarveselvitysvaiheessa taloteknisen suunnittelijan tehtävät ovat alustavia tehtäviä, esimerkiksi olosuhde-, toiminnallisuus- ja turvallisuusvaatimusten selvittämistä ja karkeita tilantarveluonnoksia. Lisäksi erilaiset kustannusarviot ovat mahdollisia. [3, s. 3.]

Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytyt tarveselvitys ja hankepääätös [3, s. 3].

3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa lyödään lukkoon rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankeselvityksen lähtötietoina ovat käyttäjien ja omistajien tavoitteet. Hankeselvityksessä on kaksi osaa: rakennuspaikan rakennuskelpoisuuden selvitys ja suunnittelutavoitteiden listaus tai suunnitteluohje. [3, s. 4.]

Hankesuunnitteluvaiheessa taloteknisen suunnittelijan tehtävät ovat avustavia tehtäviä, jotka liittyvät esimerkiksi tontin tai rakennuksen rakennettavuuden selvittämiseen, kohteen energiankulutuksen, ympäristökuormitusten ja olosuhteiden tavoitearvojen määrittelyyn sekä taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelyyn ja sovittamiseen hankkeen tavoitteisiin. Lisäksi tehtäviin voi sisältyä myös taloteknisen kustannusarvion laadinta. [3, s. 4.]

Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta, sekä investointipäätös [3, s. 4].

3.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan suunnittelu, järjestetään suunnittelun kilpailuttaminen, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Suunnittelun valmistelu sisältää suunnittelijan omaan tarjoukseen liittyvät tehtävät ja oman toimeksiannon suunnittelun. Vaiheen tuloksena syntyy suunnittelupäätös ja itse suunnittelu alkaa. [3, s. 5.]

3.4 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa selvitetään tekniset vaihtoehdot, joiden avulla tilaajan asettamat tavoitteet voidaan toteuttaa. Tarkoituksena on selvittää ja vertailla useita vaihtoehtoisia ratkaisuja. Vaiheen tuloksena syntyy valittu ehdotussuunnitelma. [3, s. 9.]

3.5 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnitelmasta jalostetaan toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Yleissuunnitteluvaiheessa varmistetaan, että asetetut tavoitteet on saavutettu ja jatkosuunnittelu etenee tavoitteiden mukaisesti. Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset. [3, s. 13.]

3.6 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyt. Lopulta laaditaan lupahakemus kaikkine tarvittavine asiakirjoinen. Vaiheen tuloksena syntyy rakennuslupa-asiakirjat. [3, s. 17.]

3.7 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankintojen edellyttämiksi teknisiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnittelu jakautuu kahteen vaiheeseen, joiden tuloksina ovat hankintoja palvelevat suunnitelmat ja toteutusta palvelevat suunnitelmat. Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytyt toteutussuunnitelmat. [3, s. 18.]

3.8 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan urakoitsijat, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään sekä urakka- että hankintasopimukset. Suunnittelijan tehtävät ovat täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan rakentamisvalmius. Vaiheen tuloksena syntyy rakentamispäätös. [3, s. 23.]

3.9 Rakentaminen

Rakentamisessa varmistetaan sopimusten mukainen toteutus, tavoitteet ja vaatimukset täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanottotarkastuksessa. Vaiheen tuloksena syntyy vastaanottopäätös ja urakan vastaanotto. [3, s. 24.]

3.10 Käyttöönotto

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus. Vaiheen tuloksena rakennus otetaan käyttöön. [3, s. 26.]

3.11 Takuu aika

Takuuajana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet [3, s. 28].

4 Prosessiajattelu

Prosessi määritellään ketjuksi toisiinsa kytkeytyviä toimintoja ja niiden toteutukseen vaadittuja resursseja. Prosessi alkaa asiakkaan tarpeesta ja päättyy tarpeen tyydyttämiseen esimerkiksi lopputuotteen tai palvelun toimittamisella asiakkaalle. Prosessiajattelussa työ suunnitellaan siten, että työlle syntyy luonnollinen suoritusjärjestys ja vaiheiden määrä minimoidaan. Eliminoimalla lisäarvoa tuottamattomat vaiheet saavutetaan entistä parempi lopputuote. Lisäksi prosessiajattelu auttaa henkilöstöä ymmärtämään ja hallitsemaan kokonaisuutta. [4.]

Tässä opinnäytetyössä prosessit on jaettu kahteen ryhmään: ydinprosesseihin ja tukiprosesseihin. Ydinprosessit ovat prosesseja, jotka alkavat asiakkaan tarpeesta ja päättyvät asiakkaalle luovutettavaan lopputuotteeseen tai palveluun. Tukiprosessit ovat ydinprosessin vaiheita, jotka tukevat ja luovat toimintaedellytykset ydinprosesseille.

4.1 Ydinprosessit

Ydinprosessit ovat yrityksen keskeistä tekemistä. Ne tuottavat asiakkaalle lisäarvoa, joka tuottaa taas yritykselle tulosta. Ne ovat toistuvia tapahtumaketjuja, joilla on aina alku ja loppu. Ydinprosesseille on tunnistettavissa aina lopputuote, joka luovutetaan asiakkaalle. [5, s. 15–16.]

Tässä opinnäytetyössä ilmanvaihtosuunnittelun ydinprosesseiksi on tunnistettu luonnos- ja tilavaraussuunnittelu, alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen, suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten, täydentävien suunnitelmien laatiminen sekä rakentamisaikaset ja käyttöönoton tehtävät.

4.2 Tukiprosessit

Kun ydinprosessit palvelevat aina ulkoista asiakasta ja niistä syntyy lopputuote, niin tukiprosessit taas ovat yrityksen sisäisiä prosesseja [6, s. 130]. Ne tukevat ydinprosesseja nimensä mukaisesti ja luovat edellytykset ydinprosessin toiminnalle. Ne eivät ole vähäpätöisempiä kuin ydinprosessit, mutta ne eivät ole kuitenkaan yrityksen toiminnan varsinaisen tarkoitus, vaan ne mahdollistavat yrityksen tehokkaan toiminnan. Ne voidaan nähdä siis ydinprosessin alaprosesseina. [7, s. 118.]

Tässä opinnäytetyössä ilmanvaihtosuunnittelun tukiprosessit on esitetty seuraavan luvun ”Ilmanvaihdon suunnitteluprosessit” ydinprosessien alaotsikkoina.

5 Ilmanvaihdon suunnitteluprosessit

Seuraavissa alajaksoissa on esitetty ilmanvaihdon suunnitteluprosessit, jotka on koostettu RT-korttia RT 10-10827 ”Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH” ja RT-korttia RT 10-11290 ”Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18” hyödyntäen. Myös prosessiajattelun termistöä ja ideoita on sovellettu ilmanvaihtosuunnitteluprosessin määrittelyssä. Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheet sekä käytönaikaiset

tehtävät on jätetty pois prosesseista, koska asuinkerrostalon LVIA-suunnitteluprosessissa ei ole yleensä tehtäviä näissä vaiheissa.

5.1 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu voidaan aloittaa, kun projektin aloituspalaveri on pidetty ja kohteesta on saatu arkkitehtisuunnitelmat dwg-muodossa. Lisäksi kohteesta on oltava tarvittavat lähtötiedot joko lähtötietoluetteloon täytettynä (ks. liite 1) tai tilaajan omista materiaaleista.

Ilmanvaihtosuunnittelun kannalta tärkeimpiä suunnitteluratkaisuihin vaikuttavia lähtötietoja ovat seuraavien kysymysten tiedot:

- Tuleeko kohteeseen keskitetty vai huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä?
- Miten liesikuputehostuksen tuloilmakompensaatio toteutetaan?
- Mitä sisäilmaluokkaa tavoitellaan?
- Yritetäänkö hyödyntää seinäulospuhallusta?

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelun lopputuotteena aikaansaadaan luonnossuunnitelmat ja tarvittavat tilantarpeet muiden suunnittelualojen käyttöön.

5.1.1 Alustavat ilmamäärälaskelmat, konetunnukset ja palvelualueet

Ilmanvaihtosuunnittelijan ensimmäinen tehtävä asuinkerrostalon suunnittelussa on alustavien ilmamäärälaskelmien teko. Ilmamäärälaskelmia tehtäessä on huomioitava, että tilaajalla saattaa olla poikkeavat ohjeet Talotekniikkainfon ”Sisäilmasto ja ilmanvaihtoppaan” ja Finvacin ”Oppaan asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoittamiseen” vastaavista. On myös pantava merkille, jos tilaajan ohjeet poikkeavat Talotekniikkainfon ohjeistuksesta huonompaan suuntaan. Tällöin on syytä ilmoittaa tilaajalle poikkeavuuksista ja tiedustella rakennusvalvontavirastolta lupaa tällaisiin poikkeamiin. Jos tilaajalla ei ole ohjeistuksia, noudatetaan Talotekniikkainfon ohjeita.

Yleensä kun tilaajalla on poikkeavia ohjeita, tavoitellaan joko S1- tai S2-sisäilmaluokkia. Silloin nämä poikkeukset koskevat lähinnä asuinhuoneita, jolloin ulkoilmavirtamitoitus on täysin henkilömäärään perustuva. Taulukossa 1 on esitetty Sisäilmaluokituksen asuintilojen ulkoilmavirtojen mitoitussarvot.

Taulukko 1. Sisäilmaoppaan asuintilojen ulkoilmavirtojen mitoitussarvot [8, s. 17].

Käyttötilanne	Yksikkö	S1	S2	S3
Normaali käyttö	dm ³ /s, hlö	10	8	6
Tehostustilanne, asuntokohtainen suurennusmahdollisuus	%	30	30	30
Käyttöajan ulkopuolinen perusilmanvaihto	dm ³ /s, m ²	0,2	0,2	0,15

Projektin aikataulutuksen takia ilmamäärälaskelmia voidaan joutua tekemään hyvinkin keskeneräisillä arkkitehtipohjilla. Silloin voidaan käyttää apuna taulukon 2 ilmamääriä. Taulukossa on esitetty vähimmäisulkoilmavirrat pinta-alan ja asuinhuoneiden perusteella. Täytyy kuitenkin muistaa, että erillisvessojen, vaatehuoneiden ja saunojen lisääminen arkkitehtikuviin lisää myös ilmamääriä. Lisäksi täytyy selvittää, suunnitellaanko ilmamäärät tasapainoon vai lievästi alipaineiseksi. Talotekniikkainfon ”Sisäilmasto ja ilmanvaihto-oppaan” mukaan tavanomaisen rakennuksen ilmamäärät suunnitellaan yleensä yhtä suuriksi. Toisaalta samaisessa tekstissä on maininta, että tilat, joissa on merkittäviä sisäisiä kosteuskuormia, kuten asuinhuoneistot, suunnitellaan ulkoilmaan nähden lievästi alipaineisiksi (2–5 Pa) [9]. Finvacin ”Oppaassa asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen” on myös otettu kantaa rakennuksen paine-eroihin. Oppaan mukaan ulko- ja ulospuhallusilmavirrat mitoitetaan yleensä yhtä suuriksi käyttötilanteessa. Rakennus ei saa olla jatkuvasti ylipaineinen eikä paine-ero vaipan yli saa olla yli 5 Pa tavanomaisissa olosuhteissa. [10, s. 5.]

Taulukko 2. Asunnon vähimmäisulkoilmavirta normaalikäytön aikana [10, s. 5].

Pinta-ala (m ²)	Ulkoilmavirta (dm ³ /s)					
	1 ah	2 ah	3 ah	4 ah	5 ah	6 ah
20	18					
30	18					
40	18	20				
50	18	20				
60		21	28			
70		25	28			

80		28	28	36		
100			35	36	44	
120			42	42	44	52
150				53	53	53

Asunto-osastollamme on ollut nyrkkisääntönä, että asunnot suunnitellaan lievästi alipaineiseksi. Ulkoilmavirta on 90–95 % ulospuhallusilmavirrasta. Myös ATT:n suunnitteluohjeessa on maininta, että asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan 5 % tuloilmavirtoja suuremmiksi [11, s. 19]. Lisäksi muillakin tilaajilla on vastaavia ohjeistuksia paineisuudesta.

Jos arkkitehtikuvat ovat siinä vaiheessa, että niissä on esitetty asuntojen huoneet ja niiden käyttötarkoitus, voidaan hyödyntää taulukon 3 ilmamääriä. Huomioitavaa taulukossa on, että nykyohjeistuksissa ei ole otettu kantaa keittiöön, jossa ei ole mahdollisuutta tehostaa poistoilmanvaihtoa liesikuvusta. Tällainen tilanne on esimerkiksi silloin, kun halutaan käyttää aktiivihiihliesikupua ja perusilmanvaihto toteutetaan normaalilla poistoilma-venttiilillä. Tällöin keittiön käyttötilanteen poistoilmavirta on mitoitettava ilmamäärään $-20 \text{ dm}^3/\text{s}$, jotta 1,3-kertaisessa tehostustilanteessa ilmamäärä olisi vähintään $-25 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Taulukko 3. Asunnon tilojen normaalin käyttötilanteen ulkoilma- ja poistoilmavirrat [10, s. 6].

Huonetila	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)	Poistoilma- virta (dm ³ /s)	Huomautus
Suurin tai ainoa makuuhuone tai yli 11 m ² makuuhuone	12		
Muut makuuhuoneet	8		
Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 22 m ² , ei kuitenkaan keittiö	8		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 22 m ² , ei kuitenkaan keittiö	0,35 dm ³ /s, m ²		Ulkoilma voidaan osittain korvata siirtoilmalla makuuhuoneesta.
Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekkekeittiö		8 (25)	Liesikuvun/keittiötilan ilmavirran tulee tehostustilanteessa olla vähintään 25 dm ³ /s. Ulkoilman saannista tehostuksen aikana on huolehdittava. Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta
Kylpyhuone WC:llä tai ilman		10	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Erillinen WC		7	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Vaatehuone		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Varasto		6	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Huoneistos sauna	6	6	
Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoitohuone		8	Ulkoilma voidaan korvata siirtoilmalla asuinhuoneesta.
Tekninen tila		3	Mitoitetaan lämpökuorman mukaan, vähintään 3 dm ³ /s.

Asuinkerrostalossa on myös erilaisia yhteistiloja, joiden vähimmäisilmamäärät ovat esitetty taulukossa 4. Huomionarvoista on, että talosaunan pesuhuoneen ja kerhotilan mitoitusperusteet ovat muuttuneet rakentamismääräyskokoelman osan D2 vastaavista. Aikaisemmin talosaunan pesuhuoneen mitoitus perustui pinta-alaan, ja kerhohuoneen ilmamäärä 1 dm³/s, m² edellytti tuuletusmahdollisuutta. Lisäksi talosaunan pesuhuoneen ulkoilmavirran korvaamisesta siirtoilmalla ei ollut mainintaa. [12, s. 25.]

Taulukko 4. Asuinkerrostalon yhteistilojen käytönaikaiset vähimmäisilmavirrat [10, s. 7].

Huonetila	Ulkoilmavirta (dm ³ /s, m ²)	Poistoilmavirta (dm ³ /s, m ²)	Huomautus
Porrashuone	0,5 1/h	0,5 1/h	Ilmavirtoja voidaan säätää pienemmäksi talvella.
Varastot	0,35	0,35	
Talosaunan löylyhuone	2	2	
Talosaunan pesuhuone	16 dm ³ /s, suihku tai siirtoilma	16 dm ³ /s, suihku	
Talosaunan pukuhuone	2	2	
Talopesula	1	1	Ilmavirrat voidaan mitoittaa myös lämpökuorman mukaan.
Kuivaushuone	2	2	Ilmavirrat voidaan mitoittaa pienemmäksi, jos käytetään ilman-kuivainta.
Kerhotila ja muut yhteiset oleskelutilat	1	1	Kuitenkin vähintään 12 dm ³ /s.
Aulat ja käytävät	0,35	0,35	

Taulukkoon 5 on kerätty muita tiloja, joita esiintyy useissa eri rakennustyypeissä, myös asuinkerrostaloissa.

Taulukko 5. Asuinkerrostalossa usein esiintyvien tilojen vähimmäisilmavirtoja [13, s. 22–23; 14, s. 14; 15, s. 5].

Tila/käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta (dm ³ /s, hlö)	Ulkoilmavirta (dm ³ /s, m ²)	Poistoilmavirta (dm ³ /s, m ²)	Huomaus
Liiketila				Ilmamäärät vaihtelevat suuresti käyttötarkoituksen mukaan. Käyttötarkoitus selvitettävä tilaajalta.
WC			20 dm ³ /s, WC-istuim	Esim. liiketilan tai kerhotilan WC.
Hissikuilu	4		8	
Ryömintätila			0,5 l/h	
Radoninpoisto			0,05	0,13 dm ³ /s, m ² : toiminnan tehostus. Pinta-alalla tarkoitetaan rakennuksen maanvastaista lattia- ja seinäpinta-alaa.
Jätehuone			5	
Jäähdytetty jätehuone			2	
Sähkö- ja telineilat			0,35	Lämpötilan hallinta saattaa vaatia suurempaa ilmanvaihtoa.
Talomuuntamo			420 dm ³ /s, 1 kpl öljyeristeisiä muuntajia 700 dm ³ /s, 2 kpl öljyeristeisiä muuntajia	Helen sähköverkko Oy:n mukaiset minimiilmamäärät. Muiden sähköyhtiöiden ilmamäärät selvitettävä erikseen.
Lämmönjakohuone			0,35	Lämpötilan hallinta saattaa vaatia suurempaa ilmanvaihtoa.
Ilmanvaihtokonehuone			0,35	Lämpötilan hallinta saattaa vaatia suurempaa ilmanvaihtoa.

Kun ilmamäärälaskelmat ovat valmiit, ne on toimitettava energialaskijalle. Laskelmien valmistuttua valitaan konetunnukset eri palvelualueita palveleville ilmanvaihtokoneille. Jos tilaajalla ei ole omaa ohjeistusta koneiden positioinneille, voidaan käyttää seuraavaa ohjeistusta:

- 300 ilmanvaihtojärjestelmät, yleinen
- 301–330 ilmanvaihtojärjestelmät / tuloilmakoneet
- 331–340 tekniset tilat

- 341–350 varalla
- 351–360 varalla
- 361–370 varalla
- 371–380 kohdepoistojärjestelmät
- 381–399 varalla.

Huoneistokohtaisella järjestelmällä varustetussa asuinkerrostalossa voisi siis olla seuraavia kojeistotunnuksia ja palvelualueita:

- 301.A1 asunnon A1 ilmanvaihtokone
- 301.B50 asunnon B50 ilmanvaihtokone
- 302 porrashuoneen ilmanvaihtokone
- 303 kerhotilan ilmanvaihtokone
- 331 lämmönjakohuoneen yllämmönpoisto
- 332 muuntamon yllämmönpoisto
- 371 ryömintätilan tuuletus.

Palvelualueiden määrittämisessä on selvitettävä eri tilojen käyttötarkoitukset. Omat ilmanvaihtokoneet valitaan sellaisille tiloille, joiden käyttäjät ja tehostustavat poikkeavat rakennuksen pääilmanvaihtokoneen vastaavista. Esimerkiksi kerhotilojen ilmanvaihtoa tehostetaan läsnäolon perusteella ja saunaosaston kosteuden perusteella. Myös poistumisteiden ja uloskäytävien ilmanvaihto toteutetaan omilla koneilla paloteknisistä syistä. Savukaasujen leviäminen ilmanvaihtolaitteiston kautta rakennuksen uloskäytäviin estetään varustamalla kukin uloskäytävä omalla ilmanvaihtolaitteistolla. [16.]

Jos asuinkerrostalossa on keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä, mutta ilmanvaihtokonehuone ei sijaitse kaikkien palvelemiensa tilojen yläpuolella, joudutaan samassa tasossa sijaitsevat tilat varustamaan omilla ilmanvaihtojärjestelmillä. [16.]

Ilmamäärälaskelmien jälkeen voidaan mitoittaa myös hormit. Hormimitoituksissa pitää olla selvillä, mitä hormityyppejä käytetään. Yleisimpiä asuinkerrostaloissa käytettäviä hormityyppejä ovat betonihormielementit ja kylpyhuone-elementtien yhteydessä olevat hormit. Betonihormielementtejä mitoittaessa on huomioitava valmistajan ohjeet suojaetäisyyksistä sekä tarvittavat eristeet kanaviin. Betonihormielementeissä käytetään

tulo-, ulospuhallus- ja ulkoilmakanavissa solukumieristettä. Kevytrakenteisissa hormoneissa, myös kylpyhuone-elementin ohessa olevissa hormoneissa, on huomioitava pa-loeristeiden tilantarve.

Hormiin sijoitettavat kanavat voidaan mitoittaa joko painehäviön 1 Pa/m tai kanavanopeuden perusteella. Kanavanopeusmitoituksessa voidaan hyödyntää SFP-oppaassa esitettyjä arvoja, jotka on esitetty taulukossa 6. Taulukon 6 arvoilla kanavista tulee hiukan väljempää kuin painehäviöperusteisella mitoituksella.

Taulukko 6. SFP-oppaan mukaiset suurimmat suositellut kanavanopeudet eri kanavahalkaisijoille [17, s. 14].

Kanavahalkaisija (mm)	Maksiminopeus (m/s)
≤ 160	2,5
200	3
315	4
400	4,5
500	5
630	6
800	7
Asuntojen huonekanavat	2

5.1.2 Koneajot ja ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraukset

Ilmamäärälaskelmien, konetunnusten ja palvelualueiden määrittämisen jälkeen voidaan valita kohteeseen sopivat ilmanvaihtokoneet. Ilmanvaihtokoneen valintaan vaikuttavat tilaajan vaatimukset, energialaskennan tavoitteet, käytettävissä oleva tila ja poistoilman liikaisuus.

Yleensä asuntokohteissa tilaaja määrittelee, toteutetaanko kohde joko keskitetyllä tai huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla. Lisäksi tilaaja voi vaikuttaa koneen valmistajan valintaan ja lämmöntalteenottotyyppiin. Suunnittelijan on selvitettävä, käytetäänkö sähköistä etulämmityspatteria ja onko jälkilämmityspatteri sähköinen tai vesikiertoinen.

