

Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa

30.11.2019

korjaus 28.1.2020

FINVAC ry

Suomen LVI-liitto SuLVI ry

VVS Föreningen i Finland rf

Sisäilmäyhdistys ry

Lämpöinsinööriyhdistys ry

ja

Rakennustarkastusyhdistys RTY ry

Talotekninen teollisuus ja kauppa ry

FINVAC

The Finnish Association of HVAC Societies

ESIPUHE

Tämä opas käsittelee ilmanvaihdon mitoittamista ympäristöministeriön asetuksen¹ mukaisesti. Opas korvaa liitteen 1 vuoden 2012 Määräyksissä ja ohjeissa². Opas on tulos ympäristöministeriön kesällä 2017 käynnistämästä hankkeesta, jonka tekijä oli FINVAC (The Finnish Association of HVAC Societies). FINVAC-organisaation jäseniä ovat Suomen LVI-liitto SuLVI ry, VVS Föreningen i Finland rf, Sisäilmayhdistys ry ja Lämpöinsinööriyhdistys ry. Vuonna 2017 julkaistua opasta on täydennetty vuoden 2019 aikana erillisessä hankkeessa, jossa mukana olivat edellisten organisaatioiden lisäksi edustettuna Rakennustarkastusyhdistys RTY ry ja Talotekninen teollisuus ja kauppa ry (Talteka).

Hankkeen projektiryhmään kuuluivat vuonna 2017 Olli Seppänen, FINVAC; Jorma Railio, SuLVI; Tiina Strand, SuLVI; Siru Lönnqvist, VSF; Jorma Säteri, Sisäilmayhdistys; Mervi Ahola, Sisäilmayhdistys ja Tuomo Niemelä, Granlund Oy, vuonna 2019 hankeryhmään kuuluivat: Olli Seppänen, FINVAC; Tiina Strand, SuLVI; Siru Lönnqvist, VSF; Jorma Säteri, Sisäilmayhdistys; Mervi Ahola, Sisäilmayhdistys, Ilkka Räinen, RTY ja Juhani Hyvärinen, Talteka. Ympäristöministeriön puolesta hankkeita valvoivat rakennusneuvos Pekka Kalliomäki ja ympäristöneuvos Maarit Haakana.

Hankkeiden tavoitteena oli tehdä opas ilmanvaihdon ilmavirtojen ohjearvoiksi. Hankkeissa lähdettiin liikkeelle D2/2012-ohjeen taulukoista ja Suomen LVI-liiton D2-uusintatarveselvityksessä 2014³ esille tulleista puutteista ja muutostarpeista. Vuoden 2017 hankkeessa kerättiin kokemukseen perustuvaa tietoa ilmanvaihdon mitoituksesta ja riittävydestä ilmanvaihdon asiantuntijoilta nettikyselyiden, asiantuntijahaastattelujen sekä työpajojen avulla. Vuoden 2019 hankkeessa kerättiin samoilla menetelmillä kokemuksia oppaan tarkoituksenmukaisuudesta ja käytäntöön sopivuudesta vuoden käytön jälkeen. Kerätyn tiedon perusteella oppaaseen tehtiin muutoksia. Erityisesti korostettiin paine-erojen hallintaa ilmavirtojen tasapainotuksen avulla.

Molemmissa hankkeissa otettiin huomioon tuoreimpien EU hankkeiden tulokset sekä CEN-standardien sisältö ja soveltuvuus Suomessa, myös Pohjoismaiden säännöksistä ja ohjeista kerättiin tietoa. Oppaan taustamateriaali on koottu hankkeen loppuraporttiin⁴.

Hankkeiden lopputulos muodostui synteesisinä yllä kuvatulla tavalla kerätystä tiedosta (käyttäjien, suunnittelijoiden ja rakennuttajien kokemukset, suomalaiset selvitykset ja kansainväliset suositukset) sekä suomalaisista säädöksistä ja ohjeista kuten Sisäilmastoluokitus.

Hankkeissa määriteltiin erilaisten rakennusten tyyppisten huonetilojen ilmanvaihdon tarve, laitemitoituksen ja käytön kannalta, lähtien liikkeelle tilan epäpuhtauskuormasta ja tavoitellusta sisäilman laadusta. Lämpöolojen tai erityisten epäpuhtauslähteiden hallitsemiseksi tarvittavia ilmavirtoja ei käsitelty.

Hanke kohdistui pääasiallisesti ilmanvaihdon ulkoilmavirtojen valintaan ja mitoittamiseen, mukaan otettiin yleisiä rakennustyyppikohtaisia suunnitteluun ja ilmanvaihdon järjestelyyn liittyviä opastuksia. Hankkeessa ei käsitelty ilmanvaihdon teknistä toteutusta.

Projektiryhmän puolesta

Helsinki, marraskuussa 2019
Olli Seppänen
Projektiryhmän puheenjohtaja

¹ Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017

² Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012.

³ D2-uusintatarveselvitys, Suomen LVI-liitto SuLVI ry, 2014, <https://sulvi.fi/d2hanke/>

⁴ Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet, FINVAC ry, 2017. www.ym.fi.

SISÄLLYSLUETTELO

1	ILMANVAIHDON MITOITUKSEN YLEISET PERIAATTEET	4
2	VETO	6
3	ILMANVAIHDON ILMAVIRTOJA RAKENNUS- JA TILATYYPEITTÄIN	7
3.1	Asuinrakennukset	7
3.2	Toimistorakennukset	8
3.3	Opetusrakennukset ja päiväkodit	9
3.4	Sairaalat ja lääkärikeskukset	11
3.5	Asumispalvelut (hoivakodit, palvelutalot, tuettu asuminen)	12
3.6	Ravintolat	14
3.7	Hotellit	15
3.8	Myymälät	15
3.9	Liikuntatilat ja uimahallit	16
3.10	Puolustushallinnon rakennukset	18
3.11	Teatterit ja muut julkiset tilat	20
3.12	Työtilat (muut kuin toimistot tms.)	21
3.13	Keittiöt ja niiden aputilat	22
3.14	Tiloja, joita on monessa rakennustyyppissä kuten hygieniatilat	23
3.15	Tekniset tilat	24
4	HIILIDIOKSIDIN TUOTTOON PERUSTUVA ILMANVAIHDON MITOITUS	25

1 ILMANVAIHDON MITOITUKSEN YLEISET PERIAATTEET

Tämä opas selventää ympäristöministeriön asetusta rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, ilmanvaihdon mitoittamisen osalta. Opas koskee, kuten asetus, uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelua ja rakentamista, sekä rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, ja kaikkia ilmanvaihtotapoja. Esitetyt vähimmäisilmavirrat perustuvat hyvän sisäilmanlaadun ylläpitämiseen tiloissa, joissa on tavanomaista käyttöä vastaava määrä kosteus-, epäpuhtaus- ja hajulähteitä. Esitetyt ilmavirrat edellyttävät myös, että rakentamisessa on käytetty vähäpäästöisiä materiaaleja. Jos materiaalit eivät ole vähäpäästöisiä tai tilassa on poikkeuksellisia epäpuhtauslähteitä, ilmanvaihdon tulee olla tässä oppaassa esitettyä suurempi.

Yliämpenemisen estäminen edellyttää yleensä tässä esitettyjä suurempia ilmavirtoja tai erillistä jäädytystä. Yliämpenemisen estämisestä on energiasuunnittelun osalta erillinen ympäristöministeriön opas⁵. On huomattava, että ulkoilmavirran lisääminen laskee keskimääräistä huonelämpötilaa, mutta ei huippulämpötiloja. Myös kosteuden määrä (mm. uimahallit) saattaa olla ilmanvaihdon suuruuden mitoittava tekijä. Esitetyt ilmavirrat ovat ohjeellisia ja niiden lopullinen valinta on tehtävä kulloisenkin tapauksen mukaisesti. Mitoituksessa on otettava lisäksi huomioon rakennushankkeeseen ryhtyvän asettamat vaatimukset ja tavoitteet. Käytön aikana ilmanvaihto voi olla mitoitusilmavirtoja pienempi, silloin kun mitoituksen perustana olevat ilmanvaihtoa kuormittavat tekijät ovat mitoitusilannetta pienemmät.

Mitoituksen ohjeavot on annettu myös ilmavaihdon aiheuttamalle ilman liikkeelle vedontunteen estämiseksi. Ilmanvaihtolaitteet aiheuttavat aina ääntä, joka voidaan joskus kokea häiritseväksi. Meluhaittojen estäminen on otettava huomioon suunnittelussa. Ääniympäristöä on käsitelty ympäristöministeriön asetuksessa⁶ rakennuksen ääniympäristöstä, sen muutoksessa⁷ ja sitä täydentävissä ohjeissa ja oppaissa.

Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Jos henkilömäärää ei ole suunnitteluvaiheessa luotettavasti määritettävissä, käytetään huonekohtaista, pinta-alaan, laitteiden tai kalusteiden määrään perustuvaa mitoitusta. Tässä oppaassa esitetään ohjeavot käyttöajan ilmanvaihdon mitoitukseen rakennustyyppittäin.

