

## Esimerkit

latest change 19.11.2018, version id 1523, change: Edited by juhani.hyvarinen.

## Sisäilmasto-ja-ilmanvaihto -esimerkit

latest change 19.11.2018, version id 3429, change: Edited by juhani.hyvarinen.



## Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet

latest change 19.11.2018, version id 3489, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### Opastava teksti

Ympäristöministeriön uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta vuonna 2018 antaman asetuksen taustamateriaalina on Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet -hanke, loppuraportti 2018 [1]. Se korvaa aikaisemmin asetuksen liitteenä annetut olleet ohjearvot ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitasojen ohjearvoista. Äänitasojen ohjearvot löytyvät ympäristöministeriön asetuksesta rakennuksen ääniympäristöstä ja sen tueksi tehdystä ohjeesta.

Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet -hankkeen loppuraportin osana olevat kaksi opasta on talletettu myös Talotekniikkainfo-palveluun.

-  Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen 2017-11-30.pdf [2]
-  Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa 2017-11-30.pdf [3]

Alla ovat linkit ympäristöministeriön sivuilta löytyviin ääniympäristöön liittyvään asetukseen ja ohjeeseen.

- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä [4]
- Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä [5]

### Opas

Sisäilmasto ja ilmanvaihto [6]

### Luokka

Opastava teksti [7]

### Aihe

Ilmanvaihto [8]

Sisäilmasto [9]

## Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen

latest change 19.11.2018, version id 3490, change: Edited by juhani.hyvarinen.

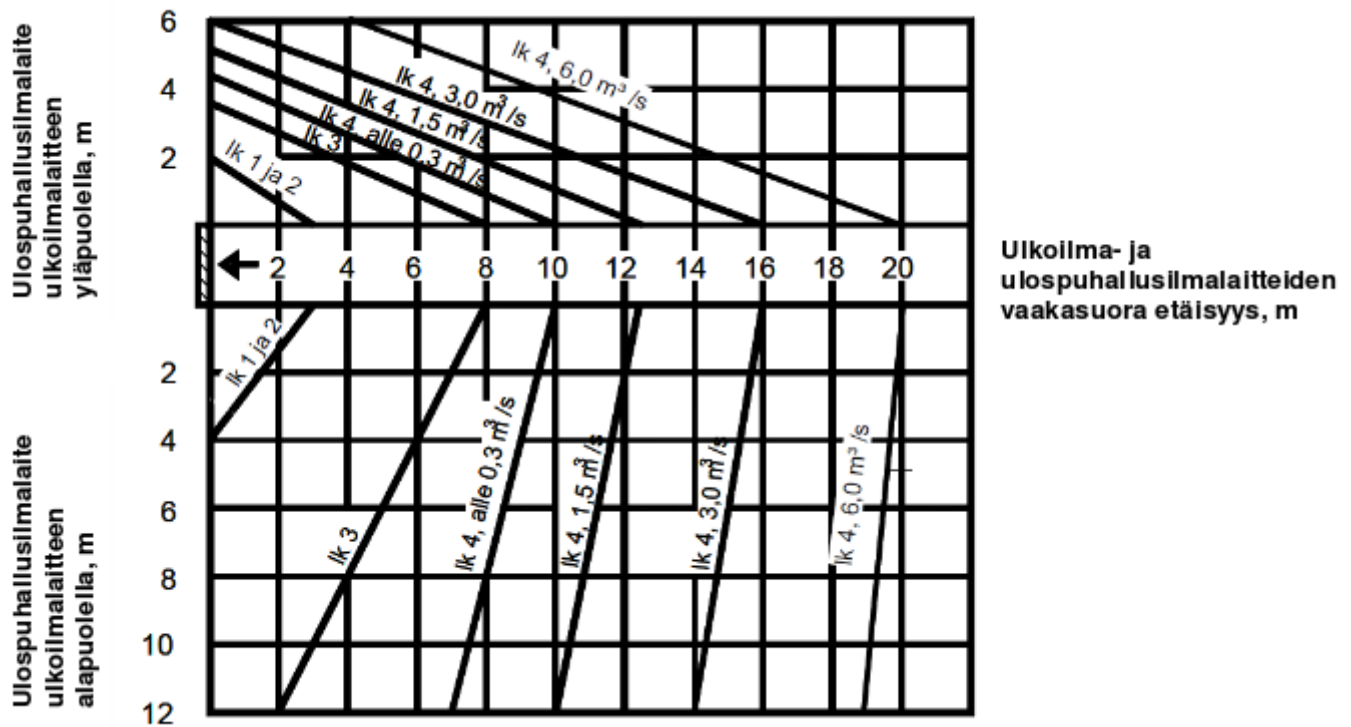
## Opastava teksti

### 1 Ulkoilmalaitteiden sijoittaminen ja ominaisuudet

Ulkoilmalaitteet on sijoitettava siten, että ulkoilma voidaan ottaa riittävän etäältä ulkoilman laatua pilaavista lähteistä. Ulkoilma on yleensä riittävän puhdasta, kun ulkoilmalaitteet sijoitetaan niin, että seuraavat etäisyysvaatimukset täyttyvät. Ulkoilmalaitteiden vähimmäisetäisyydet ilman laatua heikentävistä ulkoisista tekijöistä esitetään taulukossa 1. Kuvassa 1 esitetään ulkoilma- ja ulospuhallusilmalaitteiden väliset vähimmäisetäisyydet ulospuhallettavan ilman likaisuuden mukaan.