Vastavirtalämmönsiirrin on yleisin lämmöntalteenottojärjestelmä asuinkerrostalojen ilmanvaihtokoneissa. Niillä saavutetaan helposti Euroopan komission ekosuunnitteluasetuksen vuonna 2018 voimaan astunut määräys, jonka mukaan muiden kuin nestekiertoisten lämmöntalteenottojärjestelmien lämpötilahyötysuhteen on oltava vähintään 73 %. Nestekiertoisten lämmöntalteenottojärjestelmien lämpötilahyötysuhteen on sen sijaan oltava vähintään 68 %. Vastavirtalevylämmönsiirrintä valittaessa on huomioitava, että poistoilmavirran täytyy kulkea alaspäin kondenssiveden poistumisen takia ja ilmanvaihtokone vaatii ulkoilman esilämmityksen tai huurtumisestoautomaatiikan huurtumisvaaran eliminoimiseksi. [18; 19.]

Ilmanvaihtokonetta valittaessa on huomioitava myös vaatimukset ominaissähköteholle eli SFP-luvulle. SFP-lukuvaatimuksia on kaksi: ekosuunnitteluasetuksen mukainen SFP_{int} ja ympäristöministeriön asettama SFP. SFP_{int} koskee ainoastaan ilmanvaihtokonetta ja sen määräysten mukaisuutta. Siinä huomioidaan vain suodattimien ja lämmöntalteenoton aiheuttamat painehäviöt. SFP_{int} -luvun on oltava vähintään $1,3 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä varustetuissa ilmanvaihtokoneissa ja $0,8 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ muilla kuin nestekiertoisilla. Ympäristöministeriön asettama SFP-lukuvaatimus on $1,8 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ koneelliselle tulo- ja poistoilmajärjestelmälle ja $0,9 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ koneelliselle poistoilmajärjestelmälle. SFP-luvussa huomioidaan koko ilmanvaihtojärjestelmä kanavineen ja päätelaitteineen. SFP-lukuvaatimus ei ole siis konekohtainen, vaan rakennuksen kaikki ilmanvaihtokoneet huomioidaan laskennassa. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksessa saa olla koneita, jotka eivät täytä ympäristöministeriön asettamaa SFP-lukuvaatimusta, mutta SFP_{int} -lukuvaatimuksen on silti täytyttävä yksittäistenkin koneiden osalla. [18; 19; 20, s. 14.]

Kun lämmöntalteenottotyyppi on valittu ja muut lähtötiedot on saatu, voidaan mitoittaa ilmanvaihtokone. Monilta ilmanvaihtokonevalmistajilta löytyy helppokäyttöinen mitoitusohjelma, josta saa tarvittavat tulosteet ja CAD-objektit. Koneajoa tehdessä tulee tarkastaa ohjelman mitoituslämpötilat ja olosuhteet. Taulukossa 7 on esitetty kokemusperäisesti hyväksi havaitut mitoitustiedot Etelä-Suomeen rakennettavalle asuinkerrostalolle.

Taulukko 7. Mitoitusolosuhteet Etelä-Suomeen (alue I) rakennettavalle asuinkerrostalolle.

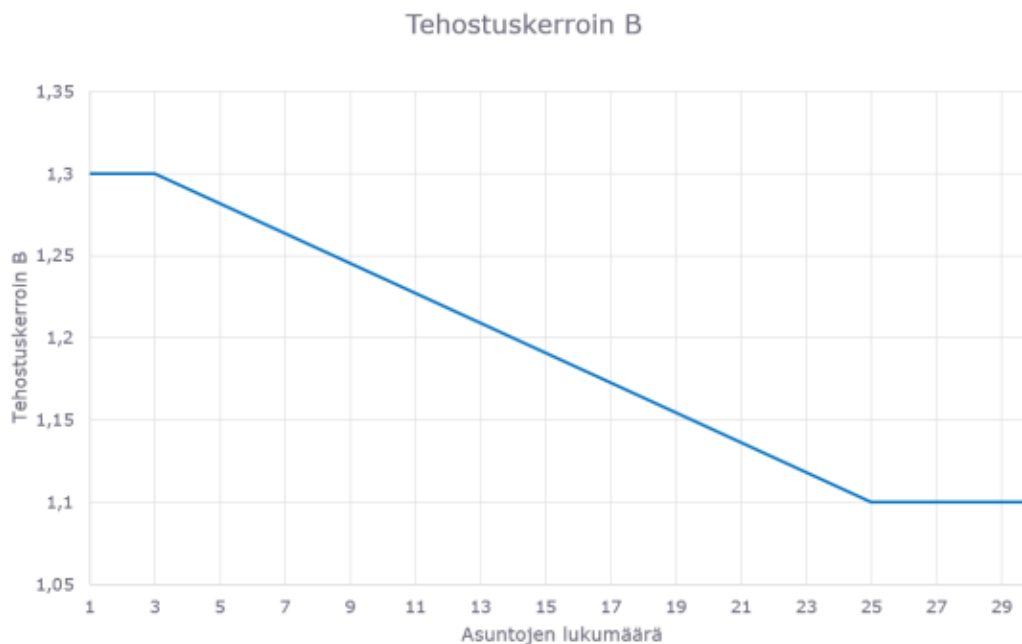
	Kesä	Talvi
Ulkoilman lämpötila (°C)	27	-26
Ulkoilman suhteellinen kosteus (%)	55	90
Tuloilman lämpötila (°C)	17	18
Tuloilman suhteellinen kosteus (%)	50	40
Poistoilman lämpötila (°C)	25	22
Poistoilman suhteellinen kosteus (%)	55	30

Lisäksi Ilmanvaihtokonetta mitoittaessa pitää huomioida tehostusvara. Ilmanvaihdon tulee olla tehostettavissa 1,3-kertaiseksi. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että asukkaista kaksi kolmasosaa tehostaa ilmanvaihtoaan 1,3-kertaiseksi. Painehäviö kasvaa tehostettaessa ilmamäärän tehostuskertoimen neliöön puhallinlakien mukaisesti.

Talotekniikkainfossa on esitetty myös tehostuskerroin, jota voidaan hyödyntää tehostusvaran laskennassa, mikäli asuinrakennuksen ilmanvaihdon tehostusta voidaan ohjata asuinhuoneistokohtaisesti. Tehostuskerroin simuloi tehostustarpeiden eriaikaisuutta ja pyrkii täten välttämään ilmanvaihtojärjestelmän tarpeettoman ylimitoituksen. Tehostuskerroin B sijoitetaan kaavaan 1, jossa V_{ka} on käyttöajan ilmavirta ja V_{mit} tehostustilanteen ilmavirta. Tehostuskerroin saadaan kuvasta 2, kun tiedetään palveltavien asuntojen lukumäärä. [9.]

(1)

$$V_{mit} = B \times V_{ka}$$

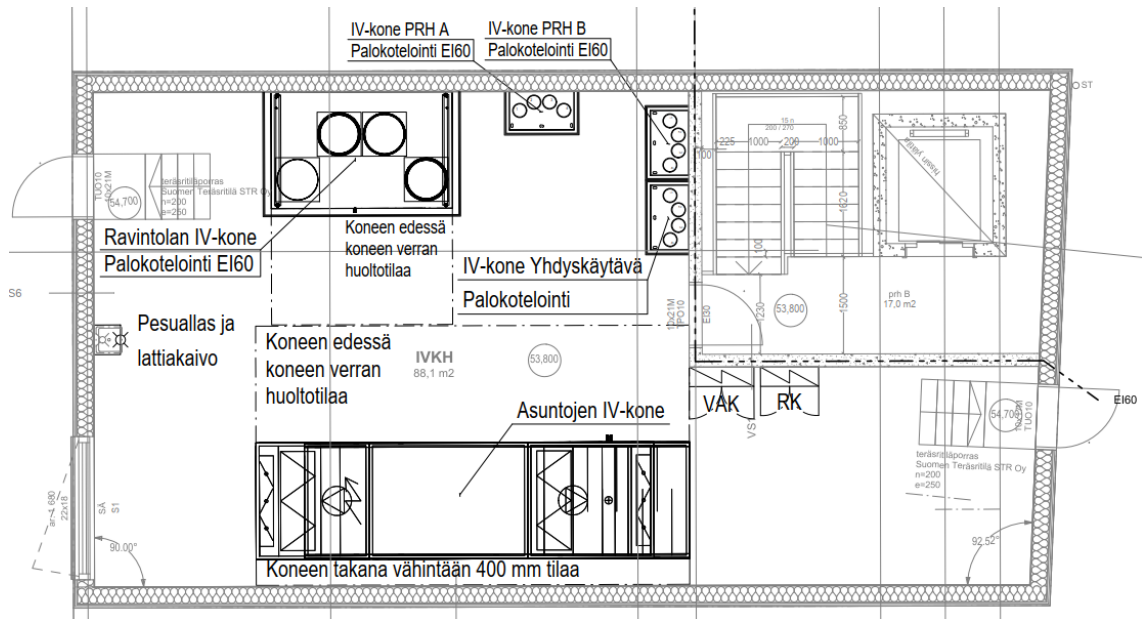


Kuva 2. Asuntokohtaisella ilmanvaihdon tehostuksella varustetun asuinrakennuksen keskitetyn ilmanvaihdon tehostuskerroin [9].

Ilmanvaihtokoneen lämmityspatteria mitoittaessa on meno- ja paluuvien lämpötila tarkastettava vastaamaan projektin lähtötietoja. Jos kohde on liitetty kaukolämpöön, ilmanvaihtolämmitysverkon lämpötilat ovat yleensä 60/30 °C. Jos kohteessa on maalämpö, lämpötilat ovat yleensä 45/30 °C. Lämmöntalteenotossa kannattaa huomioida 5 °C:n limitys, jotta jälkilämmityspatterin teho ei jää liian pieneksi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jälkilämmitys ylimitoitetaan 5 °C:lla. Jos kohteeseen tulee vastavirtalevyylämmönsiirrin, selvitetään sähköisen etulämmityspatterin tarve. Sähköinen etulämmityspatteri mitoittetaan lämmittämään ulkoilma –26 °C:sta –18 °C:seen.

Koneajosta saadaan koneen mitat ja koneet voidaan nyt sijoittaa arkkitehdin ehdottamaan ilmanvaihtokonehuoneeseen. Koneita sijoitettaessa on huomioitava koneiden vaatimat huoltotilat sekä koneen eteen että kanavointien vaatima tila koneen päälle ja sivuille. Lisäksi isoissa moduulirakenteisissa koneissa tulee jättää vähintään 400 mm tilaa koneen taakse. [12, s. 21.]

Kuvassa 3 on esitetty arkkitehdille lähetettävä tilavaraussuunnitelma ilmanvaihtokoneesta. Huoneeseen on sijoitettu asuntoja ja yleisiä tiloja palveleva kone, ravintolan ilmanvaihtokone sekä poistumisteitä palvelevat ilmanvaihtokoneet. Lisäksi valvonta-alakeskuksen, ryhmäkeskuksen ja pesualtaan sijoitukset on esitetty. Kohdekohtaisesti ilmanvaihtokonehuoneessa saattaa olla myös muita laitteistoja. Näitä voi olla esimerkiksi jäähdytysverkoston kylmävesiasema tai aurinkosähkön laitteisto.



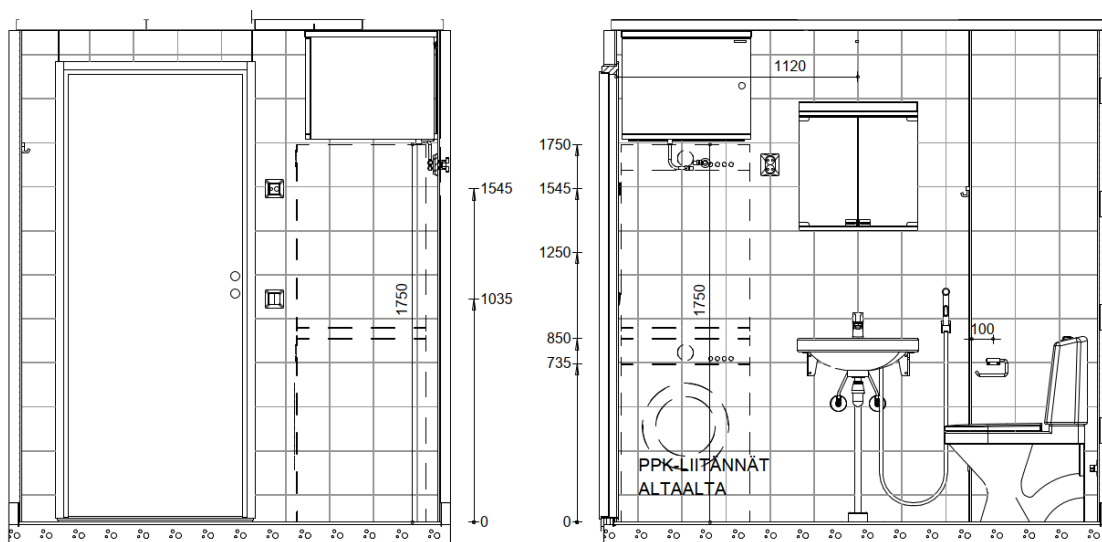
Kuva 3. Ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraussuunnitelma.

Muita palo-osastoja palvelevat koneet on palokoteloitu, jotta tulipalotilanteessa palo ei pääse kanaviston kautta leviämään osastosta toiseen. Palokoteloineista on hyvä tiedottaa arkkitehdille aikaisessa vaiheessa, jotta palokoteloinnit päätyvät myös arkkitehdin suunnitelmiin.

Valvonta-alakeskusten ja ryhmäkeskusten eteen tulee jättää riittävä, vähintään metrin huoltotila. Ilmanvaihtokoneiden eteen on jätettävä vähintään ilmanvaihtokoneen kokoinen huoltotila. Huoltotila koneiden välillä voi olla myös yhteinen. Ilmanvaihtokoneiden kanavoinneille on jätettävä riittävä tila. Moduulirakenteisen koneen taakse tulee jättää vähintään 400 mm tilaa. Yleensä suurelle moduulirakenteiselle riittää n. 2 metrin tila koneen päihin kanavoiteja varten. Ilmanvaihtokonehuoneen korkeuden tarve vaihtelee, mutta yleensä 3 metrin vapaakorkeus riittää.

Jos kohteeseen valitaan huoneistokohtainen ilmanvaihto, ilmanvaihtokoneiden valinnassa on tärkeintä huomioida koneiden äänitaso. Nykyisissä määräyksissä ei ole maksimiäänitasoarvoa kylpyhuoneisiin sijoitettavalle LVI-tekniikalle, mutta vanhan D2:n mukaisia arvoja on hyvä noudattaa yhä uusissa rakennuksissa. Koneen vaipan läpäisevä äänitaso saa olla yhtäjaksoisesti maksimissaan 38 dB(A) ja hetkellisesti maksimissaan 43 dB(A) [12, s. 25]. On hyvä myös huomioida, että kylpyhuoneen pinnat ovat sellaiset, että huoneabsorptio on negatiivista, ohjearvoltaan $-4...-7$ dB(A). Tämä tarkoittaa sitä, että vaimennuksen sijaan äänenpainetaso huoneessa kasvaa [21, s. 25].

Huoneistokohtaisen ilmanvaihtokoneen sijoituksessa tulee myös huomioida tilantarve. Yleensä ilmanvaihtokone halutaan sijoittaa pesutornin päälle. Tällöin normaalilla 2 250 mm:n alakattokorolla jää todella pienet toleranssit ilmanvaihtokoneen kondenssiviemäriin asennukseen. Kuvassa 4 on esitetty kylpyhuoneen naamakuva, joka havainnollistaa tilan ahtautta.



Kuva 4. Kylpyhuoneen naamakuva, jossa ilmanvaihtokone on sijoitettu pesutornin päälle.

5.1.3 Ilmanvaihtokoneiden alustavat sijoitukset

Asuinkerrostalossa, joka on varustettu huoneistokohtaisella ilmanvaihtojärjestelmällä, tulee erityisesti huomioida yleisten tilojen ja porrashuoneiden ilmanvaihtokoneiden sijoitukset. Yleensä ne yritetään sijoittaa palvelemaansa tilaan, jotta säästyttäisiin palopel-

leitä ja paloeristeitä. Porrashuoneiden ilmanvaihtokoneita on yleensä haastavaa sijoittaa porrashuoneeseen, joten ne pitää sijoittaa muihin tiloihin, esimerkiksi varastotiloihin. Tällöin tulee huomioida asianmukaiset palokoteloinnit ilmanvaihtokoneelle.

Suuremman ulkoilmamäärän vaativien tilojen, kuten liiketilojen ja suurempien saunasastojen, ilmanvaihtokoneiden vaipan läpi tuleva ääni voi olla yllättävänkin kova. Tämän takia nämä ilmanvaihtokoneet tulee koteloida asianmukaisella tavalla. Koneajoista selviää ilmanvaihtokoneen ympäristöön ja kanaviin kantautuva äänitasot.

Asuinkerrostalossa, joka on varustettu keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä, on ilmanvaihtokoneiden sijoittaminen yleensä helpompaa. Pienemmät ilmanvaihtokoneet voidaan sijoittaa palvelemissa tiloihin, mutta suuremmat ja kovaäänisemmät koneet sekä porrashuoneiden ilmanvaihtokoneet on hyvä sijoittaa ilmanvaihtokonehuoneeseen.

Kaikissa tapauksissa ilmanvaihtokoneet olisi hyvä sijoittaa vesilukollisen viemäripisteen läheisyyteen, jotta kondenssivesiviemärointi voidaan toteuttaa helposti. Jos tämä ei ole mahdollista, voidaan ilmanvaihtokoneen läheisyyteen suunnitella erikoisvesilukollinen lattiakaivo tai erityistapauksissa kytkeä kondenssivesiviemäri sadevesiviemäriin.

Kun ilmanvaihtokoneille on löydetty paikat, tulee ne toimittaa arkkitehdille. Ilmanvaihtokoneet voivat viedä yllättävänkin paljon tilaa yhteistiloista, joten arkkitehdin on huomioitava nämä tilantarpeet rakennuslupa-aineistossaan. Lisäksi tarvittavat koteloinnit palonkestoineen on hyvä toimittaa ajoissa arkkitehdille, jotta kotelointien tilantarpeet ja toteutustapa saadaan myös muihin suunnitelmiin ja myöhemmin myös työmaan tietoon.

5.2 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen

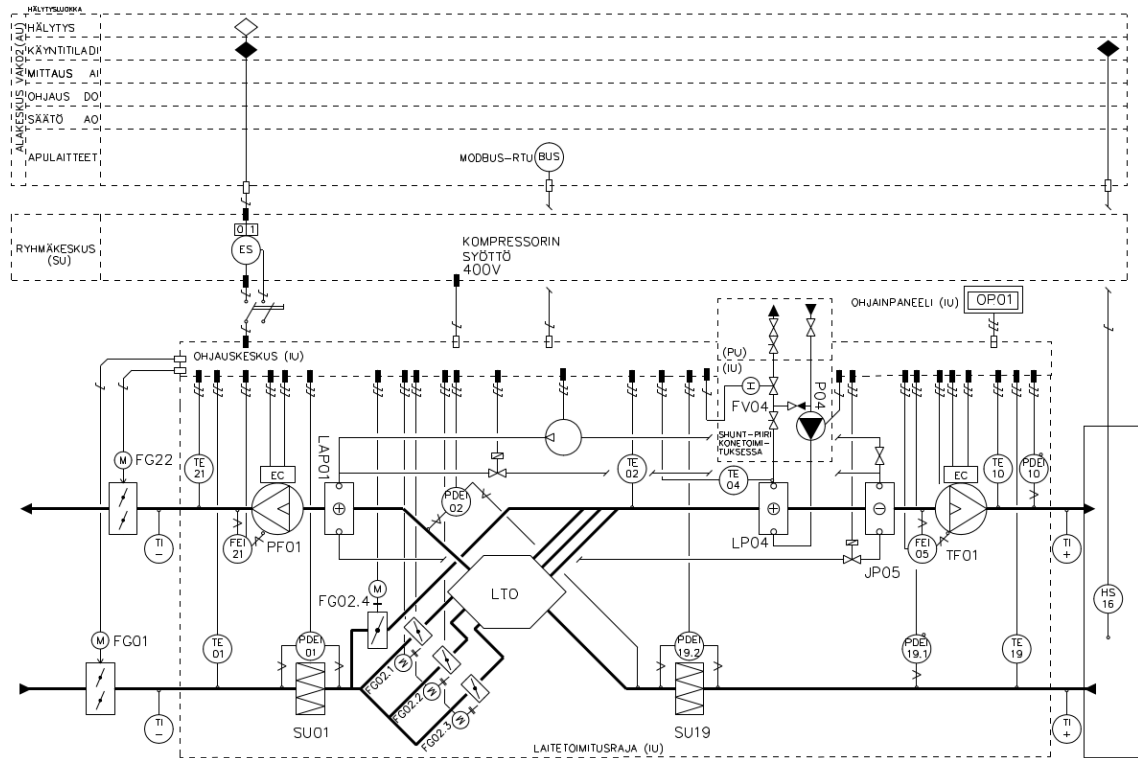
Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen voidaan aloittaa, kun arkkitehtisuunnitelmat ovat siinä vaiheessa, että niihin ei ole tulossa enää merkittäviä muutoksia. Tämä kannattaa varmistaa sekä tilaajalta että arkkitehdiltä. Yleensä tässä vaiheessa pääsuunnittelija, usein arkkitehti, valmistautuu rakennuslupahakemuksen sisäänjättöön.

Alustavien teknisten suunnitelmien laatimisen lopputuotteena on lähtötiedot sähkösuunnittelijalle LVI-laitteiden osalta, peruserroksen reikävaraukset rakennesuunnittelijan tarkastettavaksi ja peruserroksen LVI-suunnitelmat tilaajan sekä muiden suunnittelualojen käyttöön.