Vähimmäisulkoilmavirta on $6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$. Joissakin rakennuksissa ja tiloissa voi olla käyttötarkoituksesta riippuvaa lisäilmavirran tarvetta, jolloin vähimmäisilmavirta on suurempi kuin $6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$. Suurempi epäpuhtauskuorma on näissä tiloissa verrannollinen henkilömäärään ja ilmanvaihdon tarve voidaan ilmaista henkilömäärän perusteella (esim. liikuntatilat, sairaalat ja hoitolaitokset ja eräät työtilat). Tiloissa, joissa oleskellaan vain lyhytkestoisesti, kuten käytävät, ulkoilman asemasta tai sitä osin korvaavana voidaan käyttää siirtoilmaa tätä tilaa puhtaammista huoneista.

Ilmanvaihto on mitoittettava siten, ettei tilan laskennallinen hiilidioksidipitoisuus ylitä ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta yli 800 ppm:llä tilan suunnittelussa käytetyllä henkilömäärällä ja toiminnalla. Hiilidioksidipitoisuuden laskentaa on esitetty luvussa 4 ja tarkemmin laskentaoppaissa^{8,9}.

Pääsääntöisesti rakennuksen tai sen osan kokonaistulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan yhtä suuriksi siten, ettei rakennusvaipan yli synny haitallisia paine-eroja. Ilmavirtojen lopullinen asettelu/säätö on tehtävä siten, ettei ilmanvaihto aiheuta ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli eikä alipaine ole haitallisen suuri (yleensä alle 5 Pa). Paine-erojen mittaamista on käsitelty erillisessä oppaassa¹⁰. Paine-erot eivät saa ylittyä

⁵ Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen RakMK D3 2012 mukaan, 2012, www.ym.fi

⁶ Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017

⁷ Asetus 360/2019 rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta

⁸ Laskentaopas Tilan ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella, 2018, www.ym.fi

⁹ Ulkoilmavirran mitoituslaskin 28.2.2018. www.ym.fi

¹⁰ Rakennusten paine-erojen mittaushje, 2019, www.ym.fi

pitkäkestoisesti myöskään tehostettaessa tai pienennettäessä ilmavirtoja. Paine-erojen huomioonottaminen suunnittelussa on erityisen tärkeää korkeissa rakennuksissa, josta tarkemmin viitteessä¹¹.

Hormivaikutuksen synnyttämien haitallisten paine-erojen estäminen saattaa edellyttää myös ovien ja seinien käyttöä paine-erojen ja ilmavirtauksien pienentämiseksi. Ilmanvaihtovyöhykkeen sisällä tulo- ja poistoilmavirtojen suuruus määritetään siten, että ilma virtaa puhtaammista tiloista likaisempiin päin. Tuloilmavirran on vastattava suuruudeltaan poistoilmavirtaa myös, kun tilassa käytetään ajoittain erillispoistoja. Suunnitelmissa on esitettävä, miten erillispoistojen korvausilma tuodaan (paikallispoistot, huuvat, liesikuvut, keskuspoilynimuri jne.). Myös takan palamisilman reitti on suunniteltava.

Siirtoilmareitit ja tehostetun ilmanvaihdon ulkoilmareitit on suunniteltava siten, etteivät paine-erot rakennuksessa muutu haitallisesti. Tämä merkitsee sitä, että painehäviö ilmareiteissä on pienempi kuin 5 Pa. Ilmanvaihtoon tarkoitettu siirtoilma ei saa kulkea useamman kuin yhden huoneen kautta.

Ilmanvaihdon suuruutta määritettäessä on huomattava, että ilmanvaihdon suurentaminen ohjearvoista ei välttämättä paranna ilmanlaatua. Erityisesti talvella sisäilma kuivuu ilmanvaihdon kasvaessa. Suuri ilmanvaihto voi lisätä myös veto- ja meluhaittoja. Ilmanvaihdon suurentaminen lisää energiankulutusta.

Ilmanvaihdon ulkoilma-aukot on sijoitettava siten, että ilmanvaihtoon otettava ulkoilma on olosuhteisiin nähden mahdollisimman puhdasta. Ulkoilma-aukkojen sijoittelua epäpuhtausläheisiin nähden on käsitelty mm. Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppaassa¹².

Rakennusten ja tilojen käyttö voi vaihdella ajasta riippuvana. Turhan ilmanvaihdon välttämiseksi ilmanvaihdon on oltava ohjattavissa tilan käytön ja ilmanvaihdon tarpeen mukaisesti, kun tilan käyttö vaihtelee merkittävästi (käyttöaste alle 50 %) esim. neuvotteluhuoneet, salit ja monet muut yleisötilat.

Ilmanvaihtoa voidaan ohjata tarpeen mukaan käyttäen indikaattorina esim. henkilömäärää, hiilidioksidipitoisuutta, läsnäolotunnistinta tms. Tarpeenmukaisessa ohjauksessa on otettava huomioon ilmanvaihdon viive siten, että tilan ilman laatu pysyy koko ajan hyvänä eikä esim. hiilidioksidipitoisuuden raja arvo 800 ppm yli ulkoilman pitoisuuden ylity pitkäkestoisesti.

Tarpeenmukaista ilmanvaihdon ohjausta voidaan käyttää myös säätövyöhykekohtaisesti. Tarpeenmukaista ohjausta on käsitelty energiatehokkuuden kannalta erillisessä oppaassa¹³. Ilmanvaihdon ohjaaminen tilan käytön mukaan on sitä tärkeämpää ja taloudellisempää, mitä suuremmasta ilmavirrasta, henkilömäärästä ja sen vaihtelusta on kyse. Tilan ja ilmavirran ollessa pieni tarpeenmukainen ohjaus ei välttämättä ole kustannustehokasta. Tarpeenmukaisen säädön käyttöönottoa tai sen poisjättämistä tulee arvioida elinkaarikustannusten perusteella. Elinkaarilaskentaa on käsitelty tarkemmin muualla¹⁴. Käytön ohjaaminen on tehtävä käyttäjälle helpoksi ja ymmärrettäväksi.

Muun kuin asuinrakennuksen ilmanvaihto suunnitellaan ja rakennetaan siten, että suunnitellun käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ulkoilmavirta on keskimäärin vähintään 0,15 dm³/s,m² ja että ilma vaihtuu kaikissa huonetiloissa ja paine-erot pysyvät hallinnassa. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää on suunniteltava pidettäväksi käynnissä suunnitellun käyttöajan ilmavirtaa pienemmällä ilmavirralla tai suunniteltava käytettäväksi jaksoittain siten, että vähimmäisilmavirta toteutuu keskimääräisesti käyttöajan ulkopuolella. Jaksoittaisen käyttötavan suunnittelussa on erityistä huomiota kiinnitettävä jatkuvasti

¹¹ Kosonen Risto, Ilari Ranta-Aho, Korkeiden asuinrakennusten painesuhteiden hallinta. Rakentajain Kalenteri s. 192-197. Rakennustieto Oy, 2017 ja Ilari Ranta-aho, Hormivaikutuksen aiheuttamien painesuhteiden ja ilmavirtojen hallinta korkeissa rakennuksissa, Diplomityö, 2016, Aalto-yliopisto

¹² Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. www.taloteknikkainfo.fi

¹³ Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomioiminen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun) laskennassa, Laskentaopas, 2018. www.ym.fi

¹⁴ Liljeström Kimmo, Kestävä kehitys ja elinkaarimittarit. Kirjassa Sandberg Esa, Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka, osa 2, 2014

päällä olevien hygieniatilojen ilmanvaihdon tuloilman saantiin ja painevaihteluiden välttämiseen. Käyttöajan ulkopuolisesta ilmanvaihdosta on tehty myös erillinen ohje¹⁵.

Ilmanvaihdon suunnittelussa on pyrittävä siihen, että puhtain ilma tuodaan sinne, missä ihmiset oleskelevat ja työskentelevät, ja poistetaan ensisijaisesti ns. likaisista tiloista. Vaikka myöhemmin esitetyissä ilmanvaihdon mitoituslaskelmissa ei ole esitetty kaikkia poistoilmavirtoja, tuloilmavirtaa tai sen osaa vastaava poistoilmavirta tulisi ottaa kaikista tiloista, joissa on selviä epäpuhtauslähteitä.

Ilmanvaihdon ulkoilmavirta on tuotava tilaan siten, että se sekoittuu huoneilmaan oleskeluvyöhykkeellä (ilmanvaihdon tehokkuus ≥ 1) eikä virtaa esim. suoraan poistoilmalaitteeseen (ns. oikosulkuvirtaus). Erityisesti tähän on kiinnitettävä huomiota ilmavirtasäätöisissä laitoksissa, joissa ilmavirtaukset muuttuvat ohjattaessa ilmavirtojen suuruutta lämpötilan tai ilman laadun mukaan.

Poikkeuksena tästä ovat suuret tilat, joissa ilmanvaihdon ulkoilmavirta olisi johdettava pysyville työ- tai oleskelupisteille.

2 VETO

Vedon tunne johtuu ihon paikallisesta jäähtymisestä. Ilmanvaihdon aiheuttamaan vetoon vaikuttavat ilman nopeus, lämpötila ja ilman liikenopeuden vaihtelu. Vedontunteeseen vaikuttavat lisäksi yksilölliset tekijät, fyysinen aktiviteetti, vaatetus, herkkyys vedon tunteelle sekä se kehon osa, johon ilman liike kohdistuu. Erityisesti asunnoissa ja vastaavissa, joissa ollaan suuri osa ajasta paikallaan, ihmiset ovat herkkiä vedolle. Ilmanvaihtoon liittyy usein myös tilan jäähdytys. Tilan jäähdystystehon tarpeen kasvaessa kasvaa myös riski liian suurille ilman nopeuksille ja vedolle. Ilmanjakolaitteiden valinta ja sijoittelu onkin tehtävä erityisen huolellisesti vetohaittojen torjumiseksi, käyttäen tarvittaessa apuna huoneilman nopeuksien laskentaa.