Taulukko 1. Ulkoilmalaitteen etäisyys ilman laatua heikentävistä ulkoisista tekijöistä. Tie tai katu katsotaan vilkasliikenteiseksi ainakin silloin, kun keskivuorokausiliikenne on yli 10 000 autoa vuorokaudessa.

<b>Ilman laatua heikentävä tekijä</b>	<b>Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyys [m]</b>
Jätteiden säilytyspaikka, <i>polttomoottorikäyttöisten</i> ajoneuvojen pysäköinti- ja lastauspaikka sekä ajoluiska, tuuletusviemärin ja savupiipun aukko, jäähdytystorni, <i>tupakointipaikka, vilkasliikenteinen katu tai tie, kadun tai tien risteys</i>	8
<i>Viereisen huoneiston parveke</i>	3
Tuuletusviemärin aukko, joka sijaitsee enintään 3 metriä ulkoilma-aukkoa korkeammalla	5
Maanpinta tai pihataso	2
Kattopinta, <i>joka sijaitsee ulkoilma-aukon alapuolella</i>	0,9



Kuva 1. Ulkoilmalaitteiden etäisyys ulospuhalluslaitteista. Viivojen väliarvot voidaan arvioida. Yli  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  ulospuhallusilmavirroilla voidaan 4. luokan poistoilmalle käyttää  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  ilmavirran etäisyysvaatimuksia.

Ulkoilmalaitteen etäisyys kattopinnasta voi olla pienempi kuin 0,9 metriä, jos ilmanvaihtoa haittaavan lumipeitteen muodostuminen estetään jyrkän harjakaton avulla, lumisuojauskin tai muulla luotettavalla tavalla.

Erillispientaloissa voidaan taulukossa esitetyt ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyydet alittaa, lukuun ottamatta etäisyyttä kiinteää polttoainetta käyttävien lämmityskattiloiden ja tulisijojen savupiippujen aukoista sekä etäisyyttä kattopinnasta. Vähimmäisetäisyyden alitus ei saa kuitenkaan heikentää terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston laatua.

## 1.2 Muita vaatimuksia sijoittamiselle

Piha- tai katutasossa sijaitsevien tilojen huone- tai huoneryhmäkohtaiset ulkoilmalaitteet voivat olla alempana kuin 2 m maanpinnasta, samoin kuin tilapäiseen oleskeluun tarkoitettujen tilojen ulkoilma-laitteet. Ulkoilmalaitteita ei kuitenkaan sijoiteta piha- tai katutasen alapuolella oleviin syvennyksiin.

Otettaessa ulkoilmaa tien tai kadun läheisyydestä tulee ulkoilman suodatus suunnitella niin, että vaatimukset ilman puhtaudelle täyttyvät. Lisäksi ilman sisäänotto tulee suunnitella niin, että äänitekniset vaatimukset täyttyvät.

Ulkoilmalaitteet sijoitetaan mahdollisen parvekelasituksen ulkopuolelle.

Ulkoilmalaitteet tulee sijoittaa niin, ettei sisäänotettava ilma lämpene lämmityskauden ulkopuolella auringon säteilyn takia haitallisesti.

Ulkoilmalaitteiden sijoittamisessa on syytä ottaa huomioon myös vallitsevat paikalliset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus epäpuhtauksien ja hajujen kulkeutumiseen. Tuulitietoja saa esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen tuuliatlaksista. Tyypillisesti Suomessa vallitseva tuulensuunta on etelän ja lännen väliltä. Paikalliset maaston muodot ja rakennukset sekä katujen kanavoiva vaikutus tulee ottaa huomioon ulkoilmalaitteita sijoitettaessa. Korkeiden rakennusten suunnittelussa on otettava huomioon, että

tuulennopeus kasvaa korkeuden kasvaessa. Tuulelle avoimilla julkisivuilla tuulen aiheuttama paine voi heikentää ulkoilman sisäänoton suunniteltua toimintaa.