5.2.1 Tarkennetut ilmamäärälaskelmat, konetunnukset ja IV-koneiden sijainnit

Jos arkkitehtisuunnitelmiin on tullut muutoksia tilavarausvaiheessa, tarkastetaan ilmamäärälaskelmat vastaamaan nykyistä tilannetta. Lisäksi energialaskennassa on saattanut ilmetä astetuntitarkastelussa muutostarpeita tuloilmamääriin. Asuin- ja olohuoneissa saattaa ilmetä tilanteita, jolloin normaali taulukon 3 mukainen ulkoilmavirta ei riitä astetuntitarkastelun läpäisemiseksi. Tällöin ulkoilmavirtaa voidaan kasvattaa tarpeen mukaan. Tämä on huomattavasti taloudellisempi ratkaisu kuin esimerkiksi paremman g-arvon ikkunat tai ulkopuolinen auringonsuoja.

Joskus maantasokerroksissa ikkunat ovat niin isoja, ettei jäähdyttämättömällä tuloilmalla voida saavuttaa tarvittavaa viilennystä. Usein tällainen tilanne tulee eteen liiketilojen ja kerhotilojen kohdalla, kun ikkunapinta-ala halutaan mahdollisimman suureksi. Tällöin tilaajan kanssa tulee keskustella mahdollisista jäähdytysratkaisuista. Usein yksinkertaisin ratkaisu on valita ilmanvaihtokone, jossa on sisäänrakennettu kompressorijäähdytys, koska yleensä asuinkerrostalossa ei ole vedenjäähdytyskonetta tai liitosta kaukokylmään. Tällaisessa koneessa on kaikki jäähdytyksen vaatimat komponentit sisäänrakennettuina eikä erillisiä ulkoyksiköitä tarvita, koska jäähdytyksen lauhdelämpö siirretään ulospuhallusilmaan. Kuvassa 5 on esitetty kompressorijäähdytyksellä varustetun ilmanvaihtokoneen toimintakaavio.



Kuva 5. Kompressorijäähdytyksellä varustetun ilmanvaihdon toimintakaavio.

5.2.2 IV-päätelaiteluettelo ja MagiCAD-päätelaitteet

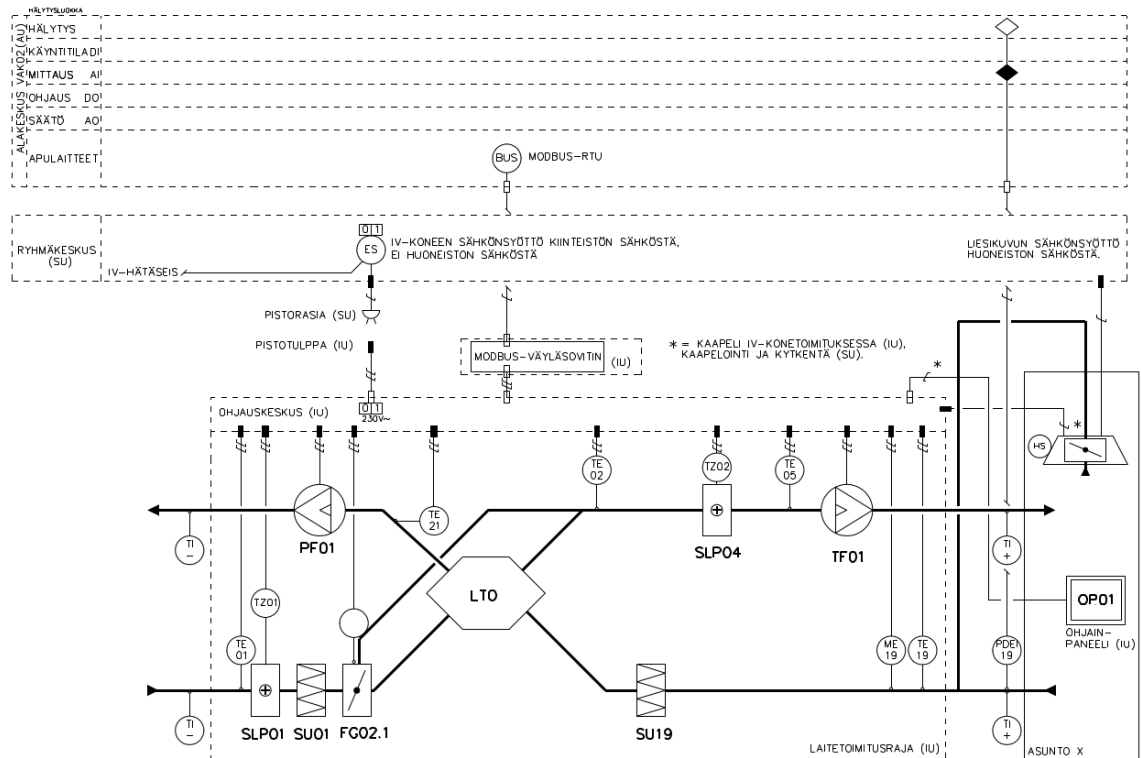
Päätelaitteita valittaessa on huomioitava tilaajan ohjeistukset. Yleensä asuinkerrostalo-kohteissa tuloilmapäätelaitteiksi riittävät seinä- ja kattoasenteiset tuloilmaventtiilit. Tällaisia ovat esimerkiksi FläktGroupin STQA ja KTS. Poistoilmapäätelaitteina asuinkerrostaloissa käytetään perinteisesti poistoilmaventtiilejä, esimerkiksi FläktGroupin KSO-venttiilejä. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä voidaan käyttää löylyhuoneiden ilmanvaihdossa KSOS-venttiileitä, jotka ovat säädettäviä ja varustettu puunupilla. Kuvassa 6 on esitetty tyypillinen päätelaite- ja kanavistotarvikeluettelo.

SITOWISE		IV-päätelaitteet ja kanavistotarvikkeet					Pvm.	Suunnitteluala	Piirustus nro
Vaihe: 020 747 6000								LVI	3000
							Muutospvm.	Työnumero	Muutos
Koodi	Laitte	Tyyppi	Valmistaja	Malli	Ominaisuudet	Väri	Koko	Huomautukset	
L1	Tuloilmalaite	Lautasventtiili	FlaktGroup	RKT		ark	100-200		
LK1	Poistoilmalaite	Liesikupu	Swegon	CASA Funk Smart	Liesikupu ajastinpellillä	ark	Lieden levyinen		
OR	Ovirako				Oven alareunassa 20 mm korkea oven levyinen rako			RU	
P1	Poistoilmalaite	Poistoilmaventtiili	FlaktGroup	KSO	Kartiomallinen pyöreä säädettävä ja irrotettava	ark	100-200	Lisämerkinnät S = ns. saunamalli; dBL = lautasosa täytetty raskaalla mineraalivillalla ja kanavassa dBL-vaimennin; P = palopeltiventtiili	
P2	Poistoilmalaite	Poistoilmaventtiili	FlaktGroup	KSO-S	Kartiomallinen pyöreä säädettävä ja irrotettava, puunupilla varustettu saunamalli	ark	100-125		
RK1	Ristiinmenokappale		Vallox	RK1					
RK2	Ristiinmenokappale		Vallox	RK2					
T1	Tuloilmalaite	Tuloilmaventtiili	FlaktGroup	STQA	Seinäasenteinen tuloilmaventtiili	ark	100-125		
T2	Tuloilmalaite	Tuloilmaventtiili	FlaktGroup	KTS	Kattoasennukseen. Koot Ø100 ja Ø125 täyttävät palorajoitimina toimivalle kuristimelle asetetut vaatimukset.	ark	100-160		
T3	Tuloilmalaite	Tuloilmaventtiili	FlaktGroup	KTS-S	Saunan tuloilmaventtiili teräksisellä suuntauslevyllä	ark	100-125		
US1	Tuloilmalaite	Raitisilmasäleikkö	FlaktGroup	RISV	Suorakaide ulkosäleikkö pyöreällä kanavaliitännällä	ark	125-1250		
US2	Tuloilmalaite	Raitisilmasäleikkö	FlaktGroup	RIS	Suorakaide ulkosäleikkö	ark			
AV1	Äänenvaimennin		Lindab	KVDP-xxx-1000-1	M1- luokiteltu polyesterivaimennin		1000 mm		
AV2	Äänenvaimennin		Lindab	KVDP-xxx-600-1	M1- luokiteltu polyesterivaimennin		600 mm		

Kuva 6. Tyypillisen asuinkerrostalon päätelaite- ja kanavistotarvikeluettelo.

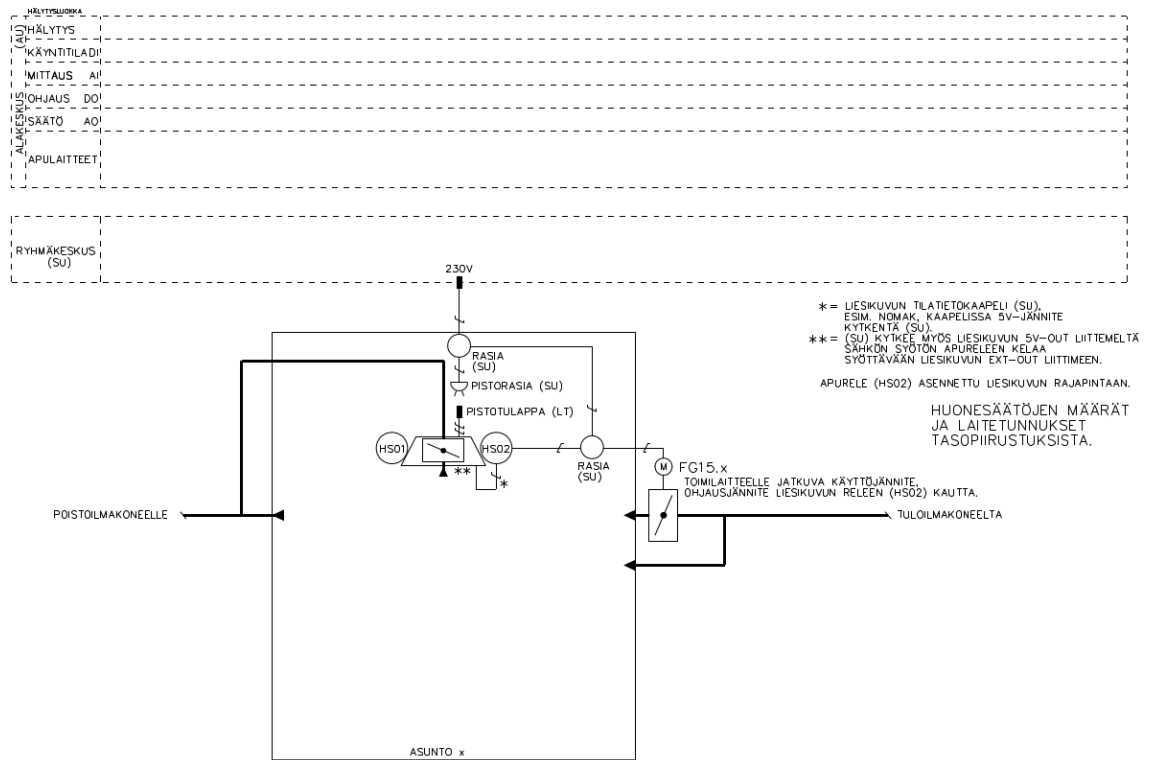
Liesikupua valittaessa pitää huomioida tuleeko kohteeseen keskitetty vai huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä. Lisäksi tilaaja yleensä määrittelee, tuleeko kohteeseen aktiivihiihtoliesikupu. Tällöin LVI-suunnittelija ei tyypitä liesikupua. Aktiivihiihtoliesikuvun hankinta ja asennus määritellään kuuluvaksi rakennusurakkaan eikä se osallistu huoneiston ilmanvaihtoon. Tässä tapauksessa keittiön tehostamaton ilmanvaihto tulee olla $-20 \text{ dm}^3/\text{s}$, jotta 1,3-kertaisella tehostusilmanvaihdolla saavutetaan $-25 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Huoneistokohtaisessa ilmanvaihdossa liesikupu valitaan siten, että ilmanvaihtokonetta voidaan ohjata liesikuvusta. Esimerkiksi Swegonin Casa-sarjan Smart-liesikuvut on varustettu ilmanvaihtokoneeseen kytkettävällä 20-metrisellä tietoliikennekaapelilla, jonka ansiosta ilmanvaihtokonetta voidaan säätää poissa/kotona/tehostus -asentoihin. Lisäksi liesikuvun ajastinpellin avautuessa ilmanvaihtokone kompensoi syntyvää alipaineisuutta tehostamalla tuloilmanvaihtoa. Kuvassa 7 on esitetty Swegonin CASA-sarjan ilmanvaihtokoneen ja Smart-liesikuvun toimintakaavio. [22.]



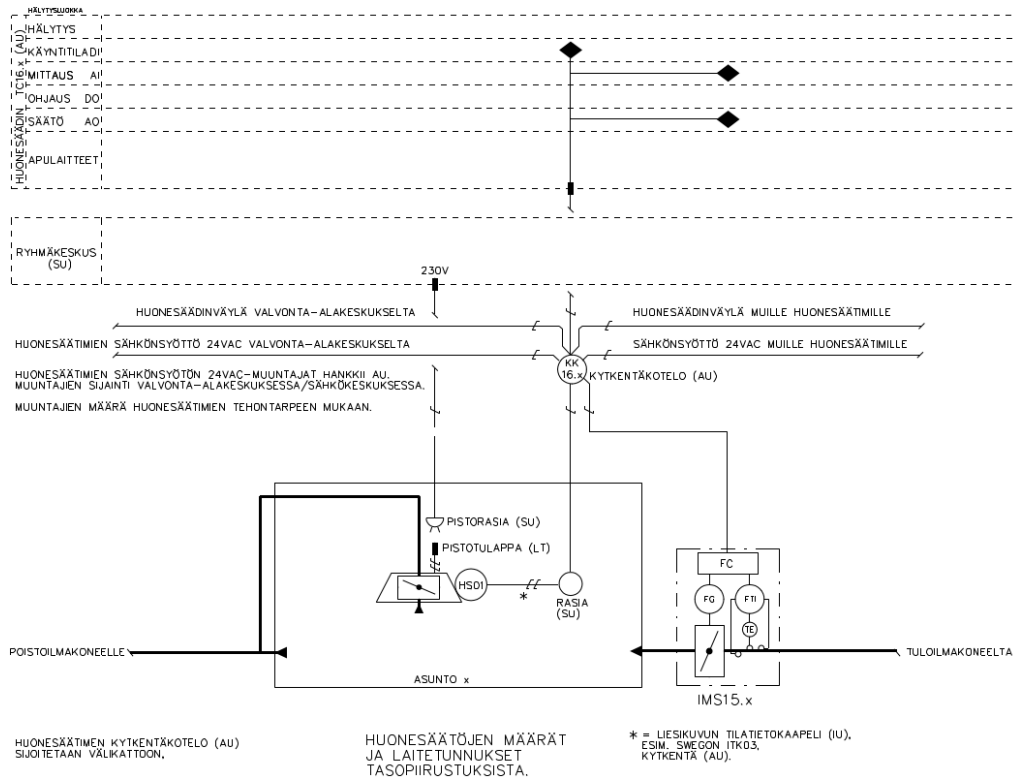
Kuva 7. Swegonin CASA-sarjan ilmanvaihtokoneen ja Smart-liesikuvun toimintakaavio.

Keskitettyssä ilmanvaihdossa liesikuvussa on ainoastaan ajastinpellin hallintapainike. Nykysäädösten mukaan liesikuputehostusta pitää pystyä kompensoimaan tuloilmalla, joten tavallisimmin olohuone varustetaan tuloilman tehostuskanavalla, johon asennettava moottoripelti aukeaa liesikuvun auetessa. Esimerkiksi Swegonin Casa-sarjan Central-liesikuvut soveltuvat tähän ratkaisuun. Kuvassa 8 on edellä mainitun ratkaisun toimintakaavio. [22.]



Kuva 8. Tuloilman tehostusmoottoripellin ja Swegonin CASA-sarjan Central-liesikuvun toiminta-kaavio.

Toinen keskitetyn ilmanvaihdon tehostuksen toteutustapa on ilmamääräsäätimellä toimiva tehostus, jolloin on/off-moottoripelti korvataan ilmamääräsäätimellä. Kuvassa 9 on edellä mainitun ratkaisun toimintakaavio. [22.]



Kuva 9. Tuloilman ilmamääräsäätimen ja Swegonin CASA-sarjan Central-liesikuvun toiminta-kaavio.

5.2.3 Peruskerroksen suunnittelu ja omatarkastus

Kun edellä mainitut lähtötiedot ja suunnitteluratkaisut ovat tiedossa, voidaan suunnitella peruskerros. Tämä edellyttää myös, että muut suunnittelualat ovat lyöneet lukkoon omat suunnitteluratkaisunsa ja arkkitehtipohjat pysyvät tästä lähtien melko muuttumattomina.

Riippumatta siitä onko kohteessa keskitetty vai huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä, ilmanvaihtosuunnittelijan tulee ratkaista samankaltaisia ongelmia. Kanavisto tulee suunnitella siten, että kanaviston käyräyhteiden määrä minimoidaan. Suuri määrä käyriä hankaloittaa kanaviston nuohoamista ja lisää painehäviöitä. Nuohoamisen helpottamiseksi kanavistoon joudutaan asentamaan enemmän puhdistusluukkuja ja näiden kohdalle tulee tehdä huoltoluukut alakattoihin ja koteloihin. Puhdistusluukkuja tulee asentaa siten, että kahden luukun välissä on enintään kaksi yli 45°:n käyrää ja vaakasuoriin kanaviin luukkuja on noin 10 m:n välein. Lisäksi erilaisten palonrajoittimien, ilmamääräsäätimien ja muiden kanavistotarvikkeiden, jotka vaikeuttavat nuohousta, yhteyteen tulee

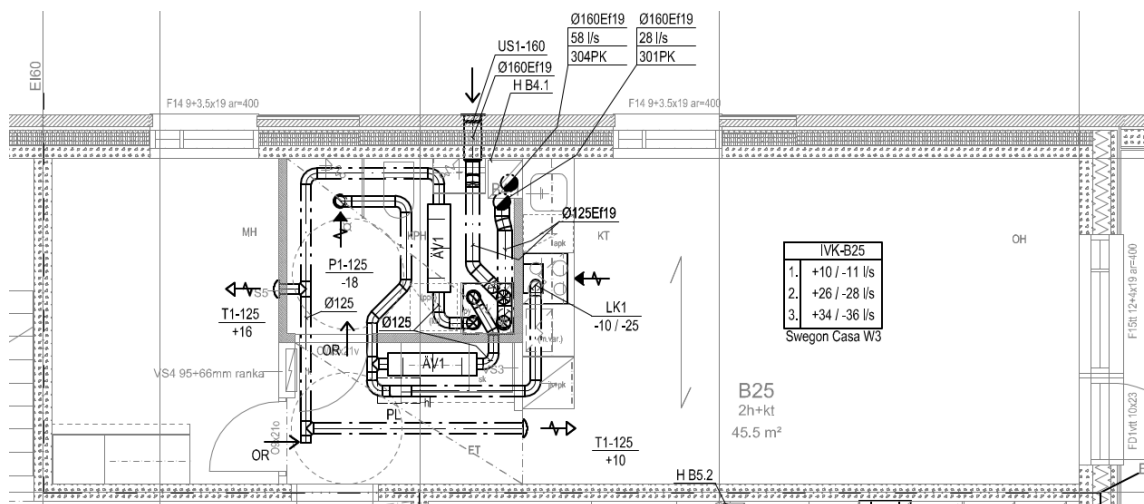
asentaa puhdistusluukut. Puhdistusluukun virkaa voi ajaa myös irrotettavat päätelaitteet, kanavistotarvikkeet ja huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet. [12, s. 20.]

Kanaviston ja huoltoluukkujen sijoittelussa on huomioitava myös muun tekniikan tilantarve. Kylpyhuoneissa on yleensä eniten tekniikkaa, joten kanaviston suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Käyttövesijärjestelmän vesimittarit, sulkuventtiilit ja lämpimän käyttöveden kiertojohdon linjasäätöventtiili sijaitsevat yleensä kylpyhuoneessa alakaton yläpuolella, ja niille tehdään oma huoltoluukkunsa. Kanaviston tulee väistää tätä kohtaa. Lisäksi puhdistusluukkuja tai päätelaitteita ei saa asentaa valaisimien kohdalle. Jos sähkönousut sijaitsevat ryhmäkeskusten takana väliseinissä, kanavat eivät saa lävistää tätä kohtaa.

Tuloilmapäätelaitteiden sijoittelussa tulee huomioida laitteiden heittokuviot ja -pituudet. Sijoittelussa tulee välttää tilannetta, jossa tuloilma törmää seinään tai muuhun otsapintaan tai tuloilma heittopituuden loppuessa putoaa suoraan oleskeluvyöhykkeelle. Näistä seikoista aiheutuu vetoa. Äänentuotto ja heittopituudet tulee huomioida mitoitusilmavirtojen lisäksi myös tehostustilanteessa [9]. Tuloilmalaitteiden sijoittelua palovaroittimien läheisyyteen on myös vältettävä, koska tuloilmavirta voi häiritä palovaroittimen toimintaa [23]. Saunan tuloilmaventtiili sijoitetaan kiukaan päälle tai kiukaan valmistajan ohjeen mukaisesti. Poistoilmalaitteet sijoitetaan kylpyhuoneessa suihkunurkkaukseen kosteuden tehokkaamman poistamisen aikaansaamiseksi ja saunassa kauimmaiseen nurkkaan kiukaasta nähden.