Erityisesti järjestelmissä, joissa ilmavirtoja säädetään laajallakin alueella, on vedottomuuden varmistamiseen kiinnitettävä erityistä huomiota ja varmistettava vedottomuus kaikissa käyttötilanteissa. Ilmanvaihto on suunniteltava siten, että tuloilmasuihkun nopeus laskee riittävästi ennen oleskeluvyöhykkeelle tuloa.

Myös kylmät pinnat voivat aiheuttaa voimakkaita konvektiovirtauksia ja samalla lisätä vetoriskiä. Ilmanvaihdon ja kylmien pintojen aiheuttaman ilmavirtausten nopeus saa olla huoneen oleskelualueella suunnittelutilanteissa enintään taulukon 2.1 mukainen. Ilmanvaihdon tehostustilanteessa nopeus voi nousta 0,1 m/s taulukon arvoista, kun tehostus on suoraan käyttäjän säädettävissä, ja 0,05 m/s, kun tehostus tapahtuu keskitetysti eikä ole käyttäjän suoraan säädettävissä.

On huomattava, että ilman nopeutta voidaan käyttää myös jäähdytykseen, kun paikallaan oleva ilma tuntuu liian kuumalta. Silloin ilman nopeuden ja suunnan tulee olla käyttäjän aseteltavissa.

Vetoisuuden osalta varmistusmittaukset tehdään standardin SFS-EN 12599¹⁶ mukaisesti suuntariippumattomalla nopeusanturilla käyttäen nopeuden kolmen minuutin keskiarvoa, talvella ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C, kesällä jäähdystystilanteessa, jos tuloilma on jäähdytetty. Mittauspisteet valitaan oleskeluvyöhykkeeltä siitä kohdasta, jossa on odotettavissa suurimmat virtausnopeudet tai joissa oleskelu on todennäköisesti pitkäkestoisinta. Mittauspisteiden valinnassa voidaan käyttää apuna merkkisavua.

¹⁵ Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja perustelumistio, 2019. www-sisailmayhdistys.fi

¹⁶ SFS-EN 12599 Rakennusten ilmanvaihto. Ilmastointi- ja ilmavaihtojärjestelmien luovutukseen liittyvät testimenetelmät ja mittausmenetelmät.

Taulukko 2.1 Suurin sallittu ilman keskinopeus oleskeluvyöhykkeellä

Tilan kuvaus	Ilman suurin sallittu keskinopeus (+20 °C)	Ilman suurin sallittu keskinopeus jäähdytystilanteessa
Kevyt työ tai vastaava Kiinteät työpisteet, toimisto, kevyt liikunta, koululuokka, päiväkotit, aula, paikallaan oleva seisomatyö, asuinhuoneet	0,2	0,30
Keskiraskas työ tai liike esim. käytävä, jossa ei oleskella ja/tai istuta	0,25	0,35
Raskas työ tai liike esim. urheiluhallit	0,30	0,40

3 ILMANVAIHTO RAKENNUS- JA TILATYYPEITTÄIN

Seuraavissa taulukoissa on annettu ilmanvaihdon vähimmäisarvoja ilmanlaadun ylläpitämiseksi. Jäähdytys-, lämmitys- tai kuivaustarve saattaa johtaa huomattavasti suurempiin ilmavirtoihin. Ulkoilmavirran suuruus on tapauksesta riippuen annettu yhdellä tai useammalla tilaan soveltuvalla tavalla, joko henkilöä, lattiapinta-alaa, huonetta tai epäpuhtauslähdettä kohden. Ulkoilmavirta mitoitetaan suurimpaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan. Taulukoissa on annettu myös ohjeita ja viitteitä ilmanvaihdon suunnitteluun.

Tilat on ryhmitelty pääosin rakennustyypeittäin. Jollekin rakennustypille tyypillisiä tiloja saattaa olla myös muissa rakennustyypeissä. Esimerkiksi teknisiä tiloja ja hygieniatiiloja on lähes kaikissa rakennuksissa, toimistoja ja neuvotteluhuoneita on myös muissa kuin toimistorakennuksissa. Näiden useissa rakennuksissa toistuvien tilojen ilmanvaihto suunnitellaan tyypillisen rakennuksen tilan mukaisesti, ellei tilan käyttö aiheuta muita perusteita. Hygieniatiiloja ja muita eri rakennuksissa toistuvia tiloja on koottu viimeisiin taulukkoihin.

Autohalleista ja -talleista on oma ohje¹⁷. Vankiloiden, putkien ym. ilmanvaihdon mitoittaminen tehdään Rikosseuraamuslaitoksen erillisen ohjeistuksen mukaisesti. Tässä ei käsitellä myöskään maatalouden tuotantorakennuksia. Uskonnolliset rakennukset on myös jätetty tämän oppaan ulkopuolelle. Erityisrakennuksissa on kuitenkin tiloja, jotka voi mitoittaa tämän oppaan taulukoiden mukaan.

3.1 Asuinrakennukset

Asuinrakennusten ilmanvaihto on käsitelty erillisessä oppaassa¹⁸. Tässä oppaassa on kuitenkin annettu ohjeita palveluasuntojen ilmanvaihdosta.

¹⁷ Laskentaopas Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitusopas, 2018. www.ym.fi

¹⁸ Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen, 2019. www.finvac.org

3.2 Toimistorakennukset

Toimistorakennusten tilojen käyttö ja henkilötiheys vaihtelevat. Henkilöhuonetoimiston rinnalle on tullut yhä enemmän uudenlaisia monitilatoimistoja ja avoimia toimistotiloja, joissa ei enää ole erotettavissa olevia huoneita, käytäviä eikä taukotiloja. Tällöin ilmanvaihto on mitoitettava tilaa käyttävien tai siellä työskentelevien ihmisten kokonaismäärän mukaisesti. Yleensäkin ilmanvaihto mitoitetaan henkilömäärän perusteella, kuitenkin siten, että ulkoilmavirta on vähintään $1 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$.

Yleensä toimistorakennuksissa ulko- ja tuloilmavirrat määräytyvät vähimmäisarvoja suuremmiksi. Vähimmäisarvoja suurempi ilmanvaihtuvuus voi parantaa työn tehokkuutta ja viihtyvyyttä (aina ilmavirtaan 10-15 l/s,hlö saakka). Lämpöolosuhteiden hallitseminen voi edellyttää vähimmäisilmavirtoja suurempia ilmavirtoja tai koneellista jäähdytystä. Ilmanvaihtokanavien mitoituksessa saattaa olla tarpeen varautua muutoksiin tilojen käytössä, joka saattaa edellyttää ilmavirtojen suurentamista.

Ilmanvaihdon tulee olla tarpeenmukaisesti ohjattua yhtenäisissä tiloissa, joissa ilmanvaihdon ilmavirta on suuri (selvästi yli $100 \text{ dm}^3/\text{s}$) ja kuormitus vaihtelee runsaasti (kuormitusaste alle 50 %, esim. yli 10 hengen neuvotteluhuoneet, koulutustilat ja auditoriot). Tarpeenmukainen ohjaus voidaan toteuttaa myös vyöhykekohtaisesti mm. avotiloissa. Tällöin on kuitenkin varmistauduttava kaikkien tilojen vähimmäisilmanvaihdosta, jonka on oltava noin 30 % käyttötilanteen mitoitusilmavirrasta, mutta vähintään $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$. Ilmavirran suuruuden vaikutus huonelämpötilaan on myös otettava huomioon.

Käytävien ilmanvaihtoon voidaan käyttää ainakin osittain tuloilmaa siirtoilmaa toimistoista. Rakennuksen sisäisten paine-erojen tasaamiseksi voidaan käyttää siirtoilmalaitteita.

Taulukko 3.2.1 Toimistorakennukset

Huonetila	Ulko-ilmavirta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$	Ulkoilmavirta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$	Poisto-ilmavirta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$	Muita ohjeita
Toimistohuone	6	1		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan
Avotoimisto tai kokonaan avoin työskentelyalue	6	1,5		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan, mitoitus tilan kokonaispinta-alaa kohden
Neuvotteluhuone, kokoontumistila tai vastaava	6	3		Mitoitus suurempaan kokonaisilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan. Tarpeen mukainen ohjaus, jos huone yli 10 hengelle
Käytävä, joka on tarkoitettu vain läpikulkuun		0,5		Ilmavaihtoon tarkoitettu ilma voi olla siirtoilmaa toimistohuoneista
Kahvio, taukotila		2		
Varasto			0,35	
Tulostus-, kopiointi- yms. tilat			2	Mitoitus laitteiden mukaan, tuloilmaa voi olla siirtoilmaa esim. käytävistä

3.3 Opetusrakennukset

Opetusrakennusten (mukaan lukien päiväkodit) ilmanvaihdon mitoituksessa on otettava huomioon opetus- ja varhaiskasvatussuunnitelmien vaatimukset tiloille ja niiden käytölle. Oppilaitoksissa ja päiväkodeissa on aikaisempaa enemmän monikäyttöisiä oppimis- ja toimintatiloja, joiden ilmanvaihdossa on varauduttava vaihteleviin henkilömääriin tilan eri osissa. Oppilaitosten ja päiväkotien ilmanvaihdon mitoituksessa voidaan lähteä siitä, että kaikki tilat eivät ole koko aikaa enimmäiskäytössä. Tärkeää on mitoittaa ilmanvaihto siten, että koko rakennuksen ilmanvaihdon määrä riittää rakennuksen suunnitellulle oppilas-, lapsi- ja henkilöstömäärälle. Ulkoilmavirta on ohjattava sinne, missä sitä kulloinkin tarvitaan. On kuitenkin huolehdittava, että kaikille alueille johdetaan vähimmäisulkoilmavirta $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$. Ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon myös rakennusten tilojen käyttö varsinaisen toiminta-ajan ulkopuolella erilaisiin kansalaisten toimintoihin, erityisesti saleissa ja taide- ja taitoaineiden opetustiloissa.

Oppilaitoksissa ja päiväkodeissa käytetään yleisenä mitoitusperusteena ulkoilmavirtaa $6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$. Tämä on perusteltua myös lapsille, joiden ilmanvaihdon tarvetta voidaan pitää samana kuin aikuisten, aineenvaihdunnan vilkkauten ja kehitysvaiheen johdosta. Selvä lisäilmanvaihdon tarve on liikuntatiloissa sekä taide- ja taitoaineiden tiloissa, joissa opetukseen käytettävät laitteet ja aineet voivat määrätä ilmanvaihdon tarpeen. Siirtoilman käyttö ei saa vaikuttaa haitallisesti rakennuksen painesuhteisiin.

Oppilaitosten ja päiväkotien ilmavirrat voidaan mitoittaa kahdella vaihtoehdoisella tavalla

1) Rakennus käsitellään kokonaisuutena, jolloin ilmavirran määrää ensisijaisesti henkilöperuste eli $6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$. Tilaajilla (kunnat ym.) on omia ohjeita. Rakennuksessa ilmavirtojen jakautuminen ohjataan tilojen kulloisenkin käytön mukaisesti. Poistot keskitetään ensisijaisesti hygienia-tiloihin ja muihin ns. likaisiin tiloihin sekä sellaisiin opetus- ja muihin tiloihin, joissa on poikkeavia haju-, epäpuhtaus- tai muita kuormia (esim. taide- ja taitoaineet). Siirtoilmareittien painehäviö ei saa nousta suureksi (yli 5 Pa). Siirtoilma ei saa kulkea useamman kuin yhden huoneen kautta.

2) Ilmavirrat mitoitetaan tilakohtaisesti taulukossa 3.3.1 esitettyjä vähimmäisilmavirtoja noudattaen.

Molemmissa vaihtoehdoissa taide- ja taitoaineiden opetustilat (käsityö, kuvataide, kotitalous jne.) sekä keskiasteen ammattiopetustilat mitoitetaan opetuksen ja toiminnan mukaan. Näistä tiloista monet ovat verrattavissa teollisuuden työtiloihin, joissa haju- ja muut epäpuhtauslähteet määräävät ilmanvaihdon mitoituksen. Ulkoilmavirta on näissä aina vähintään $8 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{hlö}$. Paikallispoistojen (esim. vetokaapit, kemikaalien säilytyskaapit, purunpoistolaitteistot) edellyttämä lisäilma voidaan tuoda siirtoilmana rakennuksen muista, ilman puhtaudeltaan samanarvoisista tai puhtaammista tiloista.

Epäpuhtauksien leviämistä voidaan vähentää huone- ja säilytystilajärjestelyillä. Esim. ulkovaatteita varten voidaan järjestää oma tila tai kaappi. Liikunta- ja juhlasaleissa suurimpaan ilmanvaihdon tarpeeseen johtava käyttö määrää ilmavaihdon mitoituksen. Rakennuskokonaisuuden ja rakennuksen osan, esimerkiksi taide- ja taitoaineiden opetustilojen, ulko- ja poistoilmavirrat mitoitetaan yhtä suuriksi. Tuloilmavirran on vastattava poistoilmavirtaa myös, kun tilassa käytetään paikallispoistoja. Opetushallituksella on suunnitteluohjeita taide- ja taitoaineiden opetustiloille (kotitalous, kuvataide, luonnontieteet, musiikki).

Oppilaitosten ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon opetuksen luonne ja siitä syntyvät ilmaan päätyvät epäpuhtaudet, esim. kauneudenhoito, maalaus jne. Epäpuhtauksien leviämisen estämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota käyttäen apuna kohdepostoja ja muita ratkaisuja. Huoneilman epäpuhtauksien pitämiseksi riittävän alhaisena voidaan tarvita moninkertaisia ilmavirtoja perusilmanvaihtoon nähden. Rakennuksen painesuhteet eivät kuitenkaan saa muuttua pitkäkestoisesti ilmanvaihdon tehostuksen aikana.

Taulukko 3.3.1 Oppilaitokset ja päiväkodit

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Koulurakennus	6			Oppilaiden, opettajien ja muun henkilöstön kokonaismäärän perusteella
Opetustilat (luokkahuoneet, pienryhmätilat jne.)	6	3		Taide- ja taitoaineet vähintään 8 dm ³ /s,hlö
Opettajainhuoneet		2		
Käytävät ja aulat		3		
Käytävät ja aulat, jotka on tarkoitettu vain läpikulkuun		1		
Ulkovaatteiden säilytystilat			3	
Sali, liikuntakäyttö		2		Suurimpaan ilmanvaihtoon johtava kriteeri määrää mitoituksen, ilmanvaihdon on oltava ohjattavissa salin käytön mukaan
Sali, juhlasalikäyttö	6			
Liikuntasali / katsomo	6 dm ³ /s,katsomopaikka			Mitoitus ja ilmanvaihdon ohjaus katsojamäärän mukaan
Sali, urheilutapahtumat	15-30	2-4		LVI 06-10600 ¹⁾ ; ohjeavot lajikohtaisesti, ks. myös taulukko 3.9.1
Luentosali	6 dm ³ /s,paikka			Ilmanvaihdon ohjaus käytön ja tarpeen mukaisesti
Kirjastot, toimistotilat		2		
Ruokailutilat	6	3		Ruokailutilat voivat olla ruokailuajkojen ulkopuolella opetuskäytössä
Päiväkotien toimintatilat (ryhmätilat, lepohuoneet, salit, pienryhmätilat, eteistilat)	6	3		
Päiväkotien henkilökuntatilat		2		
Päiväkodin märkäeteinen			5	
Keittiö	ks. taulukko 3.13.1 Keittiöt ja niiden aputilat			
Hygieniatilat				ks. taulukko 3.14.1 Tiloja, joita on monessa rakennustyyppissä kuten hygieniatilat

1) LVI 06-10600 Sisäliikuntatilojen LVIA-suunnittelu. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

3.4 Sairaalat ja lääkärikeskukset

Sairaaloiden, terveyskeskusten ja lääkäriasemien tavanomaisten potilas- ja toimenpidetilojen ilmanvaihdon mitoituksessa käytetään ensisijaisesti henkilöperustetta, ottaen myös huomioon haju- ja epäpuhtauskuorma, jonka katsotaan olevan verrannollinen henkilömäärään. Mitoituksen perusilmanvaihtona käytetään 10 dm³/s,hlö. Leikkaussalit ja tukitilat (muutamien poikkeuksin) ovat erityistiloja, joissa mitoittavana tekijänä on muu kuin henkilöperuste ja jotka suunnitellaan tapauskohtaisesti (Suomen sairaalateknisen yhdistyksen, SSTY, ohjeistuksen mukaan). Tässä on esitetty ilmanvaihdon ohjearvoja vain tiloille, joita on lähes jokaisessa terveyskeskuksessa ja jokaisella lääkäriasemalla.

Potilashuoneen ilmanvaihto mitoitetaan vuodepaikkojen ja märkätilojen poistoilmavirtojen mukaan siten, että tulo- ja poistoilmavirrat (mukaan lukien WC ja kylpyhuone) ovat yhtä suuret. Taulukkoarvoja suurempaa ulkoilmavirtaa voidaan käyttää potilashuoneiden lämpötilojen alentamiseen.

Ilmanvaihdon mitoitus voi perustua myös sairaalalaitteiden aiheuttamaan lämpökuormaan.