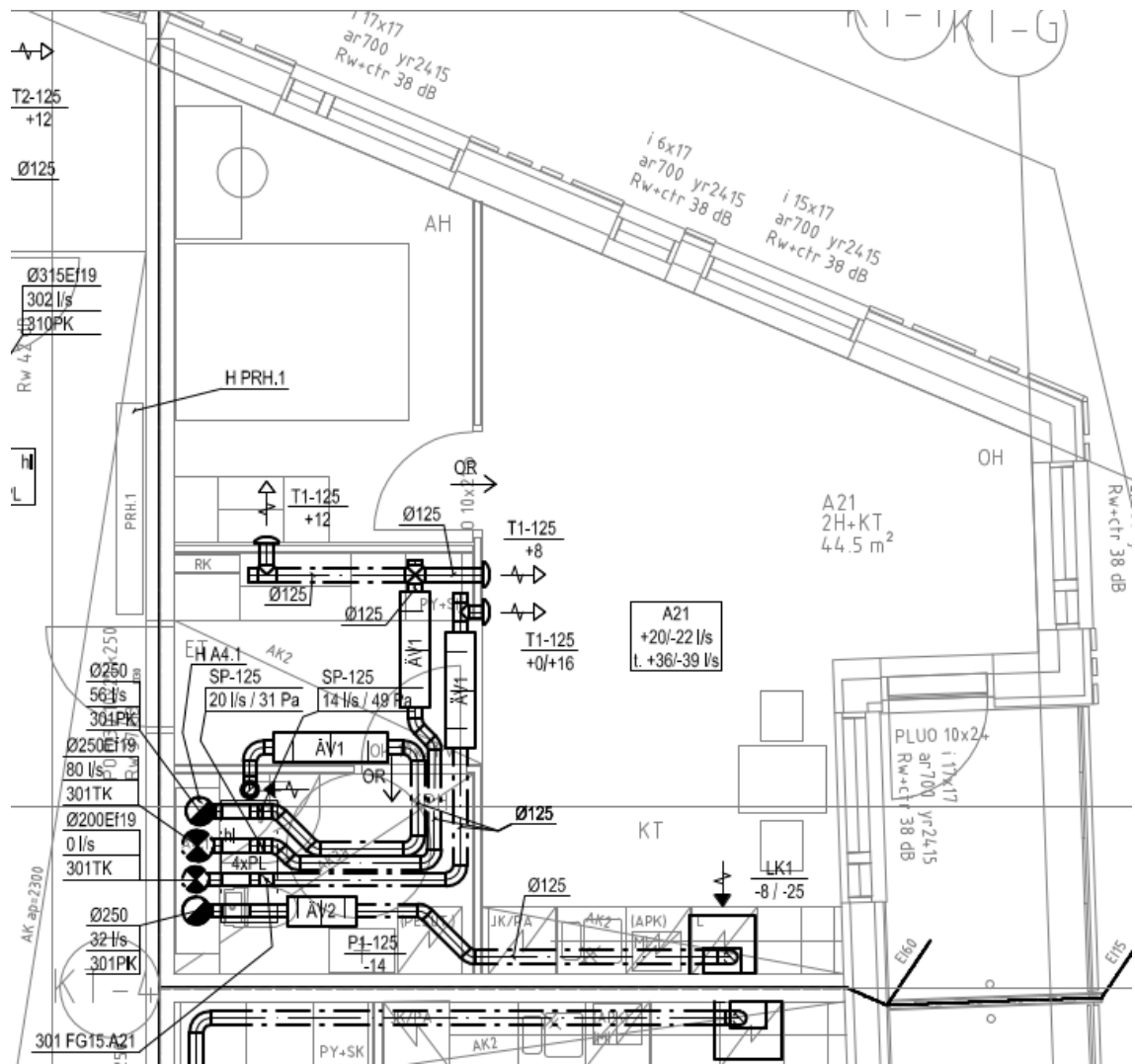
Kuvassa 10 on esitetty esimerkkihuoneisto, joka on toteutettu huoneistokohtaisella ilmanvaihtojärjestelmällä. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä koneen käityksellä on suuri vaikutus kanaviston jouhevaan suunnitteluun. Lisäksi tulo- ja poistoilmakanavistoon asennettavien äänenvaimentimien sijoittelussa tulee huomioida suurempi tilantarve suhteessa muuhun kanavistoon. Jos liesikuvun poistoilmakanavaa ei haluta liittää ilmanvaihtokoneen viidenteen, lämmöntalteenoton ohittavaan kanavaliitäntään, liesikuvun poisto kannattaa suunnitella liittymään muuhun kanavistoon mahdollisimman lähellä ilmanvaihtokonetta. Tällöin mahdollinen rasvainen ilma ja pölyinen ilma eivät pääse sekoittumaan niin pitkältä matkalta ja kanavat pysyvät pidempään puhtaina.

Huoneistokohtaisen ilmanvaihtokoneen yhteyteen tulee sijoittaa teksti, josta ilmenee ilmanvaihtokoneen käyntiasennot. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä tulee olla kolme käyntiasentoa: poissa, kotona ja tehostus. Poissaoloilmavirta on yleensä 60 % mitoitusilmamäärien yhteenlasketusta ilmavirrasta, mutta kuitenkin vähintään 40 %. Kotonaoloilmavirta on yhtä kuin mitoitusilmavirta ja tehostusilmavirta tulee olla vähintään 30 % suurempi kuin mitoitusilmavirta [10, s. 4]. Joskus poissaolo- ja tehostusilmavirrat saattavat poiketa näistä, esimerkiksi tilaajan ohjeistuksen takia tai energia-asiantuntijan asetuntitarkastelun takia. Energia-asiantuntija saattaa edellyttää kovempaa tehostusilmamäärää asetuntien ylittyessä.



Kuva 10. Esimerkki huoneiston ilmanvaihtokanavistosta, joka on toteutettu huoneistokohtaisella ilmanvaihtojärjestelmällä.

Kuvassa 11 on esitetty huoneiston ilmanvaihtokanavisto, joka on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Kuvassa tulo- ja poistoilmakanavat tulevat huoneistoon betoni-hormielementissä, jossa liesikuvulle ja kylpyhuoneelle on omat poistokanavat. Lisäksi tuloilmakanavisto on jaettu kahteen kanavaan, joista toinen on olohuoneelle sekä makuuhuoneelle ja toinen kanava on tehostuskanava. Huoneistoon tulevien kanavien määrä on isommassa huoneistossa suurempi, koska nousuhormien kohdalla savukuristussääntö on toteuduttava. Useimmiten päätelaitteet voivat toimia savukuristimina, kun niitä on vain yksi kanavahaarassa. Mutta jos päätelaitteita on useampi, kuristus toteutetaan säätöpellillä. Tällöin on tarkasteltava säätöpellin teknisestä esitteestä, missä säätö-assenossa säätöpellin tulee olla, jotta 100 Pa:n paine-erolla säätölaitteen läpi pääsee virtaamaan maksimissaan 42 dm³/s. [16.]

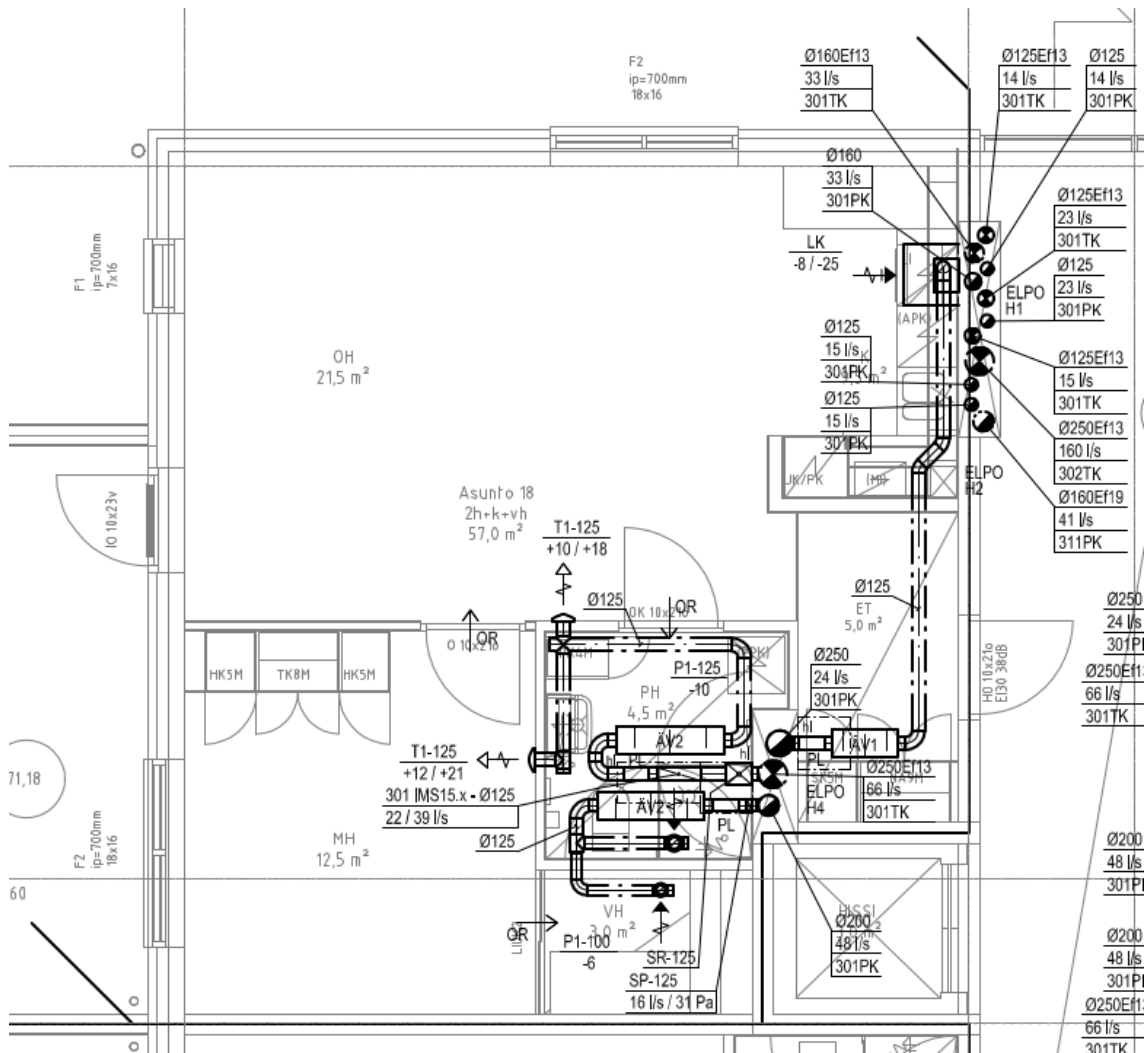


Kuva 11. Esimerkki huoneiston ilmanvaihtokanavistosta, joka on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä ja jossa on erillinen tehostuskanava

Kuvassa 12 on esitetty esimerkki huoneiston ilmanvaihtokanavistosta, jossa tehostus on toteutettu ilmamääräsäätimellä. Tässä ratkaisussa tuloilman tehostukselle ei ole suunniteltu omaa nousuhormia, joten liesikuvun avautuessa tuloilmakanavistoon asennettu ilmamääräsäädin avautuu ja tuloilmamäärä tehostuu. Tässä tapauksessa säätöpeltiä ei voida asentaa niin kuristavaan asentoon, että savukuristussääntö toteutuisi. Jotta savun leviäminen estettäisiin, voidaan kanavistoon asentaa joko savuindikoinnilla varustettu palopelti tai kuten kuvassa 12 erillinen savurajoitin.

Erillisten savurajoittimien käyttö on nykyään vielä harvinaista, ja niitä käytettäessä on hyvä varmistaa sekä tilaajan että rakennusvalvonnan kanta. Savuindikoinnilla varustetun

palopellin käyttövarmuus on aiheuttanut kohteissa aina silloin tällöin ongelmia. Kosteus ja pöly voivat laukaista pellin, jolloin ilmanvaihto keskeytyy. Tämä on hyvä tiedostaa ja tuoda esille heti suunnittelun alkaessa. Lisäksi sekä ilmamääräsäätimet että palopellit vaativat huoltoa. Huoneistojen sisälle sijoitettava huollettava tekniikka on aina ongelmallista, koska huoneistoihin pääsy aiheuttaa huoltohenkilölle vaivaa.



Kuva 12. Esimerkki huoneiston ilmanvaihtokanavistosta, joka on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä ja jossa ei ole erillistä tehostuskanavaa.

Kun peruskerros on suunniteltu, se tulee tarkastaa käyttäen liitteen 2 tarkastuslistaa. Jo suunnitellessa tarkastuslistaa on hyvä hyödyntää. Esimerkiksi ensimmäisen asunnon valmistuessa se kannattaa tarkastaa, jotta suunnitteluratkaisut voidaan kopioida hyväksi havaittuina seuraavaan asuntoon. Suunnitellessa tulee myös huomioida mahdolliset

identtiset asunnot sekä niiden peilikuvat ja hyödyntää jo suunnitellun asunnon tekniikkaa sellaisenaan.

5.2.4 Ulkosäleikköjen ja ulospuhalluslaitteiden sijaintien määrittely

Ulkoilmasäleikön sijaintien määrittelyssä on aina huomioitava seuraavat seikat:

- ilmansuunta
- kaavamääräykset
- vilkkaasti liikennöidyt tiet, pysäköintialueet ja lastausalueet
- jätteiden säilytyspaikat, tuuletusviemärit, savupiiput, jäähdytystornit, tupakointipaikat ynnä muut hajujen lähteet
- viereisten huoneiden parvekkeet ja terassit
- etäisyys maanpinnasta, pihatasosta ja kattopinnasta
- toisten palo-osastojen ulkoilmasäleiköt
- ulospuhalluslaitteet.

Ulkoilmasäleikön sijainniksi on pyrittävä valitsemaan paikka, jossa se altistuu mahdollisimman vähän suoralle auringonpaisteelle. Siksi säleikön optimaalisin paikka on rakennuksen pohjoisseinustalla. Tällöin kesäpäivinä ilmanvaihtokoneelle tuleva ulkoilma ei ole niin lämmintä, ja yllämpöongelmia pystytään välttämään paremmin.

Ulkoilmasäleikön sijoittelussa on myös huomioitava erilaiset hajun ja kaasujen lähteet. Näitä ovat esimerkiksi vilkkaasti liikennöidyt tiet, pysäköintialueet, lastausalueet, savupiiput, jäähdytystornit ja tupakointipaikat. Ulkoilmalaitteen sijoittelussa on myös huomioitava etäisyys katto- ja maanpinnoista. Laitteet ovat sijoitettava riittävän korkealle, etteivät lumi ja kosteus pääsisi ulkoilmalaitteesta kanavistoon. Taulukossa 8 on esitetty ulkoilmasäleikköjen vaatimia etäisyyksiä ilman laatua heikentäviin tekijöihin. [9.]

Taulukko 8. Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyys ilman laatua heikentävästä tekijästä [9].

Ilman laatua heikentävä tekijä	Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyys (m)
jätteiden säilytyspaikka	8
ajoluiska, pysäköinti- ja lastauspaikka	8
tuuletusviemäriin aukko	8
savupiipun aukko	8
jäähdytystorni	8
tupakointipaikka	8
katu, tie tai risteys (alle 10 000 autoa vuorokaudessa)	8
tuuletusviemäriin aukko, jotka sijaitsee vähintään 3 metriä ulkoilma-aukkoa korkeammalla	5
viereisen huoneiston parveke	3
maanpinta tai pihataso	2
kattopinta, joka sijaitsee ulkoilma-aukon alapuolella	0,9

Vilkasliikenteisemmän tien etäisyytenä voidaan käyttää HSY:n rakennuksille annettuja etäisyysvaatimuksia vilkasliikenteisistä teistä. Joskus kaavamääräyksissä saattaa olla kielto ulkoilmalaitteen sijoittamisesta jonkin kadun suuntaan. Tämän pystyy selvittämään suunnittelun alkuvaiheessa esimerkiksi pääsuunnittelijalta. Taulukossa 9 on esitetty HSY:n rakennuksille annettuja etäisyysvaatimuksia vilkasliikenteisistä teistä. [9.]

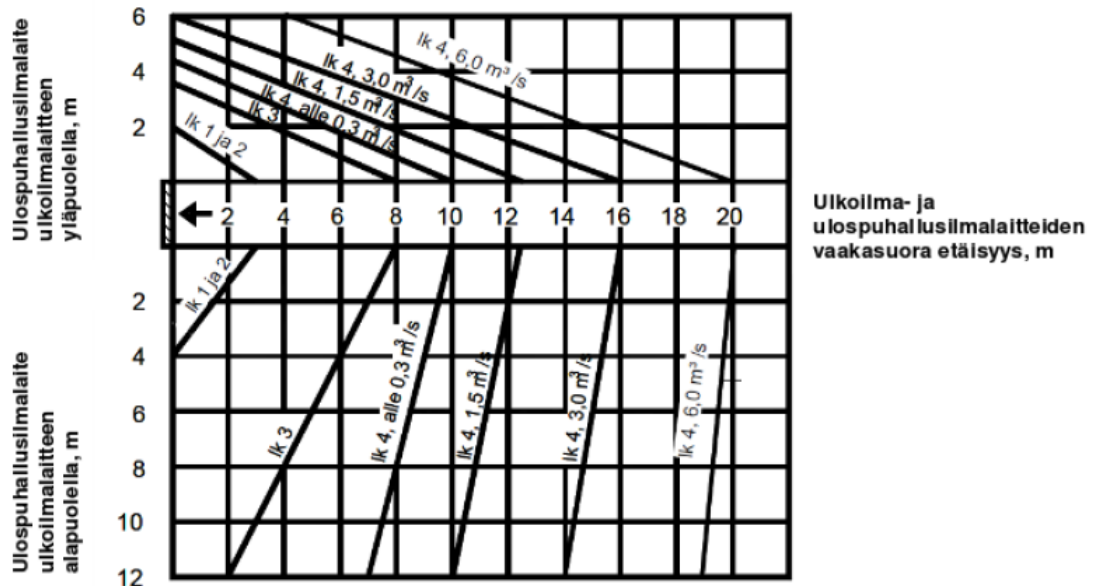
Taulukko 9. HSY:n rakennuksille annettuja etäisyysvaatimuksia vilkasliikenteisistä teistä [9].

Ajoneuvoa	Asuinrakennukset (m)	
	minimietäisyys	suositusetäisyys
arki-vrk		
5 000		10
10 000	7	20
20 000	14	40
30 000	21	60
40 000	28	80
50 000	35	100
60 000	42	120
70 000	49	140
80 000	56	150
90 000	63	150
100 000	70	150

Ulospuhalluslaitteiden sijoittamisessa on selvitettävä ulospuhallettavan ilman poistoilma-luokka. Poistoilmaluokka määräytyy tilan käyttötarkoituksen perusteella, josta ilma pois-tetaan. Luokat määräytyvät seuraavasti:

- luokka 1: toimistotilat ja niiden yhteydessä olevat pienet varastotilat, yleisöpalvelutilat, opetustilat, eräät kokoontumistilat sekä liiketilat, joissa ei ole hajukuormitusta
- luokka 2: asuinhuoneet, ruokailutilat, kahvikeittiöt, myymälät, toimistora-kennusten varastot, pukuhuoneet sekä ravintolatilat
- luokka 3: WC- ja pesutilat, saunat, pyykin kuivatushuoneet, ulkoiluvälineva-rastot, asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, kopiolaitokset
- luokka 4: ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot sekä pesuloiden likapyykkitilat, autosuojat, katsastusasemat, autokorjaamot ja -maalaamot, ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittely-huoneet, elintarvikejätehuoneet, kemialliset laboratoriot ja tupakointitilat, elintarviketeollisuuden ja suurpesuloiden tilat [9].

Asuinkerrostalon ulospuhallusilma kuuluu siis luokkaan 3. Joissain erikoistapauksissa poistoilmaluokan 2 etäisyyksiä on saatu käyttää, mutta tästä pitää sopia aina erikseen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Ulospuhallushajottajan vähimmäisetäisyys ulkoilmalaitteeseen määräytyy kuvan 13 mukaan.



Kuva 13. Ulkoilmalaitteiden etäisyys ulospuhalluslaitteista [9].

Ulospuhalluslaitteiden sijoittelussa on myös huomioitava esimerkiksi avattavat ikkunat, oleskelutasot ja tuuletusviemärit. Taulukossa 10 on esitetty objektit, joiden etäisyys on huomioitava ulospuhalluslaitteen sijoittelussa.

Taulukko 10. Ulospuhallusilmalaitteiden etäisyysvaatimukset eri poistoilmaluokkien ulospuhallusilmalle [9].

Ulospuhallusilmalaitteen etäisyys	Poistoilmaluokka		
	1 ja 2	3	4
Alapuolella olevista avattavista ikkunoista			
Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista	2	4	6
Maanpinnasta tai pihatasoista	3	6	10
Maanpinnasta tai pihatasosta	2	3	5
Naapuritontista	2	5	8
Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta ja painovoimaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilma-aukoista	1	1	1

Seinäulo puhalluslaitteiden sijoittelussa on omat etäisyysvaatimukset. Taulukon 11 etäisyysvaatimusten takia ulospuhalluslaitteiden sijoittelu määrää arkkitehtisuunnittelua jonkin verran, jos seinäulo puhallusta halutaan tavoitella. Nämä etäisyysvaatimukset on syytä tuoda esille suunnittelukokouksessa hyvissä ajoin, jotta arkkitehti ja tilaaja ovat tietoisia vaadituista etäisyyksistä. Joskus näistä etäisyyksistä voidaan poiketa, jos kohteeseen tehdään ilmavirtasimulointi, jolla voidaan osoittaa, että ulospuhallusilma ei pääse sekoittumaan ulkoilmalaitteen ottamaan ilmaan.

Taulukko 11. Seinäulo puhalluslaitteen etäisyys ja sijoitteluvaatimukset tavanomaisessa asuinhuoneistoista, kun poistoilmaluokka on 3 [9].