Taulukko 3.4.1 Sairaalat ja lääkärikeskukset. Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Potilashuone	10 dm ³ /s,hoitopaikka	2,5	yhtä suuri kuin ulkoilmavirta	
Potilashuone, jossa WC	yhtä suuri kuin poistoilmavirta, kuitenkin vähintään 10 dm ³ /s,hoitopaikka	yhtä suuri kuin poistoilmavirta, kuitenkin vähintään 2,5	vähintään 30 dm ³ /s,huone	
Vastaanottohuone	20 dm ³ /s,huone	2	yhtä suuri kuin ulkoilmavirta	30 dm ³ /s, jos mitoitus kolmelle hengelle
Tutkimushuone, toimenpidehuone	25 dm ³ /s,huone	2	yhtä suuri kuin ulkoilmavirta	40 dm ³ /s, jos mitoitus neljälle hengelle, otettava huomioon myös laitteiden aiheuttama kuormitus
Laboratorio, näytteenottotila		4	4	
Osastonkanslia		3		
Odotustila	6 dm ³ /s,paikka	3		Koskee myös käytävää, jota käytetään odotustilana, mitoitus suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan
Käytävä		1		Ei odotustilana, kuitenkin ilmanvaihdon tarve suurempi kuin esim. toimistorakennuksen käytävissä
Ruokailutilat		3		
Varasto			0,5	Suurempi ilmavirta varastoitavasta tavarasta riippuen, esim. likaiset vaatteet

3.5 Asumispalvelut (hoivakodit, palvelutalot, tuettu asuminen)

Asumispalveluihin kuuluu monen tasoisia asumismuotoja, joilla on vakiintumattomia nimikkeitä kuten palvelutalot, tuettu asuminen, hoitolaitokset jne. Hyväkuntoisten ihmisten palveluasunnot voidaan mitoittaa ilmanvaihdon osalta kuten asunnot, huonokuntoisten ihmisten palveluasuntojen ja hoitolaitosten ilmanvaihdon mitoitus on lähempänä sairaaloiden mitoitusta. Palveluasuntoja voi olla myös tavanomaisissa asuinrakennuksissa.

Palveluasunnoissa ja hoitolaitoksissa (avustetussa asumisessa) on usein keskimääräistä väestöä suurempi asumiseen ja mahdollisiin hoitoihin liittyvä epäpuhtaus- ja hajukuorma. Asumisväljyys on myös usein pienempi kuin tavanomaisissa asunnoissa. Näistä seikoista johtuen syntyy tarve suuremmalle ilmanvaihdolle henkeä kohden. Perusilmanvaihtona käytetään $10 \text{ dm}^3/\text{s,hlö}$.

Palveluasunnoissa on kiinnitettävä erityistä huomiota vedottomuuteen, koska asukkaiden mukautumismahdollisuudet ovat usein keskimääräistä väestöä heikommat ja herkkyys vedon astimiselle suurempi. Palveluasunnoissa on myös vältettävä huonelämpötilan kohoamista liian korkeaksi (ikäntyneen väestön kuolleisuus nousee yleisesti hellejaksojen aikana).

Epäpuhtauksien leviämisen torjunta on otettava huomioon ilmavirtoja mitoitettaessa, asukkaat saattavat esim. tupakoida omissa huoneissaan. Ilman mukana kulkeutuvien virusten ja muiden taudin aiheuttajien leviämistä on myös pyrittävä vähentämään ilmavaihdon avulla siten, että ilman jatkuva virtaus asuinhuoneesta toiseen vältettäisiin.

Taulukko 3.5.1 Hoitolaitokset ja palvelutalot

Huonetila	Ulkoilmavirta dm ³ /s	Ulkoilmavirta dm ³ /s,m ²	Poistoilmavirta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Palveluasunto, jossa on omat saniteettitilat ja keittomahdollisuus	18 dm ³ /s,asunto (yhden hengen asunto) 25 dm ³ /s,asunto (kahden hengen asunto)		Kylpyhuone: 15 dm ³ /s WC: 10 dm ³ /s (jos erillinen) Keittopiste ja keittiö: 10 dm ³ /s	Ilmavirrat suunnitellaan yhtä suuriksi, suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan. Keittiössä ja keittopisteessä ilmanvaihdon liesikupu ja tehostusmahdollisuus 25 dm ³ /s
Palveluasunto, jossa ei ole keittiötä	18 dm ³ /s,asunto (yhden hengen asunto)		Kylpyhuone: 15 dm ³ /s WC: 10 dm ³ /s (jos erillinen)	Ilmavirrat suunnitellaan yhtä suuriksi, suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan
Yhteistilat (seurustelu, ruokailu, TV-huone)		3	3	
Käytävät, jotka vain läpikulkuun		0,5		
Kahvio, henkilökunnan taukotila		3		
Varasto (puhtaat vaatteet ja tavarat)			1	Kuitenkin vähintään 10 dm ³ /s
Varasto (likaiset vaatteet ja tavarat), siivoustila			3	Kuitenkin vähintään 10 dm ³ /s
Vaatehuolto		5	5	
Lääkejakelu		4	4	Lääkejakelun vaatima lämpötilan hallinta (jäähdytystarve) otettava huomioon
Kerroskeittiöt (kotikeittiö)		3	30 dm ³ /s	
Henkilökunnan pukuhuone				Kuten muut rakennukset, ks. taulukko 3.14.1
Henkilökunnan sosiaalitilat				Kuten muut rakennukset, ks. taulukko 3.14.1

3.6 Ravintolat

Ravintoloiden ilmanvaihdon tarve riippuu ravintolassa tapahtuvista toiminnoista. Ilmanvaihdon ulkoilmavirrat on mitoitettava ravintolan käytön, asiakasmäärän ja tarjoilun mukaisesti ottaen huomioon asiakkaiden määrä ja ravintolan lattiapinta-ala. Ilmavaihto on pääsääntöisesti suunniteltava ravintolan asiakaspaikkojen mukaan. Jos tämä ei ole tiedossa, niin ilmanvaihdon mitoitus tehdään lattiapinta-alan perusteella. Ravintolan keittiön ilmanvaihto mitoitettava erillisen ”Keittiöt ja niiden aputilat” ilmanvaihtoa koskevan taulukon 3.13.1 mukaan. Ravintolasalin, siihen liittyvien muiden tilojen ja keittiön ilmanvaihdon on muodostettava toimiva kokonaisuus siten, että ulkoilmavirrat ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuret. Ravintolatoiminta saattaa muuttua moneen kertaan tilan elinkaaren aikana. Tästä syystä on hyvä varautua muutoksiin elinkaaren aikana. Erityisesti muiden rakennusten yhteyteen tulevien ravintoloiden ilmanvaihtokanavat on hyvä mitoittaa ilmanvaihdolle $6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$, vaikka ensimmäinen käyttötapa ei sitä vaatisikaan.

Ravintoloissa, joiden asiakaspaikkamäärä on yli 30, ilmanvaihto on oltava ohjattavissa asiakasmäärän ja käytön mukaisesti.

Taulukko 3.6.1 Ravintolat

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{asiakaspaikka}$	Ulkoilma- virta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$	Poistoilma- virta $\text{dm}^3/\text{s}, \text{m}^2$	Muita ohjeita
Lounasravintola, työpaikkaravintola	6	3		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Pizzeria tai pikaruokapaikka	6	6		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Päivällisravintola (ruokaravintola)	6	6		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Yökerho, tanssiravintola	6	10		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Ruokailutila esim. sairaalaosaston tai hoitolaitoksen	6	3		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Kahvila, anniskelutila (baari)	6	3		Suunnittelu suurempaan ilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan.
Varasto		0,35-1,0		Varastoitavasta tavarasta riippuen

3.7 Hotellit

Hotellihuoneen ilmanvaihto mitoitetaan vuodepaikkojen ja märkätilojen poistoilmavirtojen mukaan siten, että tulo- ja poistoilmavirrat (mukaan lukien WC ja kylpyhuone) ovat yhtä suuret, siten, ettei rakennusvaipan yli synny haitallisia paine-eroja. Hotelleissa saattaa olla myös keittiöllisiä tai keittotilallisia huoneita tai huoneistoja, joiden ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon niille asetetut vähimmäisvaatimukset.

Taulukko 3.7.1 Hotellit

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta dm ³ /s	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Hotellihuone	6 dm ³ /s, vuodepaikka kuitenkin vähintään poistoilmavirtojen suuruinen			Hotellihuoneen yhteenlaskettu (ml. WC ja suihku) ulkoilma- ja poistoilmavirta mitoitettava yhtä suuriksi
Hotellihuoneen KPH-WC			15 dm ³ /s *	
Aulat		1,5		
Kokoustila, auditorio	6	6		Mitoitus suurempaan kokonaisilmavirtaan johtavan kriteerin mukaan. Tarpeen mukainen ohjaus, jos yli 10 hengelle

* Lisätty yksikkö 28.1.2020

3.8 Myymälät

Myymälöiden ilmavaihdon mitoituksessa on otettava huomioon myytävien tuotteiden epäpuhtaus- ja hajukuormitus, myymälän koko ja asiakasmäärä. Pienten myymälöiden ilmavaihto mitoitetaan pinta-alan ja epäpuhtauskuormituksen perustuen. Suurissa myymälöissä (>400 m²) otetaan huomioon myös henkilömäärä. Suurten myymälöiden ilmanvaihtoa on ohjattava henkilömäärään perustuen.