Vaatus	Vaatusen täyttyminen
Seinäulo puhalluslaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista, parvekkeista ja erikseen määritellyistä avattavista ikkunoista	vähintään 3 m
Seinäulo puhalluslaitteen vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla	vähintään 5 m/s
Seinäulo puhalluslaitteen etäisyys viereisistä seinistä	vähintään 3 m
Seinäulo puhalluslaitteen etäisyys naapuritontista	vähintään 4 m
Seinäulo puhalluslaitteen etäisyys vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta	vähintään 15 m

Taulukon 11 vaatimusten lisäksi ulospuhalluslaitetta ei saa sijoittaa umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille eikä julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin. Seinäulospuhalluslaitteen toimivuus on varmistettava suunnittelun aikana. [9.]

Näiden etäisyysvaatimusten lisäksi on huomioitava erilaiset rakennustekniset asiat. Seiniin tehtävät reiät kannattaa esittää rakennesuunnittelijalle hyvissä ajoin, jotta hän voi varmistaa niiden toimivuuden. Lisäksi vesikatoille tulevien ulospuhallushajottajien ja ulkoilmalaitteiden sijoittelussa tulee ottaa huomioon vesikaton vedenpoisto, vesieristeet ja kattopollarit. LVI-tekniikkaa ei saa sijoittaa siten, että virtaus kattokaivoille estyy tai siten, että vesikaton vettä eristävää kermiä ei pystytä asentamaan. Bitumikermin asennus vaatii vähintään 500 mm ehjää kattoa, jotta se saadaan asennettua oikein. Korkeissa rakennuksissa tulee huomioida myös salamasuojaus. Sähkösuunnittelija tiedottaa LVI-suunnittelijalle salamasuojauksen erotusvälialueen ja sieppaustangon sijainnin. Näille alueille ei saa sijoittaa LVI-tekniikkaa.

5.2.5 Laiteluettelot

Mallikerrosten suunnittelun jälkeen on hyvä alkaa laatia laiteluetteloita. Laiteluettelot ovat olennainen osa sähkösuunnittelijan lähtötietoaineistoa, joten ne on toimitettava sähkösuunnittelijalle hyvissä ajoin ennen urakkalaskentaa.

Yleensä laiteluettelot tehdään rakennusautomaatiosuunnittelijan kanssa yhteistyössä. Ilmanvaihtosuunnittelija täyttää LVI-laitteiden tiedot ilmamäärineen, painehäviöineen, tehotietoineen, SFP-lukuineen ja sähkön nimellistehoineen luetteloon ja rakennusautomaatiosuunnittelija lisää erilaiset anturit ja mittarit luetteloon. Kuvassa 14 on esitetty esimerkkilaiteluettelo yleisiä tiloja palvelevasta ilmanvaihtokoneesta. Ilmanvaihtosuunnittelija on täyttänyt puhaltimien, pattereiden, LTO-laitteiden, peltien ja suodattimien tiedot. Rakennusautomaatiosuunnittelija on täyttänyt muiden laitteiden tiedot.

PUHALTIMET

Tunnus	Nimitys	Mitoitusarvot				Käyttöön otettava teho			Puhallintyyppi	Valmistaja ja tyyppi	Huom.	Hankinta
		ilmavirta m ³ /s	kokon. -paine Pa	kanava- vastus Pa	hyötysuhde	moott.teho kW	ilmavirta m ³ /s	kokon. -paine Pa				
302 PF01	poistoilmapuhallin	0.08		120		0.18				FläktGroup Ilox 129Plus		IU
302 TF01	tuloilmapuhallin	0.08		120		0.18				FläktGroup Ilox 129Plus		IU

Kojeston SFP-luku 1.4 kW/m³/s

PATTERIT, LTO-LAITTEET, KIERTOILMAKOJEET JA LIUOSJÄÄHDYTIMET

Tunnus	Nimitys	Teho kW	Ilmapuolen tiedot					Nestepuolen tiedot			Sähköteho kW	Valmistaja ja tyyppi	Huom.	Hankinta
			ilmavirta m ³ /s	tuleva ilma	lähtevä ilma	p-ero Pa	lämpötila- hyötys.	virtaus dm ³ /s	lämpötilat °C	p-ero kPa				
302 SLP04	lämmityspatteri	0.48	0.08	12°C	17°C		%					2.4		IU
302 LTO	vastavirtasiirrin, tuloilmapuoli	3.6	0.08	-26°C	12°C		81.9%							IU

PELLIT JA ILMAVIRRANSÄÄTIMET

Tunnus	Nimitys	Koko	Tiiveysluokka	Maksimi-ilmavirta		Minimi-ilmavirta		Vaikutusalue	Valmistaja ja tyyppi	Huom.	Hankinta
				ilmavirta m ³ /s	paine-ero Pa	ilmavirta m ³ /s	paine-ero Pa				
302 FG2.1	LTO-ohitus -pelti										IU

ILMANSUODATTIMET

Tunnus	Nimitys	Ilmavirta m ³ /s	Paine-ero Pa		Partikkelikoko	Erotusaste	Suodatiluokka	Sähköteho kW	Suodatinkennojen lukumäärä ja koot	Valmistaja ja tyyppi	Huom.	Hankinta
			Alku	Loppu								
302 SU01	poistoilmansuodatin						G3					IU
302 SU19	tuloilmansuodatin						F7					IU

MUUT LAITTEET

Tunnus	Nimitys	Sähköteho kW	Tekniset tiedot		Valmistaja ja tyyppi	Huom.	Hankinta
			Määrät	toimintakaaviosta			
302 FG2.1	peltimoottori, LTO-ohitus		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 OK01	ohjauskeskus						IU
302 OP01	ohjauspaneeli						IU
302 PDE119	paine-erolähetin						AU
302 TE01	lämpötila-anturi, ulkoilma		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 TE02	lämpötila-anturi, tuloilma, LTO:n jälkeen		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 TE05	lämpötila-anturi, tuloilma		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 TE19	lämpötila-anturi, poistoilma		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 TE21	lämpötila-anturi, jäteilma		Määrät	toimintakaaviosta			IU
302 TI-	lämpömittari			mitta-alue -30...60 °C, tiivistepalalla.		ks. 1	AU
302 TI+	lämpömittari			mitta-alue 0...60 °C, tiivistepalalla.		ks. 1	AU

1: (302 TI-, 302 TI+): Laitteiden lukumäärät kaaviosta.

Kuva 14. Esimerkkilaiteluettelo yleisiä tiloja palvelevasta ilmanvaihtokoneesta.

5.2.6 Peruskerroksen tarkennukset ja reikävaraukset

Kun peruskerros on saatu suunniteltua, tehdään omatarkastus liitteen 2 omatarkastuslistan avulla. Tarkastus on hyvä tehdä ensin itse ja sitten antaa peruskerros projektipäällikön tai muun kokeneen suunnittelijan tarkastettavaksi. Tarkastus tehdään PDF-tulosteeseen erillisessä tarkastuskansiossa, jotta tarkastuksesta jää muistijälki arkistoon. PDF-tulosteessa on myös se hyvä puoli, että samalla pystytään tarkastamaan tulostusjäljen selkeys ja luettavuus. MagiCAD-ohjelmalla suunniteltaessa suunnitelmien selkeyttä ei havaitse samalla lailla kuin tulosteesta, joka lopulta päättyy tilaajalle ja urakoitsijalle.

Omatarkastuksen jälkeen peruskerros lähetetään tilaajan LVI-asiantuntijan kommentoitavaksi, jos tällainen on saatavilla. Tämän lisäksi tietomallinnuspalaverissa saattaa tulla täydennyksiä peruskerroksen suunnitelmiin. Kun nämä on huomioitu suunnitelmassa,

laaditaan peruskerroksesta reikävaraukset ja lähetetään rakennesuunnittelijan tarkastettavaksi. Reikävarauksien tyypillisiä haasteellisia paikkoja ovat esimerkiksi ulkosäleikköjen paikat ikkunoiden läheisyydessä ja seinäreiät ohuissa seinäkaistaleissa.

Kun kaikki edellä mainitut kohdat ovat kunnossa, peruskerros on valmis kopioitavaksi identtisten kerrosten suunnitelmiin.

5.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten

Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten voidaan aloittaa, kun peruskerroksen suunnittelu on saatettu loppuun ja on tiedossa, etteivät alimpien ja ylimpien kerrosten arkkitehtipohjat enää muutu.

Tämän prosessin lopputuotteena on suunnitelmien valmis urakkalaskentapaketti, yhteensovitettut suunnitelmat, reikäpiirustukset ja lopulta työpiirustukset.

5.3.1 Alimman kerroksen suunnittelu

Alimman kerroksen suunnittelun erikoispiirteitä ovat tilat, jotka vaativat omia ilmanvaihtokoneita palvelemaan niitä tai tilat, jotka vaativat yllämmön poistoa tai paineistusta. Omat ilmanvaihtokoneet suunnitellaan esimerkiksi liiketiloihin, kerhotiloihin, pesuloihin ja saunaosastoihin. Nämä tilat poikkeavat asunnoista ja muista yleisistä tiloista erilaisten tehostustarpeiden, käyttöaikojen ja kosteuskuormien vuoksi. Liiketilojen ilmanvaihtoa voidaan ohjata käyttötärpeestä riippuen esimerkiksi käyttöajan tai hiilidioksidipitoisuuden avulla. Kerhotilojen ilmanvaihtoa ohjataan yleensä liiketunnistimen tai lisäaikapainikkeen avulla. Saunojen ja pesuloiden ilmanvaihtoa voidaan ohjata esimerkiksi kosteusanturien avulla. Yleensä näihin ohjaustapoihin on saatavissa tilaajan määrittelemät ohjeistukset. [11, s. 30–32.]

Yllämmönpoistot suunnitellaan aina tapauskohtaisesti tiloihin, joissa on lämpöä luovuttavia laitteita ja joiden toimintakyky kärsii korkeista lämpötiloista. Tällaisia tiloja ovat

Muita alimpien kerrosten tyypillisiä erikoispiirteitä, jotka ilmanvaihtosuunnittelussa tulee huomioida, ovat:

- näkyviin jäävien eristeiden asianmukainen suojaus esimerkiksi pellittämällä
- palopeltien sijoittelut ja niiden positioinnit RAU-suunnittelijan kaaviota vastaavaksi
- ilmanvaihtokoneiden sijoittelut alimpiin kerroksiin ja niiden asianmukainen kotelointi joko palo-osastointivaateiden, äänieristysten tai ilkvallan takia
- puhdistusluukkujen sijoittelut kanavoiteihin, jotta päättyvät nousukanavat pystytään nuohoamaan
- puhdistusluukkujen sijoittelut säätö- ja palopeltien yhteyteen
- huoltoluukkujen sijoittelut huoltoa vaativien komponenttien kohdalle, jotka muuten jäisivät alakaton tai kotelon sisään.

5.3.2 Poikkeavien kerrosten suunnittelu

Poikkeavien kerrosten suunnittelu kannattaa aloittaa tallentamalla mallikerroksen suunnitelma nimellä ja vaihtaa kerrosasetukset ja arkkitehtipohja oikeiksi. Tämän jälkeen tarkastetaan, mitä mallikerroksen suunnitelmasta voidaan hyödyntää. Yleensä kerroksissa on joitain samanlaisia asuntoja, joten jo olemassa olevaa suunnitelmaa voidaan näiltä osin hyödyntää. Huonoimmassa tapauksessa kerroksessa ei ole yhtään identtistä asuntoa mallikerrokseen nähden, mutta silloinkin voidaan hyödyntää mallikerrokseen piirrettyjä nousukanavia, tulostusasetteluja ja suunnitelmaan liitettyjä detaljeja.

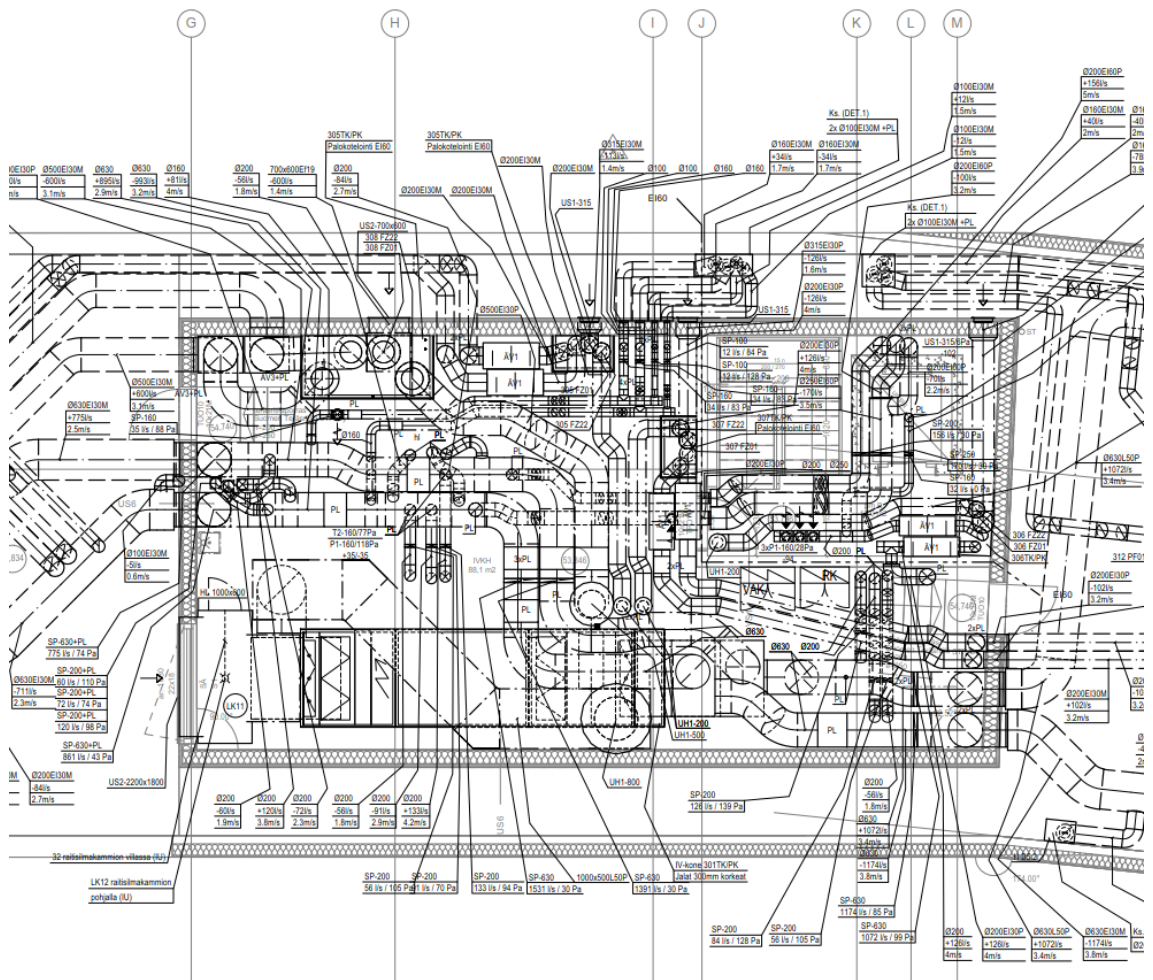
Erityistä huomiota on kiinnitettävä ylimmän kerroksen asuntojen suunnitteluun keskityssä ilmanvaihtojärjestelmässä. Yleisesti paloturvallisuusopasta on tulkittu niin, että ylimmän huoneiston kanavia ei liitetä enää pystykanavaan, vaan ne tuodaan omana haaranan vesikaton paputilassa tai ullakkotilassa sijaitsevaan vaakakokoojakanavaan. Tämä juontaa juurensa ohjeen kohtaan, jossa mainitaan, että paloturvallinen ratkaisu saadaan aikaan eristämällä pystykanava paloa vastaan ja eri palo-osastoja palvelevissa haaroissa on vähintään 2,5 metrin korkeusero [16].

Joskus ylimmät asunnot voivat sijaita samassa kerroksessa kuin ilmanvaihtokonehuone. Tällöin näiden asuntojen ilmanvaihto joudutaan toteuttamaan joko omilla ilmanvaihtokoneillaan tai varustamalla huoneistoon tulevat yhteiskanavistoon liitetyt kanavat optisilla

savunilmaisimilla varustetuilla palopelleillä. Tämä johtuu siitä, että keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän ilmanvaihtokoneen on sijaittava palvelemissa tilojen yläpuolella. Näissä tapauksissa päädytään yleensä omiin ilmanvaihtokoneisiin, koska palopellit optisilla savunilmaisimilla ovat huoltokohde ja saattavat laueta helposti ruoanlaiton käryjen tai suuren kosteuskuorman takia. [16.]

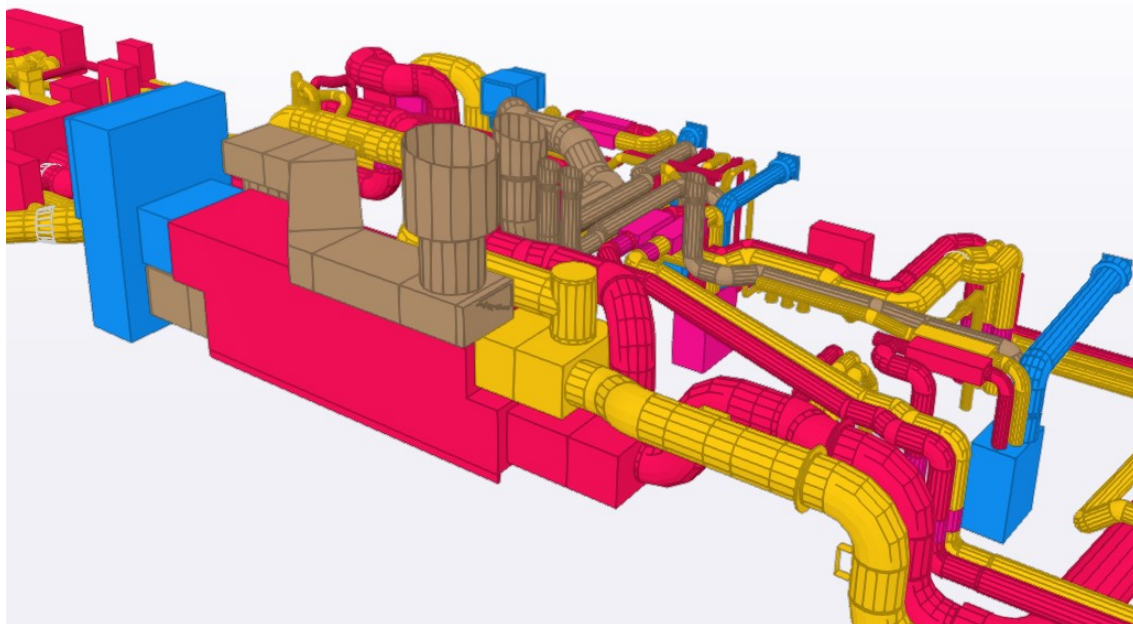
5.3.3 Ilmanvaihtokonehuoneen ja vesikaton suunnittelu

Ilmanvaihtokonehuone suunnitellaan hyödyntäen luonnosvaiheessa tehtyä tilavarauks-suunnitelmaa. Kuvassa 16 on esitetty kuvan 3 tilavarauksen pohjalta tehty ilmanvaihtosuunnitelma.



Kuva 16. Ilmanvaihtokonehuoneen ilmanvaihtosuunnitelma.

Kuten kuvasta ilmenee, suunnitelmassa on erittäin paljon tekniikkaa ja suunnitelman luettavuus voi olla toisinaan hankalaa. Tähän on kiinnitettävä erityistä huomiota ja jos mahdollista, hyödyntää tietomalleja suunnitelman havainnollistamiseksi. Kuvassa 17 on esitetty ilmanvaihtosuunnitelmasta laadittu tietomalli, joka havainnollistaa kanavoiteja asentajalle.

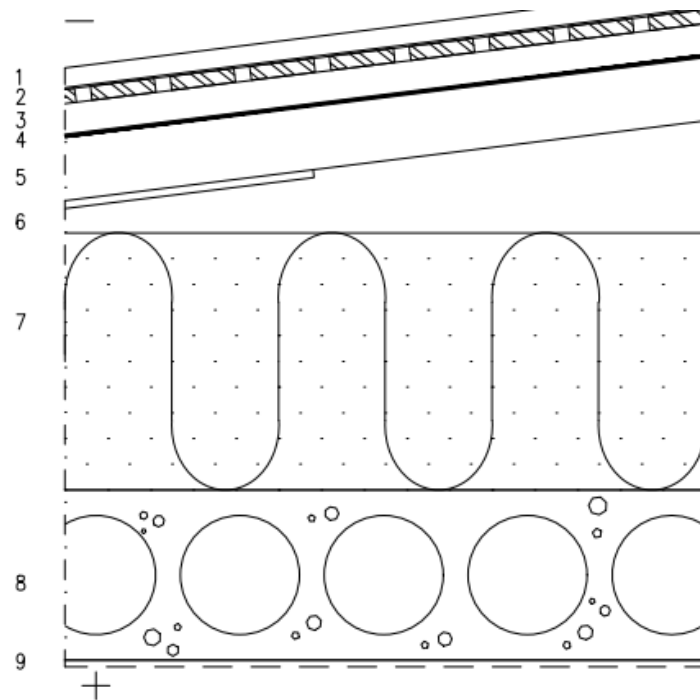


Kuva 17. Ilmanvaihtokonehuoneen tietomalli.

Itse ilmanvaihtokonehuoneen suunnittelussa on esimerkiksi seuraavia erityispiirteitä:

- tarvittavat koteloinnit ilmanvaihtokoneille, jotka palvelevat eri palo-osastoja kuin pääkone
- haalausaukot, joista ilmanvaihtokone voidaan tuoda huoneeseen
- yllämmönpoisto tarpeen vaatiessa
- riittävät huoltotilat ilmanvaihtokoneille (vapaata tilaa koneen verran koneen eteen)
- ulkoilmakammio huoltoluukkuineen ja vedenpoistoineen pääilmanvaihtokoneelle
- ulospuhalluslaitteiden suojaetäisyydet
- muun talotekniikan vaatimat tilat, esimerkiksi lämmityspatterit, pesuallas ja aurinkosähkön vaatima tekniikka.