Taulukko 3.8.1 Myymälät

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s, hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Myymälä, jossa erittäin alhainen epäpuhtauskuorma		0,35-1,0		Esim. yhdistetty koneteknisten laitteiden varastomyymälä
Pieni myymälä, alhainen epäpuhtauskuorma		1,5		Esim. vaatemyymälä
Pieni myymälä, kohtalainen epäpuhtauskuorma		2		Esim. elintarvikemyymälä, kirjakauppa
Pieni myymälä, suuri epäpuhtauskuorma		3		Esim. kosmetiikkamyymälä, lemmikkieläinkauppa, kukkakauppa
Suuri myymälä (>400 m ²), market tms.	6	1		Mitoitus 6 dm ³ /s, hlö tai 1 dm ³ /s,m ² , kuitenkin vähintään 0,5 dm ³ /s,m ²
Aulat ja myymäläkäytävät kauppakeskuksissa		1-3		Suunniteltava arvioidun käyttäjämäärän perusteella
Varasto		0,35-1,0		Varastoitavan tavaran mukaan

3.9 Liikuntatilat ja uimahallit

Sisäliikuntatilojen ilmavaihdossa on otettava huomioon liikunnan fyysinen rasittavuus sekä liikuntapaikkojen määrä ja todennäköinen henkilömäärä suhteutettuna lattia-alaan ja ilmatilavuuteen. Liikuntalajista riippuen henkilötiheys voi vaihdella paljon ($\text{m}^2/\text{hlö}$ tai $\text{m}^3/\text{hlö}$). Hiilidioksidin ja muiden aineenvaihduntatuotteiden tuotto kasvaa liikunnan fyysisen rasittavuuden mukana, jolloin ilmanvaihdon määrä henkeä kohden kasvaa. Suurten tilojen ilmavaihdon on oltava ohjattavissa henkilömäärän tai ilman laadun mukaan. Ilmanvaihto tulee suhteuttaa liikunnan arvioituun tehoon ja hiilidioksidituottoon, joka on verrannollinen aineenvaihdunnan tehoon (ks. taulukko 4.1). Laskentaohjeita on esitetty tarkemmin muualla^{8,9}.

Uimahallien ilmanvaihdon mitoitus tehdään kosteuden tuoton ja poiston perusteella, tarkempi mitoitus on esitetty Rakennustiedon LVI-kortissa¹⁹.

Liikuntatilojen katsomoalueiden henkilötiheys voi olla suurimmillaan jopa 1,5–2 henkilöä lattianeliötä kohden. Ilmanvaihdon ulkoilmavirran suunnittelu arvona voidaan pitää $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ katsojaa kohden. Katsomon ilmanvaihtotarve lattianeliötä kohden on näin useita kertoja suurempi kuin tavanomaisen sisäliikuntatilan tai -hallin. Katsomon osuuden ollessa hallissa suuri on katsomo varustettava omalla katsojamäärän mukaan ohjattavalla ilmanvaihtokoneella.

Yksityiskohtaisia ohjeita sisäliikuntatilojen ilmanvaihdon mitoituksesta ja suunnittelusta on laadittu opetus- ja kulttuuriministeriön toimesta. Niitä on julkaistu Rakennustiedon LVI-ohjekortteina^{20, 21}.

¹⁹ LVI 06-10451 Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu

²⁰ LVI 06-10484 Keilahallin LVIA-suunnittelu

²¹ LVI 06-10600 Sisäliikuntatilojen LVIA-suunnittelu

Taulukko 3.9.1 Liikuntatilat ja uimahallit

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Sisäliikuntatilat Raskas liikunta, esim. salibandy, koripallo, kuntosalien ryhmäliikuntatilat (yli 600 W/hlö)	30			LVI 06-10600 aineenvaihdunnan teho yli 6 met ¹⁾ , eli aikuisella yli 600 W (vapaa ja sidottu lämpöteho)
Sisäliikuntatilat Keskiraskas liikunta esim. tennis (400-600 W)	25			LVI 06-10600 aineenvaihdunnan teho 4-6 met, eli aikuisella 400-600 W (vapaa ja sidottu lämpöteho)
Sisäliikuntatilat Kevyt esim. jooga (200-300 W)	15			LVI 06-10600 aineenvaihdunnan teho 2-4 met, eli aikuisella 200-300 W (vapaa ja sidottu lämpöteho)
Kuntosalit	15-25	6		
Katsomo	6 dm ³ /s,paikka			Oma säädettävä kone suurille katsomoille, mitoitus katsojamäärän mukaan
Käytävät ja aulat, joissa oleskellaan		3		
Pukuhuoneet		3		
Käytävät, joissa ei oleskella		1		
Liikuntatilojen suihku- ja pesutilat		5	vähintään 16 dm ³ /s,suihku	Runsa käyttö; mitoitus pinta-alan mukaan Vähäinen tai ajoittainen käyttö; mitoitus suihkujen lukumäärän mukaan
Uimahallien suihkutilat		5	vähintään 16 dm ³ /s,suihku	Yleisöhallissa 50 dm ³ /s,suihku Tuloilmavirta 70 % poistoilmavirrasta
Uimahallit		vähintään 2 dm ³ /s,allas tila-m ²		LVI 06-10451 Ilmanvaihdon mitoitus kosteuden haihtumisen mukaan. LVI 06- 10451 esittää ohjeet erilaisten hallien ilmanvaihdon perusteille. Ilmavirtojen lopullinen säätötavoite paine-eron (-5...-15 Pa) mukaan. Allastilan ilmanvaihdon säätö kosteuden mukaan.
Uimahallien pukuhuoneet		5		Tuloilmavirta 10-15 % suurempi kuin poistoilmavirta,

1) Met on ihmisen aineenvaihdunnan tehon yksikkö, 1 met on 58 W/m²,ihoa, vastaten keskikokoisella ihmisellä noin 105 W, joka poistuu kehosta kuivana (konvektio ja säteily) ja märkänä (vesihöyryyn sitoutuneena) lämpönä.

3.10 Puolustushallinnon rakennukset

Tässä käsitellään puolustushallinnon osalta vain varusmiespalveluun liittyviä tiloja, joiden käyttöön vaikuttaa kunkin palvelukseenastumiserän aikatauluttama käyttö ja kasarmialueen ulkopuolella tapahtuva koulutus. Puolustusvoimien miehistötilojen ja kouluttajien tilojen ilmanvaihdon suunnittelussa noudatetaan taulukon 3.10.1 arvoja.

Puolustushallinnon tiloissa käytetään perusilmanvaihtona $7 \text{ dm}^3/\text{s,hlö}$ keskimääräistä suuremman aineenvaihdunnan tehon sekä epäpuhtaus- ja kosteuskuorman vuoksi.

Varusmiesten kolutukseen liittyvän selkeän ja ennalta suunnitellun rytmityksen vuoksi ilmanvaihdon tulee olla tilaryhmittäin ohjattavissa. Kasarmien majoitustiloille (1-3 kerrosta) tulee oma erikseen ohjattava tulo- ja poistoilmakone. Myös kuivaus-, WC-, suihku-, sosiaalituloille tulee oma tulo- ja poistoilmakone, samoin toimisto- ja neuvottelutiloille sekä kouluttajien tiloille. Näin voidaan ilmanvaihtoa ohjata tilojen käytön ja toiminnan mukaisesti. Tämän lisäksi jokaisella majoitusporrashuoneella tulee olla oma ilmanvaihtokone ja konehuone. Tämä mahdollistaa energiatehokkaan ilmanvaihdon käytön niin, että paikalla/pois-kytkimellä saadaan ilmanvaihto ohjattua toiminnan mukaiseksi (paikalla oltaessa 100 % teholla, muulloin 30 % teholla). Tämä mahdollistaa tarpeen mukaisen ohjauksen yksiköittäin tai porrashuoneittain pitkien 1-7 päivän maastoharjoitusten aikana sekä lyhempienkin ulkoharjoitusten aikana.

Puolustushallinnon varustevarastot edellyttävät erityisen huolellista käytön mukaista ilmanvaihdon suunnittelua. Toiminnallinen varasto ja voimakkaat hajupäästöt varusteista, teltoista, kamiinoista ym. sekä likaiset palautettavat vaatteet vaativat, jopa erillis- tai kohdepoistoja. Virka-aikana edellytetään tehostettu ilmanvaihto varastoalueella, koska työntekijät kulkevat varastossa jatkuvasti. Ilmanvaihdon on oltava tehostettavissa henkilömäärän mukaiseksi, kun varusteiden jako tai luovutus tapahtuu palvelukseenastumiserittäin.

Normaalin toimistohuoneen ilmanvaihto mitoitetaan taulukon 3.10.1 mukaisesti. Jos lämpökuormat (eli pöytä tietokone + kannettava tietokone) ylittävät normaalin toimistohuoneen lämpökuorman, vaaditaan jäähdytys. Jäähdytys pyritään toteuttamaan ilmanvaihdon avulla tuloilmalla ja jos sekään ei riitä, vaaditaan erillisjäähdytys.

Puolustusvoimien muiden tilojen ilmanvaihdossa noudatetaan Puolustushallinnon rakennuslaitoksen ohjeita.

Taulukko 3.10.1 Puolustushallinnon rakennukset

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Miehistötuvat	7	0,35		Ulkoilmavirta 7 dm ³ /s,hlö + 0,35 dm ³ /s,m ²
Varustevarastot Kasarnit/varusvarasto	7	3	Kohdepoistojen käyttö harkittava esim. pyykin palautuspiste	Ulkoilmavirta myös pysyviin työ/palautuspisteisiin. Tehostus käytön mukaisesti esim. saapumiserät
Toimisto	7	1		Normaalia lämpökuormaa vastaava mitoitus
Kuivaustilat/-huoneet		3	3	Varustettava kondenssikuivaajalla
Kouluttajien tilat	7			Lisäksi jatkuva poisto varusteiden kuivauskaappista tai -tilasta
Neuvottelutilat	7			Hetkellisesti henkilömäärä voi olla suunniteltua suurempi
Ruokala		3		
Opetustila	7			Hetkellisesti henkilömäärä voi olla suunniteltua suurempi
Varusmiesten oleskelutila		3		
Käytävä		1		Käskynjaossa henkilömäärä voi olla tilapäisesti suuri
Muut tilat				Puolustushallinnon rakennuslaitoksen ohjeiden mukaisesti

3.11 Teatterit ja muut julkiset tilat

Kokoontumis- ja näyttelytiloissa, joissa henkilömäärä voi vaihdella huomattavasti, on käytettävä tarpeenmukaista ilmanvaihtoa ohjattuna henkilömäärän mukaan (CO₂-pitoisuus tms.). Mitoituksessa on otettava huomioon käytön jaksollisuus ja tilan korkeus. Ilmanvaihto ei saa käydä mitoitustehollaan jatkuvasti.