Vesikaton suunnitteluun vaikuttaa eniten yläpohjan rakennetyyppi. Yleisimmät yläpohjan rakennetyypit ovat harja- tai pulpettikatollisissa rakennuksissa esiintyvä tuulettuva ullakko puhallusvillalla ja tasakatollisissa rakennuksissa esiintyvä tasakatto kevytsorakeroksella. Kuvissa 18 ja 19 on esitetty nämä rakennetyypit.



≥ 0.6 mm	1	Peltikate rakennusselityksen mukaan 2-kertainen tiivistetty sauma
≥ 22 mm	2	Ruodelauditus rakennepiirustusten ja RT 85–10862 mukaan, luokka B
75 mm	3	Korokepuut 75x50
	4	Aluskate rakennepiirustusten mukaan
	5	Kattokannattajat rakennepiirustusten mukaan
≥100 mm	6	Tuuletettu ilmatila
450 mm	7	Mineraalivilla: Isover PUH KV-041 Lambda d=0,041 (puhallusvilla, koneellisesti paik.puh.)
265 mm	8	Ontelolaatta, rakennepiirustusten mukaan
	9	Pintakäsittely huoneselityksen mukaan

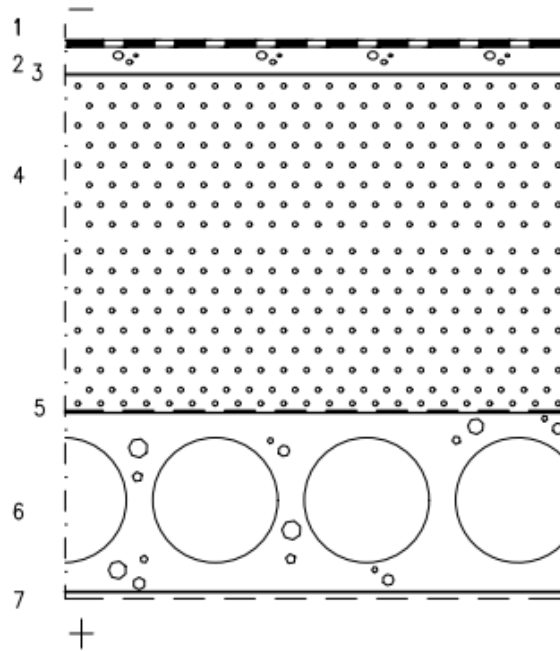
TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- katteen saumojen tiivistys butyylikitillä
- kallistus ≥ 1:6
- katteen kiinnitys RT 85–10862 mukaan haponkestävin kiinnikkein
- tuuletus osastoittain rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
- tuulensuojaus $b \geq 1000$ mm reuna-alueella (kovalevy 3.2 mm)
- kattoluukut ilmatilaan, ketjukiinnitys
- ullakon osastointi SRMK:n E1 mukaan
- pellin alle peltikaistojen keskikohdalle saumojen suuntaisesti polyeteenimattokaistat 5x50 mm
- aluskate harjalta auki 250 mm + 250 mm, erik. piir. mukaan
- aluskate asennettava siten, että vedenpoisto räystäälle toimii puhallusvillan läpi vain pystysuuntaisia puurakenteita
- U-arvo laskettu standardin SFS-EN ISO 6946 mukaan
- ontelolaattojen saumat ja läpiviennit tiivistetään bitumikermikaistoilla

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: $U=0,09$ W/m² K, SRMK C3 vaatimus 0,09

PALONKESTOLUOKKA: REI 60

Kuva 18. Yläpohjan rakennetyyppi, jossa on ullakkotila tuuletetulla ilmatilalla ja puhallusvillaeristeellä.



- | | | |
|--------------|---|--|
| | 1 | Vedeneristys, käyttöluokka VE80; päällimmäinen kermi pintasirotteellinen, kumibitumikermi, alimpana paineentasausmatto, pisteliimattuna alustaan bitumilla B 95/35 |
| 40 mm | 2 | Tasausbetoni, puuhierto (sementtimäärä ≤ 250 kg/m ³) |
| | 3 | Suodatinkangas |
| 650 - 750 mm | 4 | Kevytsora KS 420K, tuuletettu, kallistus $\geq 1:80$ jirissä |
| | 5 | Höyrynsulku, kumibitumikermi TL2 |
| 265 mm | 6 | Ontelolaatta, rakennepiirustusten mukaan |
| | 7 | Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan |

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

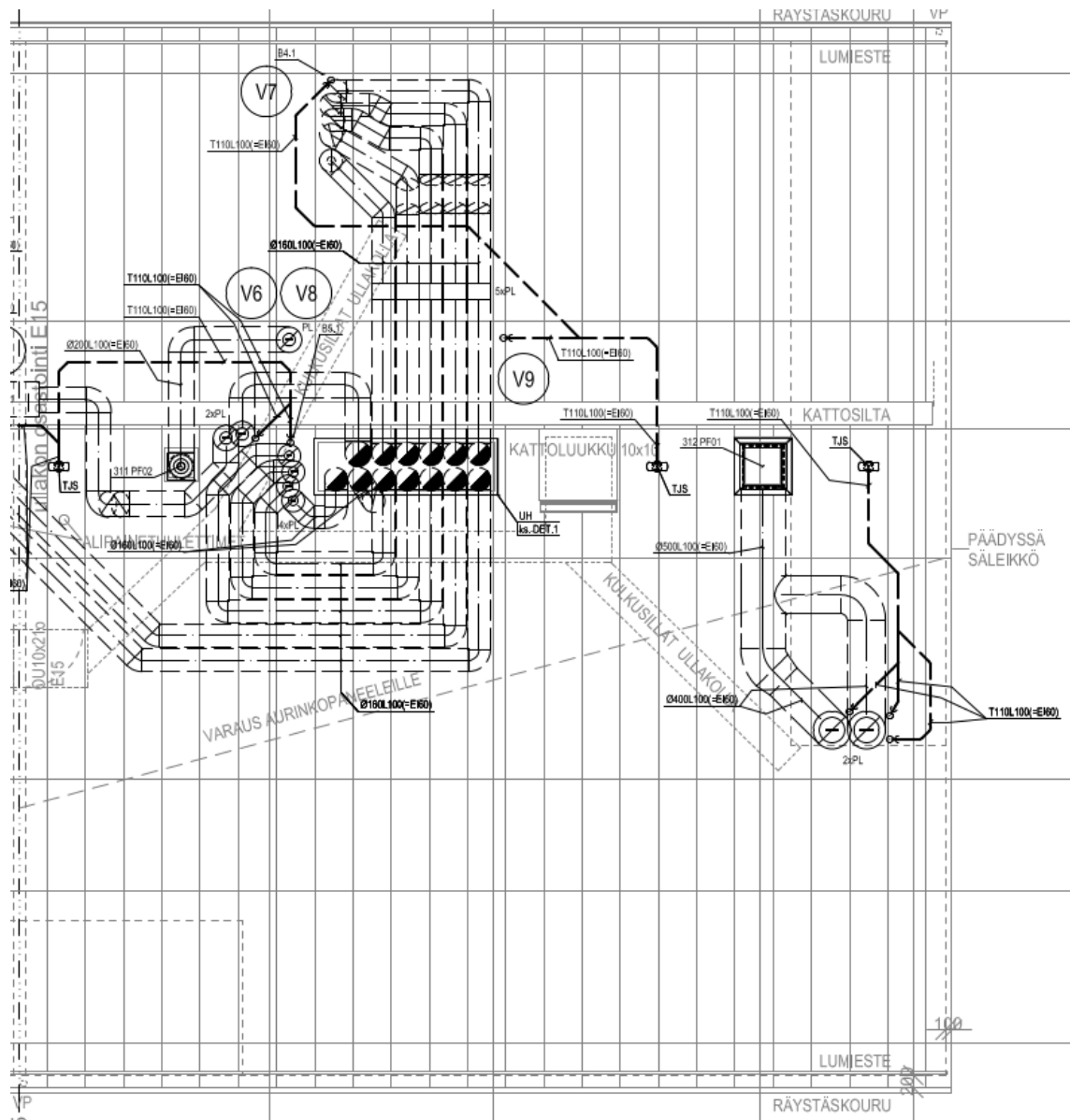
- kevytsorakerroksen tuuletus (räystäät, alipainetuulettimet) rakennesuunnittelijan ja kevytsoratoimittajan ohjeen mukaan
- kevytsorakerrokseen sijoitettavat teräsosat suojattava korroosiolta (tai AISI 316)
- höyrynsulun kiinnitys kauttaaltaan liimaten
- höyrynsulkuun tulevat läpiviennit tulee tiivistää

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: 0.14 W/m²K, (YM asetus 1010/2017)

Kuva 19. Yläpohjan rakennetyyppi, jossa on kevytsorakerros.

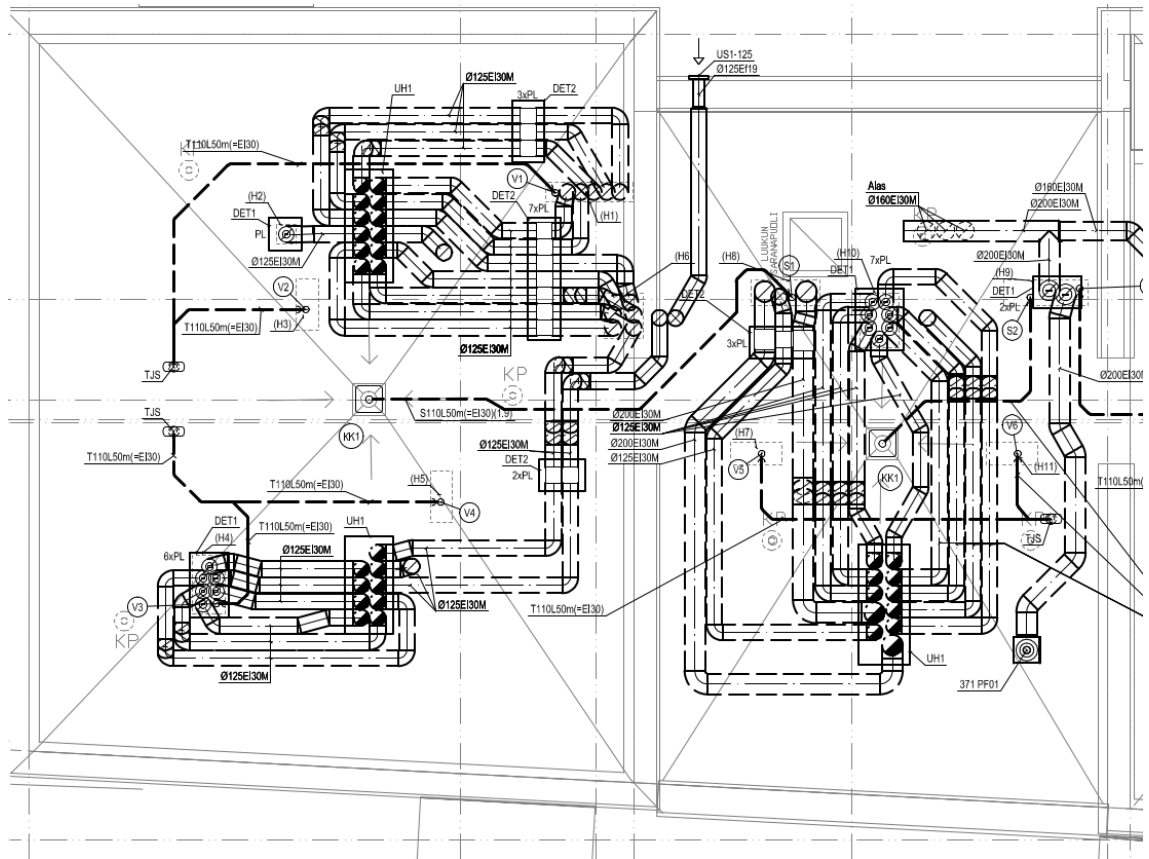
Ullakkokerroksessa ilmanvaihtokanavien sijoittelu on vapaampaa kuin vesikaton kevytsorakerroksessa, koska tilaa on yleensä enemmän. Ullakkokerroksessa ilmanvaihtokanavat eristetään palo-osastointivaateen mukaisesti ja siten, että lämmöneristävyys vastaa 100 mm:n paksuista lämmöneristysvillaa. Kevytsorakerrokseen asennettavat kanavat eristetään palo-osastointivaateen mukaisesti siten, että paloeristeen luokka on puolet palo-osaston vaatimuksesta. Eriste pinnoitetaan kaksinkertaisella PVC-muovilla, koska kevytsora syövyttää eristeen ajan saatossa.

Ullakkotilaan asennettavien kanavien huollettavuus on helpompaa, koska kanaviin asennettaviin pelteihin ja puhdistusluukkuihin pääsy on suhteellisen vapaata. Arkkitehdille on hyvä ilmoittaa huoltoa vaativat paikat, jolloin hän voi suunnitella kulkusillat huoltokohteille. Kuvassa 20 on esitetty otos vesikaton LVI-piirroksesta, jossa näkyvät ullakkotilassa olevat kanava-asennukset, viemärit ja kulkusillat.

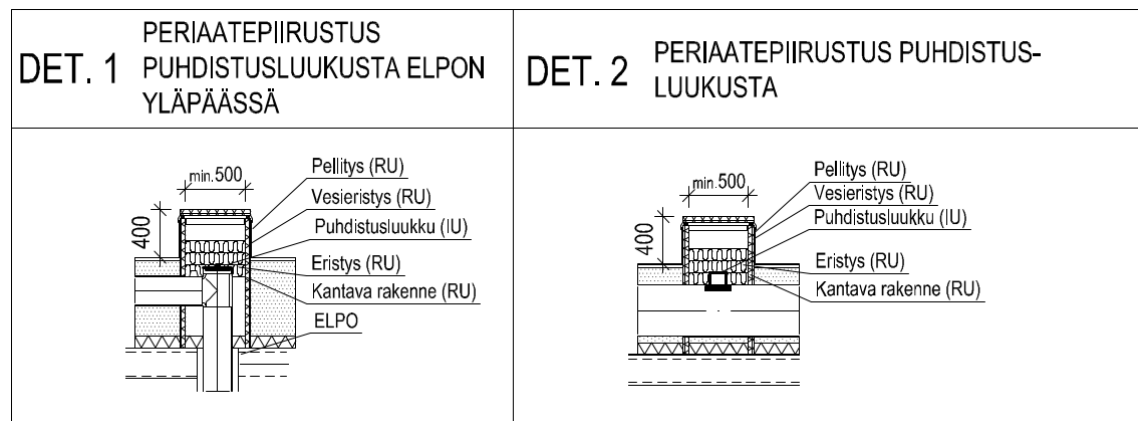


Kuva 20. Otos ullakollisen vesikaton LVI-suunnitelmasta.

Kevytsoakerroksellisessa vesikatossa kanavien puhdistusluukut sekä säätö- ja palopellit on varustettava huoltoluukulla, jolta huolto onnistuu vesikaton kautta. Kuvassa 21 on esitetty otos vesikaton LVI-piirroksesta, jossa näkyvät kevytsoakerroksessa olevat kanava-asennukset ja viemärit. Kuvassa 22 on esitetty erilaisia detaljeja vesikaton huoltoluukuille.



Kuva 21. Otos kevytsorakerroksella varustetun vesikatton LVI-suunnitelmasta.



Kuva 22. Periaatepiirustuksia ilmanvaihtokanaviston huoltoluukuille vesikatolla.

5.3.4 Mitoitukset, tasapainotus ja detaljit

Kun kaikki poikkeavat kerrokset on suunniteltu ja tarkastettu, voidaan identtiset kerrokset kopioida, asettaa oikeat kerrostiedot suunnitelmiin ja yhdistää pystykanavat toisiinsa kerrosten välillä. Tämän jälkeen ilmanvaihtojärjestelmät voidaan mitoittaa MagiCADilla.

Kanavien mitoitus tehdään joko painehäviön tai kanavanopeuden perusteella samaan tapaan kuin luvun 5.1.1. hormimitoituksissa. Yleensä runkokanavia ei mitoiteta MagiCADin automaattisen kanavakomitoituksen avulla, koska suunnitellessa kanavien päätelaitteisiin syötetään mitoitusilmavirta, jolloin automaattinen kanavamitoitus ei osaa huomioida tehostuksen aikaista ilmavirtaa. Tehostuksen ilmavirta on siis hyvä huomioida kanavakomitoituksissa, jottei kanaviston painehäviö nouse liian korkeaksi. Lisäksi hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, ettei kahta tai useampaa päätelaitetta palvelevaa kanavaa mitoiteta Ø100:ksi, vaikka painehäviö tai kanavanopeus sen sallisikin.

Kokemusperäisesti hyväksi havaittu kanaviston mitoitus- ja tasapainotustapa on seuraavanlainen:

- yhdistetään kerrosten väliset kanavistot ja ajetaan MagiCADin ilmamäärien tasapainotus
- mitoitetaan runkokanavistot siten, että kerrotaan MagiCADista saatu ilmamäärä 1,3:lla ja muutetaan kanavakoko sellaiseksi, että haluttu painehäviö tai kanavanopeus saavutetaan. Tehostuskertoimena voidaan käyttää myös pienempää arvoa, jos tehostuksen samanaikaisuus on tiedossa
- ajetaan tasapainotus uudestaan ja varmistetaan, ettei tasapainotuksessa tule virheitä tai varoituksia.
- jos jokin kanavahaara ei mene tasapainoon, selvitetään ongelman syy ja lisätään mahdollisesti säätöpeltejä kanavistoon
- varmistetaan, että tulo- ja ulkoilmakanaviston sekä poisto- ja ulospuhallusilmakanaviston yhteispainehäviö ei ole liian suuri mitoitustilanteessa. Yleensä sopiva painehäviö on noin 300 Pa.

Mitoituksen ja tasapainotuksen jälkeen varmistetaan, että suunnitelmat ovat siistit tulostettuina ja kaikki tarvittavat detaljit sekä piirrosmerkkiselostus löytyvät suunnitelmista. Kuvassa 23 on esitetty esimerkki ilmanvaihtosuunnitelman piirrosmerkkiselostuksesta.

PIIRUSTUSMERKINNÄT

TF, TK	= Tuloilmapuhallin	PL	= Puhdistusluukku
PF, PK	= Poistoilmapuhallin	TL	= Tarkastusluukku
KF, KsK	= Kiertoilmapuhallin	PP	= Palopelti
LP, JLP	= Lämmityspatteri	OR	= Ovrako
S, SU	= Suodatin	+	= Tuloilmavirta dm ³ /s
LTO	= Lämmöntalteenottolaite	-	= Poistoilmavirta dm ³ /s
TS	= Termostaatti	L	= Lämpöeristys
FZ, FG	= Moottoripelti	P	= Eristyksen sinkitty
HS	= Käsikytin	=	teräspeltiverho
SP	= Säätopelti	P(Hfe)	= Eristyksen peltiverho
UH	= Ulospuhallushajotin	(materiaali)	
US	= Ulkoilmasäleikkö	M	= Eristyksen PVC-muovipinnoite
EI60	= Paloeristys minuuttiluokkineen (käytetään aikoitellen myös äänieristeenä)		
HFe	= Haponkestävän teräskanavan tunnus		
TP	= Teräsputkikanavan tunnus		
M	= Muovikanavan tunnus		
1.25 mm	= Keittiön poistokanavan ja savunpoistokanavan tunnus		
ÄV	= Äänenvaimentimen tunnus (kts.tekninen erittely ilmanvaihtokanavistoista)		
T1	= Tuloilmalaitteen tunnus (kts.tekninen erittely ilmanvaihdon päätelaitteista)		
P1	= Poistoilmalaitteen tunnus (kts.tekninen erittely ilmanvaihdon päätelaitteista)		
TP1	= Tuuletuspaalu, eslm. Vilpe Ross-tuuletuspaalu 160		

Palopelti varustetaan puhdistusluukulla, tarvittaessa molemminpuolin.

Säätopelti varustetaan molemminpuolin puhdistusluukulla, mikäli SP ei ole irrotettavaa mallia.

Kalkki mitoitettavat kytkentäkanavat ovat samaa kokoa kuin päätelaitteissa ilmoitettu koko.

Kanavakoko on sama ilmanvirtaussäätimen molemminpuolin ellei muuta ole piirustuksessa esitetty.

Asuntojen tuloilmamäärä kasvaa samassa suhteessa liesikuputehostuksen ollessa päällä.

Huoneistosauan KSO-S-venttiilin ollessa minimiasennossa saunan tulo- ja poistoilmavirrat ovat tasapainossa.

2xT1 -125
+70 = Huoneessa olevien päätelaitteiden lukumäärä, tyyppikoodi, koko

= Päätelaitteiden yhteenlaskettu ilmavirta (l/s)

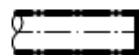
ø315L100/EI30 = kanavan tulee täyttää paloluokkavaatimus EI30 sekä lämmöneristysvaatimus L100



Ø500EI60P = ylöspäin johtavan kanavan koko



= Puhdistusluukku vaakakanavassa



= Puhdistusluukku päätyluukkuna



= Puhdistusluukku vaaka- tai pystykanavassa



= Äänenvaimennin



= Urakkaraja

Kuva 23. Ilmanvaihtosuunnitelman piirustusmerkiselostus.

5.3.5 Yhteensovituksen jälkeiset tarkennukset

Yhteensovituspalaverissa tarkastetaan pääsuunnittelijan johdolla eri suunnittelualojen suunnitelmat ristiin, jottei suunnitelmissa esiinny risteilyjä, puutteita tai ristiriitoja. Nykyään suunnittelu tehdään usein mallintaen ja risteilyt on huomioitu jo tietomallikoordinaattorin järjestämissä tietomallinnuspalaverissa, mutta silti yhteensovituspalaverissa ilmenee yleensä jotain täydennettävää suunnitelmiin.

Yhteensovituspalaverin täydennysten jälkeen suunnitelmat tulostetaan ja tallennetaan projektipankkiin urakkalaskentaa varten. Urakkalaskentavaiheessa urakoitsijat voivat esittää tarkennuspyyntöjä tilaajalle, joiden perusteella laaditaan lisäkirjemateriaali, jossa urakkalaskentapakettia täydennetään. Myös tilaaja voi esittää tarkennuspyyntöjä ja aikataulupaineista johtuneita puutteita voidaan täydentää lisäkirjemateriaalin muodossa.

5.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

Täydentäviin suunnittelutehtäviin kuuluvat tehtävät, joita ei vaadita urakkalaskentavaiheeseen. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennusvalvontaan toimitettavat laskelmat ja lomakkeet sekä tilaajalle toimitettavat rakennustapaselostukset. Lisäksi joidenkin kuntien rakennusvalvontaviranomaisilla voi olla poikkeavia käytäntöjä, jotka tulee selvittää.

Tämän prosessin lopputuotteena on viranomaisten hyväksymät työpiirustukset ja suunnitelmien valmius LVI-tekniikan asennuksia varten.

5.4.1 Ilmanvaihtokoneiden SFP-taulukko

Rakennusvalvontaviranomaisien LVI-suunnitelmien leimausta varten rakennusvalvontaan tulee toimittaa ilmanvaihtokoneiden ominaissähköteho- eli SFP-laskelma. Laskenta suoritetaan siten, että suunnitteluvaiheessa tehdyistä ilmanvaihtokoneiden koneajoista poimitaan koneen mitoitus tiedot ja sähkön ottoteho. Nämä syötetään Rakennustietosäätiön laatimaan Excel-taulukkoon, joka laskee ilmavirran ja sähkötehon perusteella ilmanvaihtolaitoksen SFP-luvun. Kuvassa 24 on esitetty esimerkki ominaissähkötehotaulukosta, joka toimitetaan rakennusvalvontaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon laskenta ja mittaus

Kohteen nimi: As Oy Malliasunto

Tulo- ja poistoilmakoneet

Tulo-ilmakone	Ilmavirta	Kanavapaine	Sähköteho puhallin	Poistoilmakone	Ilmavirta	Kanavapaine	Sähköteho puhallin	Sähköteho apulaitteet	Tämän koneen SFP
merkintä	m ³ /s	Pa	kW	merkintä	m ³ /s	Pa	kW	kW	kW/m ³ /s
301 TF	1,80	250	1,40	301 PF	1,85	250	1,40		1,51
302 TF	1,50	220	1,32	302 PF	1,55	220	1,32		1,70
Yhteensä	3,30		2,72		3,40		2,72	0,00	

Tuloilmakoneet

Tuloilmakone	Ilmavirta	Kanavapaine	Sähköteho puhallin	Sähköteho apulaitteet	Tämän koneen SFP
merkintä	m ³ /s	Pa	kW	kW	kW/m ³ /s
331 TF	0,05	50,00	0,02		0,40
Yhteensä	0,05		0,02	0,00	

Poistoilmakoneet

Poistoilmakone	Ilmavirta	Kanavapaine	Sähköteho puhallin	Sähköteho apulaitteet	Tämän koneen SFP
merkintä	m ³ /s	Pa	kW	kW	kW/m ³ /s
371 PF	0,12	120,00	0,08		0,67
Yhteensä	0,12		0,08	0,00	

Koko ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho

Tuloilmavirta m ³ /s	3,35
Poistoilmavirta m ³ /s	3,52
Sähkötehot yhteensä kW	5,54
SFP [kW/m ³ /s]	1,57

syöttötietosolu
 ohjelma laskee

Kuva 24. Esimerkki ominaissähköteholaskelmasta [24].

Ominaisähkäteholaskelmassa tulee huomioida, että koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän SFP-luku saa olla enintään 1,8 kW/m³/s ja poistoilmajärjestelmän 0,9 kW/m³/s [25, s. 7].

5.4.2 Ilmanvaihtolaitoksen vuosihyötysuhdelaskelma

Rakennusvalvontaviranomaisien LVI-suunnitelmien leimausta varten rakennusvalvontaan tulee toimittaa ilmanvaihtokoneiden vuosihyötysuhdelaskelma. Laskennassa voidaan hyödyntää Rakennustietosäätiön palveluiden Excel-taulukkoa, johon sijoitetaan ilmanvaihtokoneiden lämpötilahyötysuhteet yhtä suurilla ilmavirroilla ja tulo- sekä poistomitoitusilmavirrat. Lisäksi laskentaan tarvitaan huonelämpötila, joka on normaalisti 21 °C ja ulospuhallusilman mitoituslämpötila jäätymissuojauksessa, jonka arvoksi Excel-taulukko suosittelee 5 °C. Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojen hyötysuhteita selvittäessä on muistettava, että Euroopan komission asetuksen mukaan nestekiertoisen lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhteen on oltava vähintään 68 % ja muun kuin nestekiertoisen 73 % [18]. Kuvassa 25 on esitetty esimerkki lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskelmasta.

Rakennuksen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskenta, D3-2012 (voimassa 1.7.2012 alkaen)

Aputaulukot, joilla voidaan laskea lämpöhäviöiden tasauslaskennassa tarvittavat keskimääräiset poistoilmavirrat ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhteet, kun rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja niillä erilaisia käyttöaikoja.

Taulukko 1. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat lämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet
Taulukko 2. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuulumattomat lämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet
Taulukko 3. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat puoliämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet
Taulukko 4. Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuulumattomat puoliämpimien tilojen ilmanvaihtokoneet

Rakennuskohde	As Oy Malliasunto
Rakennuslupatunnus	esimerkki
Rakennustyyppi	Asuinkerrostalo
Pääsuunnittelija	
Laskelman tekijä	Henri Isoaho
Päiväys	7.11.2021

								TASAUSLASKENTA- LOMAKKEESEEN		
								Poistoilmavirta, m ³ [q _{v, p}]	Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _a]	
								3,520	68,2 %	
Taulukko 1. Lämpimät tilat								Käyntiaikatekijät	Ilmanvaihtokoneen LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _{a, vkone}]	
Poistoilman lämmöntalteenottovaatimuksen piiriin kuuluvat ilmanvaihtokoneet		Käyttötapa	Mitoitus- tuloilmavirta m ³ /s	Mitoitus- poistoilmavirta m ³ /s	Käyttö- ilmavirta- kerroin	Käyttöajan keskimääräinen poistoilmavirta, m ³ /s	τ _d τ _w h/vrk vrk/vko	Käyntiajoilla painotettu poistoilmavirta, m ³ /s	Ilmanvaihtokoneen LTO:n vuosihyötysuhde, % [η _{a, vkone}]	
Kone	Palvelualue									
301	Koko rakennus	Jatkuva	1,8	1,85	1	1,850	24	7	1,850	71 %
302	Koko rakennus	Jatkuva	1,5	1,55	1	1,550	24	7	1,550	70 %
331	Uloskäytävä	Jatkuva	0,05		1	0,000	24	7	0,000	0 %
371	Porrashuone	Jatkuva		0,12	1	0,120	24	7	0,120	0 %
						0,000			0,000	
						0,000			0,000	

Kuva 25. Esimerkki lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdelaskelmasta [26].

5.5 Rakentamisaikaiset ja käyttöönoton tehtävät

Rakentamisen aikana LVI-suunnittelijan tehtäviin kuuluvat työmaakokouksiin osallistuminen, tarkastuskierrokset ja työmaa-aikaisten muutosten vieminen suunnitelmiin.

Yleensä projektipäällikkö hoitaa kohteen työmaakäynnit, mutta olisi hyvä, jos suunnittelijatkin pääsisivät työmaalle näkemään suunnitelmiansa toteutusta käytännössä. Projektipäällikkö voi tiedustella asiasta työmaan vastaavalta mestarilta.

Jos kohde on suunniteltu hyvin ja suunnitelmissa ei ole puutteita, rakentamisen aikaiset täydennykset ja muutokset suunnitelmiin ovat vähäisiä. Työmaan loppuvaiheessa suunnittelijan on kuitenkin huolehdittava, että ennalta määritellyt tarkastukset, katselmukset ja luovutusvaiheen lopputarkastus on hoidettu. Kuvassa 26 on esitetty esimerkki ilmanvaihtojärjestelmiin suoritettavista tarkastuksista. Erilaiset vastuut on esitetty kirjaintunnuksin seuraavasti:

- V: vastuuhenkilö, joka allekirjoituksellaan varmentaa kyseisen kohdan
- H: suunnittelija, joka toimittaa suunnitelmat viranomaiselle, jolla malli/suunnitelma hyväksytetään ja tuotekelpoisuudet varmennetaan tai rakennuttajan edustaja, jolla hyväksytetään suunnitelma/asiakirja/malli/työnjohto/työsuoristus
- O: osallistuu.

Toimenpide / Rakennusvaihe		Typpi	ATT	Urakoitsijat	Summit	Venunmittaja	Kosteanalysointiohje	Venunmittaja	Kosteanalysointiohje	Venunmittaja	Kosteanalysointiohje	Liitteet						
				VT	Km-ty	Sähkö	Pääsuunnitelma	ARK	RAK	LVA	SÄF	GEF	Venunmittaja	Kosteanalysointiohje	Venunmittaja	Kosteanalysointiohje		
24 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT																		
24.1	Suunnitelmat laadittu ja toimitettu RAUVAan + työmaalle. Työsaliys ja työohjeet.	hyväksymä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.2	Rakennuskohteen kepoisuus	hyväksymä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.3	Kanaviston laitteet ja tarvikkeet (toimitus, varastointi, suojaukset)	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.4	Ilmaikkain sisäpuolisen kanavan lämpö- ja äänieristykset	malli	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.5	Ilmaikkain määrättyjen alarajan lämpötilan varustuksen (äänenvaimentimet, säätöpöly)	malli	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.6	Ilmaikkain lämpötilan alarajan lämpötilan varustuksen (äänenvaimentimet, säätöpöly)	malli	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.7	Ilmaikkain poistoilmahormin tiivisyys (peruskorjauskriteerit, ohjassa oleva normaali)	malli	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.8	Työvälineiden tarkastukset pelityöjärjestelmät	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.9	Päätteen sijainti, materiaali, suojaus	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.10	Ilmanvaihtokoneiden asennustapa- ja huolto-ohjeet (huom. HUOLLETTAVUUS)	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.11	Asuntojen ilmanvaihtokoneiden asennustapa- ja huolto-ohjeet	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.12	Tuuletin alarajan kanavat, päätteen sijainti, suojaus	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.13	Asennuksen tarkastus, puhdistus- ja tarkastusohjeet	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.14	Kanaviston puhdistus, puhdistus- ja tarkastusohjeet	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.15	Pölysiirtimen tarkastus, puhdistus- ja tarkastusohjeet	mittausloppu	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.16	Kanavien lämpöeristys	mittausloppu	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.17	Kanavien lämpöeristys	mittausloppu	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.18	Ilmanvaihdon mittaus ja säätö (pöytäkirjat)	mittaus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.19	Asuntojen allpaineisuus	mittaus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.20	Ilmanvaihdon tarkistusmittaukset sekä säätöohjeet ja päätteen sijainti, suojaus	mittaus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.21	Ilmanvaihdon tarkistusmittaukset sekä säätöohjeet ja päätteen sijainti, suojaus	mittaus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.22	Vaestuspujan ilmanvaihtolaitteet (rauhanajan toiminta)	mittaus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.23	Pölysiirtimen toiminta	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.24	Pölysiirtimen ja -pölyn asennustarkastus	tarkastus	0	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.25	Toteutus vastakäytävien pölysiirtimen toiminta RAUVAan (MIKÄLI MUUTOKSIA)	hyväksymä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24.26	Toteutettu suunnitelman mukaisesti toteutettujen toimenpiteiden mukaisesti	hyväksymä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Kuva 26. Otsikko työmaan tarkastusasiakirjasta ilmanvaihtojärjestelmiin liittyvien tarkastusten osalta.

Näiden tarkastuksien lisäksi myös rakennusvalvonta edellyttää erilaisia tarkastuspöytäkirjoja eri työvaiheista. Kuvassa 27 on esitetty rakennusvalvonnan lupapisteen ilmanvaihtolaitteiston tarkastuskohteet. Nämä pitää olla suoritettuna, jotta rakennuskohde voidaan vastaanottaa.

Tila	Tarkastuskohde
✓	IV-töiden aloitusvalmius: rakennuslupa lainvoimainen, suunnitelmat leimattu
✓	IV-aloituskokous pidetty
✓	Kanaviston asennukset tarkastettu (kannake, liitos, puhdistettavuus)
✓	Ilmanvaihtolaitteiston tiiviys todettu
✓	Palopeltien asennus tarkastettu ja asennustodistukset tehty
✓	Lämpö- ja paloeristykset tarkastettu (PE asennustodistukset)
✓	IV-järjestelmän puhdistettavuus tarkastettu
✓	IV-järjestelmän puhtaus tarkastettu
✓	Ilmanvaihdon päätelaitteet tarkastettu (tulo- ja poistoventiilit)
✓	Ilmamäärät mitattu ja säädetty (pöytäkirja)
✓	Ilmanvaihto tuotteiden kelpoisuus tarkastettu
✓	Toimintakokeet hyväksytysti suoritettu
✓	Äänitasomittaukset suoritettu
✓	Rakennustyön aikaiset muutokset dokumentoitu suunnitelmiin
✓	IV-työ suunnitelmien mukainen ja käyttöönotettavissa / LVI-valvoja
✓	KVV-loppukatselmus pidettävissä / IV-työnjohtaja
✓	KVV-loppukatselmus pidettävissä / LVI-valvoja

Kuva 27. Rakennusvalvonnan lupapisteen ilmanvaihtolaitteiston tarkastusasiakirja.

Työmaan loppuvaiheessa ilmanvaihtourakoitsija toimittaa punakynäpiirustukset suunnittelijalle, joiden pohjalta suunnittelija laatii loppupiirustukset. Punakynäpiirustuksiin on merkitty kaikki alkuperäisistä suunnitelmista poikkeavat ratkaisut, jotka suunnittelija piirtää puhtaaksi. Loppupiirustukset tallennetaan projektipankkiin ja toimitetaan rakennusvalvontaan arkistoitavaksi.

6 Prosessin kehittäminen

Kun prosessit on tunnistettu ja niiden tehtävät on määritelty selkeästi, on helppo havaita vaiheet, joissa suunnittelijalla on eniten vaikeuksia ja jotka vaativat eniten aikaa. Projektipäällikön on tällä tavoin tarkoitus monitoroida näitä vaiheita ja kehittää näitä kohtia selkeämmiksi suunnittelijan palautteen kautta.

Prosessien kehittämisessä on tärkeintä keskittyä niihin osaprosesseihin, joihin kuuluu arvioitua enemmän työtunteja ja jotka aiheuttavat ennakoimattomia työtehtäviä. Prosessin kehittämisvaihe käsittää viisi eri vaihetta, jotka on esitelty seuraavissa alajaksoissa [27, s. 4].

6.1 Ensimmäinen vaihe – tunnista potentiaaliset ratkaisut

Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan suunnitteluprosessin vaiheet, jotka ovat ylittäneet työmääräarvion. Näille vaiheille tunnistetaan potentiaaliset ratkaisut.

Esimerkitapauksena voisi olla se, että urakkalaskentamateriaali on laadittu ja reikäpiirustusvaiheessa rakennesuunnittelija ilmoittaa, että huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden ulko- ja ulospuhallusilmalaitteiden ulkoseinäläpiviennit eivät voi sijaita suunnitelluilla paikoilla.

Prosessin kehittämisen vastuuhenkilö järjestää palaverin projektipäällikön kanssa, jossa ideoidaan mahdollisia ratkaisuja. Ideointipalaverin lopputuloksena kirjataan talteen kaikki potentiaaliset ratkaisut. Esimerkitapauksessa näitä voisivat olla seuraavat:

- Pyydetään arkkitehtia pienentämään julkisivun aukotuksia, jotta ulko- ja ulospuhallusilmalaitteiden läpiviennit voivat sijaita suunnitelluilla paikoilla.
- Siirretään ulko- ja ulospuhallusilmalaitteiden sijainnit rakennesuunnittelijan ohjeistuksien mukaisesti ilmanvaihdon tasopiirustuksissa.
- Varmistetaan ulko- ja ulospuhalluslaitteiden sijaintien toimivuus rakennesuunnittelijalta ja arkkitehdilta peruskerroksen suunnittelun yhteydessä.

6.2 Toinen vaihe – valitse ratkaisuvaihtoehto

Toisessa vaiheessa valitaan paras ratkaisuvaihtoehto vertailemalla eri vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia.

Esimerkkitapauksessa ensimmäinen vaihtoehto hylätään, koska arkkitehti on jo laatinut omat urakkalaskentavaiheen suunnitelmansa ja esitellyt suunnitelmat kaupunkikuvassa ja rakennusvalvonnassa. Julkisivujen muuttaminen olisi hidasta ja työläs prosessi.

Myös toinen vaihtoehto hylätään, koska tämä ratkaisu edellyttää kaikkien ilmanvaihtosuunnitelmien muuttamista. Kanavointimuutokset saattavat myös aiheuttaa risteilyjä muun tekniikan kanssa ja lisätä alakattojen määrää huoneistoissa. Ratkaisuvaihtoehto siis aiheuttaa työtä monille eri suunnittelualoille.

Kolmas vaihtoehto valitaan, koska tässä tapauksessa ulko- ja ulospuhallusilmalaitteiden paikkojen hienosäätö aiheuttaa vähiten vaivaa. Sijainnit ovat tällöin siis ennen kerrosten kopiointia ja reikäpiirustusvaihetta kunnossa.

6.3 Kolmas vaihe – hallitse riskit

Kolmannessa vaiheessa tunnistetaan ratkaisun tuomat mahdolliset riskit prosessin kokonaisuuteen ja laaditaan suunnitelma niiden hallitsemiseksi.

Esimerkkitapaus ei lisää prosessiin riskejä. Ainoana mahdollisena riskinä voitaisiin nähdä ilmanvaihtosuunnittelijasta riippumattomat riskit, esimerkiksi arkkitehdin tekemät muutokset julkisivuihin. Tällaisiin riskeihin ei kuitenkaan voida varautua prosessissa.

6.4 Neljäs vaihe – laadi täytäntöönpanosuunnitelma

Neljännessä vaiheessa laaditaan täytäntöönpanosuunnitelma, jossa laaditaan aikataulu kehitysratkaisulle, määritellään vastuuhenkilöt ja keitä asia koskee sekä tapa, jolla asiasta tiedotetaan.

Esimerkkitapauksessa vastuhenkilö päivittää ilmanvaihdon suunnitteluprosessia sovitulla tavalla ja aikataululla. Prosessin muutoksesta tiedotetaan osastoa osastopäällikön johdolla.

6.5 Viides vaihe – pilotoi ratkaisuvaihtoehto ja arvioi tulokset

Viidennessä vaiheessa kokeillaan ratkaisua käytännössä ja tarkastellaan, millaisia vaikutuksia prosessin kehittämisen on ollut. Prosessin vastuhenkilö dokumentoi parannukset ja vaikutukset prosessiin.

Esimerkkitapauksessa prosessin kehittämisen vaikutus pitäisi olla se, että vastaavaa ongelmaa ei enää ilmene ja prosessin työmäärän toteuma vastaa arviota.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia asuinkerrostalon ilmanvaihdon suunnitteluprosessit hyödyntäen Rakennustietosäätiön asutosuunnittelun ja taloteknisen suunnittelun tehtäväluetteloita. Taustalla oli tarve yhtenäistää yrityksen suunnittelun kulkua ja saada lopputuloksesta tasalaatuisempaa.

Ilmanvaihdon suunnitteluprosessit jaoteltiin ydin- ja tukiprosesseihin prosessiajattelun teesien mukaisesti. Jokainen ydin- ja tukiprosessi esiteltiin ja niistä tuotiin esille tärkeimpiä sekä haastavimpia vaiheita. Samalla määriteltiin edellytykset vaiheen aloittamiselle ja lopputulokselle.

Työn ohessa laadittiin ilmanvaihtosuunnitteluun lähtötietoluettelo, joka projektin alkuvaiheessa projektipäällikön täyttämänä antaa seikkaperäiset lähtötiedot ilmanvaihtosuunnittelijan käyttöön. Tämän lisäksi laadittiin ilmanvaihdon suunnitteluprosessin eri vaiheiden tarkastuslistat, joita käyttämällä vältetään yleisimmät virheet suunnitelmissa.

Lopuksi esiteltiin periaate suunnitteluprosessin jatkokehitykselle. Tarkoituksena on, että prosesseja hyödynnetään käytännössä ja käytön ohessa kirjataan talteen kohdat, joissa suunnittelijoilla on eniten vaikeuksia ja joihin kuluu eniten aikaa ja resursseja. Prosessien

kehityksen myötä saadaan yhtenäistettyä ja nopeutettua koko ilmanvaihdon suunnittelu-
prosessia luonnos- ja tilavaraussuunnittelusta aina rakennuksen käyttöönottoon asti.

Lähteet

- 1 Sitowise. 2019. Verkkoaineisto. Sitowise. <<https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>>. Luettu 23.10.2019.
- 2 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAK LVI SÄH. 2004. RT 10-10827. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 3 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. RT 10-11290. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 4 Prosessijohtaminen. Verkkoaineisto. Sosiaalitaito. <<http://sosiaalitaito.fi/ep/tiedostot/prosessijohtaminen.pdf>>. Luettu 30.12.2020.
- 5 Sarén-Koivu, Annamari. 2017. Prosessien kuvaaminen ja prosessiajattelun käyttöönotto. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 6 Lecklin, Olli. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5., uudistettu painos. Helsinki: Talentum.
- 7 Virtanen, Petri. & Wennberg, Mikko. 2005. Prosessijohtaminen julkishallinnossa. Helsinki: Edita.
- 8 Sisäilmaluokitus 2018. 2018. RT 07-10629. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 9 Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>>. Luettu 12.11.2019.
- 10 Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen. 2017. Helsinki: Finvac ry.
- 11 Launiainen, Minna. 2017. LVIA-suunnitteluohje. Helsinki: Helsingin kaupunki. Kaupunkiympäristö. Asuntotuotanto.
- 12 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 13 Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. 2017. Helsinki: Finvac ry.