Teattereiden katsomon ilmanvaihdon on oltava ohjattavissa katsojamäärän mukaisesti. Teatterien lämpiöiden ilmanvaihto on oltava ohjattavissa käytön mukaisesti. Näyttämöiden ilmanvaihdon mitoituksessa on otettava huomioon valaistuksen ja muiden sähkölaitteiden lämpöteho sekä teatterisavun ja muiden epäpuhtauksien poistaminen.

Korkeiden, ilmatilavuudeltaan suurten aulojen ilmanvaihdon mitoituksessa voidaan ottaa huomioon aulan lyhytaikainen käyttö ja suuri ilmatilavuus.

Taulukko 3.11.1 Teatterit ja muut julkiset tilat

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Näyttelytilat		2		
Aulat (muut kuin teatterit)		1,5		
Kirjastot yms.		2		
Lukusalit, ryhmätilat ja vastaavat	6 dm ³ /s,paikka			
Teatterin katsomo, elokuva-, konsertti- yms. salit	6	0,35		Ohjattavissa yleisömäärän mukaisesti 6 dm ³ /s,hlö + 0,35 dm ³ /s,m ²
Teatterin näyttämö		3		Ilmanvaihdon mitoitus tarkistettava valaistuksen yms. aiheuttaman lämpökuorman mukaan. Ohjattavissa käytön ja tarpeenmukaisesti (mm. teatterisavun ja yms. poistaminen)
Teatterisalin lämpiö	6			Ohjattavissa käytön mukaisesti, lyhytaikainen käyttö otettava huomioon

3.12 Työtilat (muut kuin toimistot tms.)

Työtilojen ilmanvaihdosta säädetään työturvallisuuslaissa (738/2002, § 33) ja edelleen valtioneuvoston asetuksessa työpaikkojen turvallisuus- ja terveysvaatimuksista (577/2003, § 9). Ilmanvaihdon tulee olla riittävä. Työturvallisuusasetus velvoittaa pitämään ilmanvaihdon aina toimintakunnossa. Ilmanvaihdon suuruuden tulee perustua työpaikan epäpuhtauskuormaan. Ilman epäpuhtauksien tulee alittaa epäpuhtauksien haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot). Ilmanvaihdon mitoituksessa tulee ottaa huomioon epäpuhtauslähteisiin ja työskentelyyn (mm. työskentelypaikka ja -asento) liittyvät epävarmuustekijät.

Työtiloissa selvät rajatut epäpuhtauslähteet on varustettava paikallispoistolla, koteloiteja ja huuvia yms. hyväksikäyttäen epäpuhtauksien poiston tehostamiseksi. Tuloilmavirran on vastattava poistoilmavirtaa myös, kun tilassa käytetään paikallispoistoja.

Työtiloissa syntyvien muiden kuin ihmisperäisten epäpuhtauksien johdosta mitoitusulkoilmavirran tulee olla vähintään 10 dm³/s työntekijää kohden työntekijän työskentelyvyöhykkeelle.

Taulukko 3.12.1 Työtilat (muut kuin toimistot)

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Työtila, jossa on ihmisten ja rakennusmateriaalien lisäksi runsaasti muitakin epäpuhtauslähteitä	6	2 kuitenkin vähintään yhtä suuri kuin kohdepoistojen yhteenlaskettu ilmavirta		Ilmanvaihto 6 dm ³ /s, hlö + 2 dm ³ /s,m ² Kohdepoistot selvästi rajattuihin epäpuhtauslähteisiin. Ilmanvaihdon riittävyys tarkastettava myös HTP-arvojen osalta.
Kiinteä työpiste, palvelupiste tms.	10			Ulkoilmavirta tuotava suuressa tilassa työpisteeseen vedottomasti
Laboratoriot ja muut vastaavat tilat, joissa käsitellään terveydelle haitallisia aineita	6	2		Ilmanvaihto 6 dm ³ /s, hlö + 2 dm ³ /s,m ² Paikallispoistot ja vetokaapit selviin epäpuhtauspäästölähteisiin, korvausilma järjestettävä, suunnittelussa otettava huomioon laitteiden käytön samanaikaisuus
Autokorjaamot ja katsastustilat	6	2		Ilmanvaihto 6 dm ³ /s, hlö + 2 dm ³ /s,m ² Kohdepoistot selviin rajattuihin epäpuhtauslähteisiin ja ajoneuvojen pakokaasuihin ¹⁾
Varastot	6	0,35-1,0		Varastoitavan tavaran mukaan

1) Edellyttää paikallista pakokaasun poistoa, jonka suuruus on vähintään 100 dm³/s henkilöautoille ja 300 dm³/s kuorma-autoille. Jos käytetään pakokaasunpoistokiskoa, joihin ajoneuvot ovat liitettynä koko ajan, voi ilmavirta olla 2 dm³/s,m². Poistoilmavirta mitoitetaan ottaen huomioon pakokaasunpoisto siten, ettei tila ole alipaineinen.

3.13 Keittiöt ja niiden aputilat

Keittiöiden ilmanvaihto on mitoitettava keittiön käytön ja ruoan valmistusasteen mukaisesti. Jos keittiössä ei valmisteta ruokaa, on ilmanvaihto pienempi kuin niissä, joissa valmistetaan. Ammattikeittiöissä mitoitus on tehtävä laitteiden lämpö-, kosteus- ja epäpuhtauskuorman mukaisesti. Keittiöiden ilmanvaihdon suunnittelun periaatteet on esitetty LVI-ohjekortissa LVI 06-10304 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. Keittiöiden ilmanvaihdon suunnittelussa lämpö- ja kosteuskuormien poistaminen tehokkaasti voi pienentää ilmanvaihdon tarvetta, toisaalta keittiön lämpötilan hallinta voi johtaa pelkästään ilman laadun hallintaa korkeampiin ilmajärjestelmiin tai erilliseen jäähdytykseen.

LVI-ohjekortissa on annettu mm. viitteellisiä kosteus- ja lämpökuorman arvoja eri laitteille. Keittiöt on aina varustettava liesikuvulla, huuvalla tai ilmastointikatolla, jonka ilmanvaihtoa voidaan tehostaa käytön aikana. Keittiön tuloilmavirta voi olla osittain siirtoilmaa.

Ammattikeittiöiden ilmavirrat määräytyvät viime kädessä keittiöön tulevien laitteiden ja niiden sijoituksen mukaisesti. Taulukossa 3.13.1 esitetyt arvoja voidaan käyttää esisuunnittelussa. Erityiseen tärkeää on selvittää erillispoistoja vaativien laitteiden kanavointi (mm. rasvakanavat) ja ulospuhallusaukon paikan määrittely.

Taulukko 3.13.1 Keittiöt ja niiden aputilat

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Keittiöt				LVI 06-10304 ¹⁾
Keskuskeittiö			15	Keskuskeittiöissä ruoka valmistetaan muualle kuljetettavaksi LVI 06-10304 ¹⁾
Valmistuskeittiö			15 dm ³ /s,m ² , koko keittiöalue 25 dm ³ /s,m ² , kuuma keittiö	Ruoka valmistetaan yleensä esikäsitellyistä raaka- aineista LVI 06-10304 ¹⁾ Ilmanvaihtonimitus keittiön laitteiden ja niiden sijoittelun mukaisesti, ahtaissa keittiöissä suurempi arvo väljissä pienempi, lopullinen mitoitus aina laitteiden mukaan ks. myös CEN- standardi ²⁾
Komponenttikeittiö			10	Ruoka valmistetaan esivalmistetuista raaka- aineista LVI 06-10304 ¹⁾
Kuumennuskeittiö			10	Ruoka kuumennetaan einesvalmisteista, pakasteista tai keskuskeittiön tuotteista LVI 06-10304 ¹⁾
Jakelukeittiö esim. sairaalan osastokeittiö			5	Keittiö jakaa muualta tulleen lämpimän tai kylmän ruoan LVI 06-10304 ¹⁾
Kahviokeittiö			3	Kuitenkin vähintään 30 dm ³ /s,keittiö
Astianpesutila			10	
Ruoka-aineiden esikäsitteily		2-4	2-4	Ruoka-aineesta riippuen
Kuivavarasto			0,5	
Kylmävarastot >4 m ²			0,35	
Jätehuone			5	
Jäähdytetty jätehuone			2	

1) LVI 06-10304 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

2) EN 16282-1:2016 CEN/TC 156 Equipment for commercial kitchens — Components for ventilation in commercial kitchens — Part 1: General requirements including calculation method.