- 14 Radonin torjunta. 2012. LVI 37-10513. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 15 Helen Sähköverkko Oy:n kiinteistömuuntamotilan suunnittelu- ja rakentamisohje. 2017. Helsinki: Helen Sähköverkko Oy.
- 16 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas>>. Luettu 17.12.2019.
- 17 SFP-opas: Opas ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon määrittämiseen, laskentaan ja mittaamiseen. 2009. LVI-tekniikkateollisuus ry.
- 18 Komission asetus (EU) N:o 1253/2014. 2014. Euroopan komissio.
- 19 Kanerva, Tapio. 2015. Sovellusasiantuntija, FläktGroup Finland Oy. Tuote-esitely 18.10.2015.
- 20 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 1010/2017. Oikeusministeriö.
- 21 Ääniympäristö. 2018. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 22 Rantio, Nikke. 2020. Rakennusautomaatiosuunnittelija, Sitowise Oy. Sähköpostikeskustelu 8.12.2020.
- 23 Palovaroitin. 2020. Verkkoaineisto. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. <<https://www.spek.fi/turvallisuus/varautuminen-ja-paloturvallisuus/palovaroitin/>>. Luettu 9.1.2021.
- 24 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon laskenta (Excel). 2013. LVI 30048. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 25 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2017. 1048/2017. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 26 D3 LTO-laskin 2012, versio marraskuu 2011 (Excel). 2011. LVI 30047. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
- 27 Carleton, Sarah. 2017. The Black Belt Memory Jogger + A Pocket Guide for Six Sigma DMAIC Success. Mehtuen, Yhdysvallat: Goal/QPC.

Ilmanvaihdon suunnittelun lähtötietoluettelo

Kohdetiedot	
Tilaaaja:	
Kohteen nimi:	
Lupatunnus:	
Projektinnumero:	
Katuosoite:	
Kaupunki:	
Kortteli:	
Tontin numero:	
Rakennustyyppi:	
Pinta-ala:	
Asuntojen lukumäärä:	
Autohalli, autopaikkojen lukumäärä:	
Projektipankki/kopiolaitos:	

Suunnittelijat		
	Yritys	Projektipäällikkö/vastaava suunnittelija, yhteystiedot
ARK		
RAK		
LVI		
SÄH		
GEO		
SPR		
PALO		

Rakennuksen tiedot		
Rakennustyyppi		
	Pistetalo	
	Lamellitalo	
Kerrosten lukumäärä:		
Paikoitustilat		
	Autopaikat ulkona, ei autohallia	
	Kylmä autohalli	
	Puolilämmin autohalli	
	Lämmin autohalli	
Autopaikkojen lukumäärä:		
Autohallin pinta-ala:		
	Korkea rakennus	
	Tekniikkakerros	

Rakennetiedot		
Alapohja		
	Ryömintätila	
	Maanvarainen	
	Paikallavalu	
	Ontelolaatta	
		370 mm

Välipohja		
	Paikallavalu	
	Ontelolaatta	
	Kololaatta (märkätilat)	
Yläpohja		
	Paikallavalu	
	Ontelolaatta	
Katto		
	Tasakatto/paputila	
	Harjakatto	
	Pulpettikatto	
Märkätilat		
	Paikalla rakennettavat	
	KPH-elementti	
Hormit/kuilut		
	Betonirakenteinen hormielementti	
	Talotekniikkahormi (esim. Uponor Riser Port)	

	KPH-elementtien yhteydessä	
	Paikalla rakennettavat levyhormit	
	Kuilut	
Sähkönousut		
	asuntolinjoittain hormielementtien yhteydessä	
	asuntolinjoittain erillisinä, esim. koteloitu kaapelihylly	
	Käytävällä kuilussa/hormissa, kaapelointi käytävän alakatossa.	

Ilmanvaihto		
Yleiset vaatimukset		
Sisäilmaluokituksen tavoitearvo		
	S1	
	S2	

Keskitetty ilmanvaihto		
Tekniset vaatimukset		
LTO-tyyppi		
	vastavirtakenno	
	Econet / Econet Premium	
	glykoli	
	ristivirtakenno	
SFP-luku		
	Määräysten mukainen minimi	
	Kohdekohtainen tavoitearvo	
lämpötilahyötysuhde		
	Määräysten mukainen minimi	
	Kohdekohtainen tavoitearvo	
vuosihyötysuhde		
	Määräysten mukainen minimi	
	Kohdekohtainen tavoitearvo	
tehostusilmavirta (+30 %, +50 %)		
yötuuletus (ääniarvot)		
Tehostuksen ohjaus		
	Liesikuvusta	
	Erillinen ohjauspaneeli	
Konehuoneen sijainti		
	Vesikatolla	
	Ylin asuin kerros	Huom. konehuonekerroksen tilojen IV-toteutus
	Kerroskohtaiset koneet	
	Muu sijainti, missä? (perusteet)	Huomioitava mahdolliset tekniset ongelmat

Runkokanavat		
	Paputilassa	
	Ullakkotilassa	
Kanavanousut		
	Betonirakenteisessa hormielementissä	
	levyroiloissa	palo/äänieriste
Ilmanvaihdon tehostustapa		
	Liesikuputehostus + tuloilman lisäys	
	Peruspoiston + tuloilmamäärän lisäys	
	IMS	Tyyppi:
	Moottoripelti	Tyyppi:
	Erillinen tulokanava tehostukselle.	
	Korvausilma suoraan ulkoa	Varmistettava rakennusvalvonnan kanta ja toteustapa ennen suunnittelun aloitusta.

Liesikuvut / liesituulettimet		
Liesikuvun tyyppi		
	Hyväksytty palonrajoittimeksi	Teknisten vaatimusten täyttämiseksi määritellään tarvittaessa kuristin ja äänenvaimennin.
	Ääniteknisesti ok, ei vaimenninta	
	Kärkitieto/liesikuputehostus	
	Mekaaninen tehostusläppä	
	Sähköinen tehostusläppä painikeohjauksella	
	Mahdollisuus tehostusläpän RAU-ohjaukseen esim. yötuule- tusta varten.	
	Liitetään iv-koneelle	
	Liitetään koneelliseen poistoon	
	Liesituuletin	Huom. erilliskanavat
	Liesituuletin aktiivihillisuodattimella	Huom. keittiön peruspoisto 20 dm ³ /s

Muut tulo/poistokoneet lämmön talteenotolla		
	Liiketilat	
	Ravintola/ravintola- keittiö, rasvakanava	Huom. Laitetiedot (lämpökuormat jne. mitoitusta varten)
	Talosauna, pesu- ja pukuhuone	
	Kerhotila, yhteistilat	
	Autohalli (puolilämmin/lämmin)	pyörivä lto
		nestekiertoinen (huom. hyötysuhdevaatimus)
	Muu tila, käyttötarkoitus:	

Hajautettu ilmanvaihto		
Ohjaus		
	Liesikuvusta	
	Erillinen ohjauspaneeli	
Koneen sijainti		
	KPH	Pesutornin päällä vain 125 mm kanavalähdöillä ja 90° kulmayhteet lyhyellä rak.pituudella. Toteutettavuus tarkistettava erikseen.
	Tekninen tila asunnon ulkopuolella, missä?	
	Erillinen tekninen tila asunnossa	
Kondenssiviemärointi		
	Märkätilan lattiakaivoon	
	Tekniikkatilan lattia-/kuivakaivoon	
	muualle, minne?	
Jäteilmakanavat		
	Betonirakenteisessa hormielementissä	
	Levyroiloissa	palo/äänieriste
	Jäteilman seinäpuhallus	
Liesikuvut		
Liesikuvun tyyppi:		
	Liitetään huoneisto-kohtaisen IV-koneen LTO-ohitukseen	
	Liitetään huoneisto-kohtaisen IV-koneen yleispoistoon.	
	Liitetään koneelliseen poistoon	
	Liesituuletin	

Erillispoistot		
Tila	Tyyppi	
	Ryömintätila	
	Radonputkitus	
	Kuivausrummut	Kuivausrummun tyyppi/ilmamäärä
	Kylmä jätehuone	
	Autohalli	
	LJH ylälämmön poisto	
	Sähkö- ja teletilat	

	Porraskäytävien osat tai muut yksittäiset pienemmät tilat esim. osastointivaatimusten vuoksi	Huom. Tarkistettava vaikutus energiatehokkuuteen.
	Talomuuntamon ilmanvaihto	Energialaitoksen suunnitteluohjeen mukaan.

Päätelaitteiden sijainti ja tyyppi		
Tila	Venttiilityyppi	Sijainti
Märkätilat ja erillis-WC, poisto		Katto, suihkutilan alueella, WC-istuimen tuntumassa
Löylyhuone, poisto		Katossa, tuloilmaventtiinä nähten vastakkaisessa nurkassa / Lauteen alla, saunakanava
Löylyhuone, tulo		
Asuintilat, tuloilma		Seinä, kotelon pystysivu tai vastaava
Asuintilat, tuloilma		Katto, kotelon alapinta tai vastaava

Ilmanvaihdon suunnittelun tarkastuslista

Suunnitteluvaihe: Luonnossuunnittelu/Hormit/tilavaraukset	
Tarkastaja:	
Tarkastuspvm:	
Suunnitelmien ulkoasu	
Nimiön tiedot tarkistettu: oikea kohde, osoitetiedot, suunnittelualue jne.	
Huomioitu tekstien luettavuus myös paperitulosteissa	
Tekstikoot ja tietosisältö riittävät	
Viiteviivat johdonmukaisia, ei risteämiä	
IV	
Porrashuoneiden ja hissien IV-koneet ja kanavoinnit huomioitu hormoneissa	
Hätäpoistumisteiden erilliset osastot / varauduttu erillispoistoihin	
Keskitetty IV	
IV-koneiden koneajo/konekoko tarkistettu, vastaa mitoitusilmamääriä	
konekoko/koneen mitat	
konemitoituksessa huomioitu tuloilman jäähdytys ja muuta tarvittavat laitteet	
IV-koneen edessä koneen levyinen huoltotila	
Koneen takana 400 mm tila	
kanavamitoituksessa huomioitu tehostusvara n. 30 % (runkokanavien väljätkö mitoitus perusilmavirroilla)	
Konehuoneessa kaikki kanavalähdöt varustettu IRIS-pelleillä ja puhdistusluukuilla	
Kammioiden ja kanavien lämpöeristykset	
Raitisilmasäleikköjen mitoitus. Otsapintanopeus < 2 m/s	
Raitisilmasäleikköjen alareuna min 900 mm kattopinnasta, huom. IV-konehuoneen sisäpuolinen katon korkeus vs. vesikaton ulkopinta	
Suojaetäisyydet jäteilmalaitteisiin, ikkunoihin, tuuletusviemäriin jne.	
Painesuhteiden varmistaminen poiston tehostustilanteessa:	
tuloilman lisäys	
korvausilmaventtiili ulkoseinällä (tarkistettava rakennusvalvonnan kanta)	
Hajautettu IV	
Huom. suojaetäisyydet 2018 asetuksen mukaiset	
Raitisilmasäleikköjen suojaetäisyydet tarkistettu (huom. min. 3 m viereisen asunnon parvekkeesta, eri paloalueiden koneiden säleikköjen vaakaetäisyys säleikköjen reunasta reunaan min. 500 mm)	
Jäteilmalaitteiden suojaetäisyydet tarkistettu (huom. seinäpuhallus)	
Muiden tilojen ilmanvaihto ja erillispoistot	
Jätehuone kylmä/puolilämmin (tarkistettu tilan lämmitysteho)	

Autohalli kylmä/puolilämmin/lämmin, mahdollinen ilmalämmitys huomioitu konemitoituksessa	
Yksittäisten käytäväosuuksien ja pienempien tilojen koneellinen poisto	
LJH/muut tekniset tilat, yllämmön poisto	
Ryömintätilan radonpoisto, maanvaraisen laatan radonputkiston poisto	
Kuivausrumpujen erillispoistot	

Suunnitteluvaihe: Peruskerros	
Tarkastaja:	
Tarkastuspvm:	
Suunnitelmien ulkoasu ja yleiset asiat	
Nimiön tiedot tarkistettu: oikea kohde, osoitetiedot, suunnittelualue jne.	
Huomioitu tekstien luettavuus myös paperitulosteissa	
Tekstikoot ja tietosisältö riittävät: virtaamatiedot, painehäviöt, esisäättöarvot	
Putki- tai kanavakoon muutokset esitetty	
Viiteviivat johdonmukaisia, ei risteämiä	
Ei ylimääräisiä avoimia putken- tai kanavanpäitä	
MagiCADin virtaamaliitokset kaikissa nousuissa ja järjestelmissä, samat numerot nousujen molemmissa päissä.	
MagiCADin projektitiedostossa ei ylimääräisiä komponentteja samalla laitetunnuksella	
IV	
Ohjauspaneelin paikka esitetty tasokuvissa, ellei ohjaus liesikuvusta	
Tuloilmaan M1- luokitettu ÄV	
Peruspoistoon ja keittiön vaimennusmateriaali mineraalivilla	
Kanavasunnittelussa huomioitu äänitekniset ratkaisut	
Vältetty t-kappaleita poikittain virtaussuuntaan nähden (virtaus- ja ääniteknisesti huono ratkaisu)	
Ennen päätelaitetta kanavassa "ääniloukku", eli kanavahaaran ohitse min 150 mm haara + tulppa	
Ennen päätelaitetta suora kanavaosuus 3 x kanavahalkaisija (suositus)	
Tuloilmalaitteiden heittopituus, sijainti ja puhallussuunta oikein valittu	
Ilmamäärät ja esisäättöarvot päätelaitteille	
Oviraot merkitty	
Asuntokohtaiset ilmamäärätaulukot: poissaolo/tehostus/perus	
Painesuhteet huomioitu. Uusien määräysten mukaan +/- 0 (voi olla myös hieman alipaineinen)	
Kanavaeristeet merkitty	
Porrashuoneiden ja hissien IV-koneet ja kanavoinnit huomioitu hormeissa ennen kerrosten kopiointia	
Saunan poisto tavallinen KSO vai KSO-S (puunupillinen suljettava)	
Puhdistettavuus huomioitu kanavasunnittelussa	

Keskitetty IV	
Jos esim. simulaation perusteella vaaditaan yötuuletus, ääniarvolaskelma myös tehostusilmavirroilla	
Suojaetäisyydet säätöpeltien ja IMS:n molemmin puolin laitevalmistajan speksien mukainen. Huom. riittävä etäisyys esim. Lindab KVdpr-vaimentimeen	
Keittiöhaaraan ÄV, vaimennusmateriaali mineraalivilla, ellei liesikuvun vaimennusarvot riitä, vaimentimen asennettavuus varmistettu mittakuvista: mahtuuko maustehyllyn taakse tai yläkaappien päälle	
kanavamitoituksessa huomioitu tehostusvara n. 30 % (runkokanavien väljätkö mitoitus perusilmavirroilla)	
Painesuhteiden varmistaminen poiston tehostustilanteessa:	
tuloilman lisäys	
korvausilmaventtiili ulkoseinällä (tarkistettava rakennusvalvonnan kanta)	
Hajautettu IV	
Huom. suojaetäisyydet 2018 asetuksen mukaiset	
Raitisilmasäleikköjen suojaetäisyydet tarkistettu. (huom. min. 3 m viereisen asunnon parvekkeesta, eri paloalueiden koneiden säleikköjen vaakaetäisyys säleikköjen reunasta reunaan min. 500 mm)	
Konevalinnassa huomioitu kanavapaineet, tehostusilmavirrat ja ääniarvot	
Liesikupu kytketty LTO-ohitukseen (liesikupuliitäntään)	
Raitisilmasäleikön tuntumassa puhdistusluukku	
Muiden tilojen ilmanvaihto ja erillispoistot	
Yksittäisten käytäväosuuksien ja pienempien tilojen koneellinen poisto	

Suunnitteluvaihe: Urakkalaskenta/työkuvat	
Tarkastaja:	
Tarkastuspvm:	
Suunnitelmien ulkoasu	
Oikean kerroksen arkkitehtipohja referenssinä	
Referenssipohjat oikeilla layereilla	
Nimiön tiedot tarkistettu: oikea kohde, osoitetiedot, suunnitteluala, Suunnittelija/tarkastaja/hyväksyjä -merkinnät	
Huomioitu tekstien luettavuus myös paperitulosteessa	
Tekstikoot ja tietosisältö riittävät: virtaamatiedot, painehäviöt, esisäättöarvot	
Putki- tai kanavakoon muutokset esitetty	
Viiteviivat johdonmukaisia, ei risteämiä	
IV	
Ohjauspaneelin paikka esitetty tasokuvissa, ellei ohjaus liesikuvusta	
Tuloilmaan M1- luokitettu ÄV	

Peruspoistoon ja keittiön vaimennusmateriaali mineraalivilla	
Kanavasunnittelussa huomioitu äänitekniset ratkaisut	
Vältetty t-kappaleita poikittain virtaukseen nähden	
Ennen päätelaitetta suora osuus 3 x kanavahalkaisija (suositus)	
Tuloilmalaitteiden heittopituus, sijainti ja puhallussuunta oikein valittu	
Ilmamäärät ja esisäättöarvot päätelaitteille	
Oviraot merkitty	
Asuntokohtaiset ilmamäärätaulukot: poissaolo/tehostus/perus	
Painesuhteet huomioitu. Uusien määräysten mukaan +/- 0 (voi olla myös hieman alipaineinen)	
Kanavaeristeet merkitty	
Vesikatolla hormien kohdalla tai välittömässä läheisyydessä ja pitempien kanavavetojen keskellä tarkastuslaatikot ja puhdistusluukut	
Puhdistusluukut hormien alapäässä	
Puhdistettavuus huomioitu kanavasunnittelussa	
Porrashuoneiden ja hissien IV-koneet ja kanavoinnit huomioitu	
Talopesulan kuivausrummun lämpökuorma huomioitu ilmanvaihdossa. (poisto kuivausrummun tuntumaan, riittävä kanavamitoitus ja tehostus)	
Keskitetty IV	
IV-koneiden koneajo tarkistettu, vastaa mitoitusilmamääriä	
konekoko/koneen mitat	
konemitoituksessa huomioitu tuloilman jäähdytys ja muuta tarvittavat laitteet	
IV-koneen edessä koneen levyinen huoltotila	
Koneen takana 400 mm tila	
laskelmat perusilmamäärillä/tehostusilmamäärillä puhaltimien toimintapisteet	
SFP-luku vaatimusten ja lähtötietojen mukainen	
äänitaso huomioitu, IV-koneiden ääniarvotaulukko eri taajuuksilla esitetään suunnitelmassa (konehuoneen tasokuva tai IV-detallit)	
jos esim. simulaation perusteella vaaditaan yötuuletus, ääniarvolaskelma myös tehostusilmavirroilla	
Suojaetäisyydet säätöpeltien ja IMS:n molemmin puolin laitevalmistajan speksien mukainen. Huom. riittävä etäisyys esim. Lindab KVdpr-vaimentimeen	
Keittiöhaaraan ÄV, vaimennusmateriaali mineraalivilla, ellei liesikuvun vaimennusarvot riitä, vaimentimen asennettavuus varmistettu mittakuvista: mahtuuko maustehyllyn taakse tai yläkaappien päälle	
kanavamitoituksessa huomioitu tehostusvara n. 30 % (runkokanavien väljätkö mitoitus perusilmavirroilla)	
Konehuoneessa kaikki kanavalähdöt varustettu IRIS-pelleillä ja puhdistusluukuilla	
Kammioiden ja kanavien lämpöeristykset	
Runkokanavien riittävä lämpöeristys paputilassa / ullakkotilassa	
Raitisilmasäleikköjen otsapintanopeus < 2 m/s	
Ilmanotossa huomioitu olosuhdevaatimukset; lumi/myrskysäleikkö	

Ilmanoton kammio riittävän suuri	
Runkokanavien virtausnopeus < 5 m/s	
Raitisilmasäleikköjen alareuna min. 900 mm kattopinnasta, min. 2000 mm maan pinnasta, pihakannesta tai vastaavasta tasosta	
Suojaetäisyydet jäteilmalaitteisiin, ikkunoihin, tuuletusviemäriin jne.	
Irtaimistovarastot omilla kanavanousuilla ja varustettu palonrajoittimilla	
Painesuhteiden varmistaminen poiston tehostustilanteessa:	
tuloilman lisäys	
korvausilmaventtiili ulkoseinällä (tarkistettava rakennusvalvonnan kanta)	
Hajautettu IV	
Raitisilmasäleikköjen suojaetäisyydet tarkistettu. (huom. min. 3 m viereisen asunnon parvekkeesta, eri paloalueiden koneiden säleikköjen vaakaetäisyys säleikköjen reunasta reunaan min. 500 mm)	
Jäteilmalaitteiden suojaetäisyydet tarkistettu (huom. seinäpuhallus)	
Konevalinnassa huomioitu kanavapaineet, tehostusilmavirrat ja ääniarvot.	
Liesikupu kytketty LTO-ohitukseen (liesikupuliitäntään)	
IV-detaalit	
Päätelaitteet ja muut komponentit määritelty	
kaikki tulo- ja poistoilmaventtiilityypit	
Liesikupu	
säätöpellit	
äänenvaimentimet	
ulospuhallushajottimet	
ulkosäleiköt	
siirtoilmasäleiköt	
Tarkastuslaatikot ja kokoojalaatikot periaatekuva/leikkaus	
Säätöpeltien tyyppi ja asennusdetalji	
Palopeltien tyyppi ja asennusdetalji	
UPH asennusdetalji	
Huippuimurin asennusdetalji	
Muiden tilojen ilmanvaihto ja erillispoistot	
Jätehuone kylmä/lämmin (tarkistettu tilan lämmitysteho)	
Autohalli kylmä/puolilämmin/lämmin. Mahdollinen ilmalämmitys huomioitu konemitoituksessa	
Yksittäisten käytäväosuuksien ja pienempien tilojen koneellinen poisto	
LJH/muut tekniset tilat, yllämmön poisto	
Ryömintätilan radonpoisto, maanvaraisen laatan radonputkiston poisto	