3.14 Tiloja, joita on monessa rakennustyyppissä kuten hygieniatilat

Hygieniatilojen ilmanvaihdon mitoituksessa on otettava huomioon niiden käyttö, käyttäjämäärät ja mitoitusperusteet. WC-tilojen ilmanvaihdon mitoitus tehdään pääsääntöisesti WC-istuinten lukumäärän mukaan, suihkutilojen mitoitus suihkujen lukumäärän mukaan. Hygieniatiloja ja niiden ilmanvaihdon mitoitusta on käsitelty tarkemmin LVI-ohjekortissa LVI 06-10449²². Ohjekortissa on esitetty myös ilmanvaihdon järjestämiseen liittyviä käytännön ohjeita. Saunan ilmanvaihdon järjestelyä on käsitelty LVI-ohjekortissa LVI 06-10604²³.

Hygieniatilojen tuloilma voi olla pääosin muista, puhtaammista tiloista johdettua siirtoilmaa. Siirtoilmareitit on mitoittettava ilmavirtojen mukaisesti.

Puku- ja suihkuhuoneiden ilmanvaihdon ilmavirroissa on otettava huomioon tilojen käyttö (kuten henkilökunnan tilat, liikuntatilat, uimahallit).

Taulukko 3.14.1 Tiloja, joita on monessa rakennustyyppissä kuten hygieniatilat

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Käytävät ja aulat, jotka toimivat myös odotustilana (julkinen hallinto, terveydenhuolto, sosiaalihuolto, sairaalat jne.)		3		
Käytävät, joita käytetään pääasiallisesti vain läpikulkuun		0,5		Suurempi ilmanvaihto, jos käytävässä on muuta toimintaa (kuten koulut, lääkärikeskukset, sairaalat, julkiset palvelut)
WC (yleisötilat, työpaikat, henkilökunta, asiakkaat, koulut, kasarmit jne.)			20 dm ³ /s,WC-istuin	
Suihkutilat, runsas käyttö, kuten liikuntatilat		5	16 dm ³ /s,suihku	Suunnitellaan suuremman vaihtoehdon mukaan. Pinta-alana käytetään koko suihkuhuoneen lattiapinta-alaa. Tuloilma voi olla osittain tai kokonaan siirtoilmaa LVI 06-10449
Suihkutilat, vähäinen käyttö, kuten henkilökunnan tilat			16 dm ³ /s,suihku	Tuloilma osittain tai kokonaan siirtoilmaa LVI 06-10449
Henkilökunnan pukuhuoneet			4 dm ³ /s,hlö	Pukuhuonetta käyttävien henkilöiden lukumäärä arvioidaan pukukaappien lukumäärän perusteella (1 tai 2 kpl/hlö, työvaatteet ja siviilivaatteet) LVI 06-10449
Yleisön pukuhuoneet		3		
Henkilökunnan taukotila		2		
Porrashuone		0,5 1/h	0,5 1/h	
Tupakointitila				LVI STM-00361 ¹⁾

1) LVI STM-00361 Ravintolan ja muun ravitsemisliikkeen tupakointitila. Opas suunnittelijoille, kiinteistönomistajille, ravintoloitsijoille ja viranomaisille. Rakennustieto.

²² LVI 06-10449 Pysyvien työpaikkojen puku-, pesu- ja WC-tilat. Rakennustieto.

²³ LVI 06-10604 Saunan ilmanvaihto, lämmitys, valaistus ja sähköasennukset. Rakennustieto.

3.15 Tekniset tilat

Teknisten tilojen ilmanvaihdon mitoitus perustuu pääasiassa niissä olevien laitteiden lämpö- ja epäpuhtauskuormaan tai räjähdysvaaran torjuntaan. Ilmanvaihto voi olla ohjattu myös lämpötilan perusteella. Lämpötilarajat määräytyvät laitteiden mukaan. Ilmanvaihtokonehuoneiden ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon myös kylmäaineiden käsittelyyn ja mahdollisiin vuotoihin liittyvä tekijät.

Porrashuoneen ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan yhtä suuriksi. Korkeiden rakennusten porrashuoneiden väliovet ja ilmanvaihto on järjestettävä siten, ettei rakennuksen toimintaa haittaavia paine-eroja pääse syntymään, tarkemmin esim. viitteessä¹¹, ks. kohta 1

Ryömintätilan (tila, jossa on maapohja) tuloilmana voidaan käyttää teknisten tilojen poistoilmaa. Ryömintätilan ulkoilmavirran lisääminen kesällä voi tuoda ryömintätilaan kosteutta, joka tiivistyy kylmille pinnoille.

Taulukko 3.15.1 Tekniset tilat

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s,hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s,m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s,m ²	Muita ohjeita
Hissikuilu	4		8	
Hissikonehuone			17	LVI 30-10468 ¹⁾
Muuntamo				LVI 06-10342 ²⁾
Akkuhuone ja varaamotilat				LVI 06-10573 ³⁾
Sähkö- ja elektroniikkatilat				Poistettavan lämpötehon ja lämpötilavaatimuksen mukaisesti LVI 30-10236 ⁴⁾
Ilmanvaihtokonehuone			0,35	
Lämmönjakokeskus			0,35	Lämpötilan hallinta saattaa vaatia suurempaa ilmanvaihtoa
Valvomo, talotekniikka tms.	10			
Ryömintätila		0,5 1/h	0,5 1/h	Ilmanvaihtuvuus 0,5 1/h LVI 06-40064 ⁵⁾

1) LVI 30-10468 Hissitilojen ilmanvaihto. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

2) LVI 06-10342 Muuntamo rakennuksessa. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

3) LVI 06-10573 Akkuhuoneet ja varaamotilat. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

4) LVI 30-10236 Sähkö- ja elektroniikkatilojen ilmasto. Ilmastointijärjestelmät. LVI-ohjekortti. Rakennustieto.

5) LVI 06-40064 Toimiva ryömintätila. LVI-tiedonjyväkortti. Rakennustieto.

4 HIILIDIOKSIDIN TUOTTOON PERUSTUVA ILMANVAIHDON MITOITUS

Hiilidioksidipitoisuuteen perustuvaa laskentaa voidaan käyttää täydentämään ilmanvaihdon mitoitus- ja käytön suunnittelua. Hiilidioksidipitoisuus soveltuu myös painovoimaisen ilmanvaihdon mitoitukseen ja toiminnan tarkkailuun. Sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta annettu asetus antaa hiilidioksidipitoisuuden nousun enimmäisarvoksi käyttöaikana 800 ppm yli ulkoilman pitoisuuden. Laskennan avulla voidaan selvittää suunnitellun ilmanvaihdon riittävyyttä, mahdollista lisäilmanvaihdon tarvetta ja ulkoilmavirtoja säädön toimintaa. Tilan hiilidioksidipitoisuus riippuu monesta tekijästä, jotka on otettava laskennassa huomioon, kuten todennäköinen henkilöiden määrä, aineenvaihdunnan teho ja oleskeluajan pituus sekä huoneen tilavuus. Ihmisen hiilidioksidituotto muuttuu suoraan verrannollisena aineenvaihdunnan tehoon. Istuvan ihmisen hiilidioksidituottona voidaan käyttää 15,4 dm³/h (aineenvaihdunnan teho 1 met vastaten 105 W).

Hiilidioksidipitoisuus tasapainotilassa (jonka saavuttamiseen menee noin 3/n tuntia, missä n on ilmanvaihtokerroin, 1/h) saadaan kaavasta

$$\Delta C_{CO_2} \text{ (ppm)} = 1000 \times (q_{CO_2} / q_{iv}) / 3,6$$

missä

ΔC_{CO_2} on hiilidioksidipitoisuuden nousu ulkoilmapitoisuuden (noin 400 ppm) yli, ppm

q_{iv} on tilaan johdettu ulkoilmavirta, dm³/s

q_{CO_2} on tilassa vapautuvan hiilidioksidin määrä, dm³/h (taulukko 4.1)

Hiilidioksidituotto riippuu mm. henkilön aineenvaihdunnan tehosta (toiminnan fyysisestä rasittavuudesta) ja henkilön koosta. Suunnittelussa voidaan käyttää taulukon 4.1 mukaisia keskimääräisiä arvoja. Epäjatkuksessa käytössä olevan tilan hiilidioksidipitoisuuden laskenta on esitetty tarkemmin erillisessä oppaassa, ks. taulukon viite²⁾.

Taulukko 4.1 Aineenvaihdunnan tehosta riippuva hiilidioksidin tuotto tyypillisissä tilanteissa

Huonetila/toiminta	Aineenvaihdunnan teho met ¹⁾	Aineenvaihdunnan teho = kokonaislämpöteho (kuiva ja kostea) W	CO ₂ -tuotto dm ³ /h
nukkuminen	0,8	85	12,4
rauhallinen istuminen	1,0	105	15,4
toimistotyö, seisominen	1,2	135	18,5
opetustyö	1,4		21,6
rauhallinen liikkuminen	1,6	165	24,7
myymälätyö	1,8	189	21,6
kävely (3,2 km/h)	2,0	210	30,9
kävely (5 km/h)	3,0	315	46,2
kävely (6,5 km/h)	4,0	410	61,6
reipas kävely (8,0 km/h), sulkapallo	6,0	630	92,4
squash, koripallo	7,0	735	107,8

1) Met on ihmisen aineenvaihdunnan tehon yksikkö, 1 met on 58 W/m², ihoa, vastaten keskikokoisella ihmisellä noin 105 W, joka poistuu kehosta kuivana (konvektio ja säteily) ja märkänä (vesihöyryyn sitoutuneena) lämpönä.

2) Tilan ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella, 2018. www.ym.fi.