### 1.3 Ilman laatua heikentävät rakenteet

Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta. Sisään otettavan ulkoilman laatua heikentäviä rakennusosia tai rakenteita voivat olla ulkoseinien tuuletusraot, lasitetut parvekkeet, atriumtilat ja kaksoisjulkisivut, vesikaton alapuoliset ullakkotilat, ilman esilämmittämiseen tarkoitettut katto- ja seinärakenteet ja maakanavat sekä rakenneaineiset kanavat, rakenneaineiset kammiot ja rakenneaineiset konehuonekammiot. Näissä tapauksissa sisäänotettavan ulkoilman laatu voi heikentyä toiminnoista, materiaaleista tai maasta lähtevien epäpuhtauksien, ulkoilman mukana tulevien epäpuhtauksien sekä sadeveden ja kosteuden tiivistymisen takia. Sisäänotettavan ulkoilman hyvän laadun varmistamiseksi suositellaan käytettäväksi sellaista ulkoilmasäleikön asennustapaa, jossa sisäänotettava ulkoilma ei ole kosketuksissa ulkoseinän rakenteiden kanssa.

Jos ulkoilma otetaan sisään muun kuin ilmanvaihtokäyttöön hyväksytyyn kanavan kautta, tulee sisäänottoreitin täyttää ilmanvaihtotuotteiden laatuvaatimukset, etenkin tiiviyden, puhtauden ja puhdistettavuuden osalta. Ulkoilman sisäänotossa on erityisesti varmistettava suunnittelun ja urakoinnin rajapintojen vaatimustenmukaisuus. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi arkkitehtoniset koristesäleiköt, ilma- ja rakennetekniikan liitokset sekä sisäänoton viemärointi. Viemäroinnin kautta ei saa kulkeutua hajuja tai muita epäpuhtauksia sisäänotettavaan ulkoilmaan siinäkin tapauksessa, että vesilukko on kuivunut. Kulkeutuminen voidaan estää käyttämällä kiinteiden viemäriliitosten sijasta ilmaväliä viemäroitävän veden johtamisessa.

Ulkoilman sisäänoton toimivuuden tarkastusta, puhdistusta ja huoltoa varten on suunniteltava riittävästi ja riittävän suuria tarkastusluukkuja. Jotta ylläpitotyö onnistuisi myös käytännössä, luukut on varustettava pikalukitusvalvoilla, jotka voidaan avata ja sulkea tiiviisti ilman työkaluja.

Eri ilmanvaihtokoneiden yhteiset kammiot voivat olla riski ilmanvaihdon toimivuudelle ja epäpuhtauksien leviämislle etenkin silloin, kun kammion paine-ero vaihtelee, ilmanvaihtokoneiden käyntiajat poikkeavat toisistaan ja ilmavirtoja säädetään tarpeen mukaan toisistaan riippumatta.

Yhteisten kammioiden mahdolliset virtaustekniset ongelmat ovat samanlaisia kuin rinnan kytketyillä puhaltimilla. Virtausteknisen toimivuuden hallinta riippuu käytönaikaisista toimintapisteistä. Mikäli toimintapiste on jatkuvasti laskevalla puhallinkäyrällä, toiminta on aina vakaata. Muissa tapauksissa (esimerkiksi kukkulan tai satulan muotoiset puhallinkäyrät) voi esiintyä vaihtuvia toimintapisteitä ja niin sanottua pumppausilmiötä. Pumppausilmiöön vaikuttavat puhallintyyppi ja siiven muoto.

### 1.4 Ulkoilman sisäänotto huonekohtaisesti

Pelkällä poistoilmanvaihdolla varustetuissa rakennuksissa ulkoilma voidaan ottaa sisään esimerkiksi huonekohtaisten ulkoilmalaitteiden kautta. Näitä ovat esimerkiksi ulkoilmaventtiilit ja tuloilmaikkunat. Poistoilmanvaihtojärjestelmällä voi olla vaikea saavuttaa määräysten edellyttämää tasapainoista ilmanvaihtoa ja esimerkiksi tarvittavaa ilmansuodatusta.

Tuuletusikkunoiden tai rakennevuotojen vaikutusta ei yleensä oteta huomioon ilmanvaihtoa suunniteltaessa, vaikka niiden merkitys ilman laatuun voi olla merkittävä. Rakennevuotojen kautta tuleva ilma voi sisältää runsaasti epäpuhtauksia, mutta joissakin tapauksissa parantaa sisäilmanlaatua turvaamalla riittävän korvausilman saannin. Koneellisen poistoilmanvaihdon järjestelmissä rakennuksen vaipan ilmanpitävyys vaikuttaa ulkoilmalaitteiden kautta saatavan ilmavirran osuuteen. Mikäli tarkempia selvityksiä ei tehdä, voidaan olettaa, että puolet ulospuhallusilmavirran korvausilmasta tulee rakennevuotojen kautta ja puolet ulkoilmalaitteiden kautta. Jos rakennus on hatara, niin ulkoilmalaitteiden kautta saatava ilmavirta on vieläkin pienempi. Jos vaipan

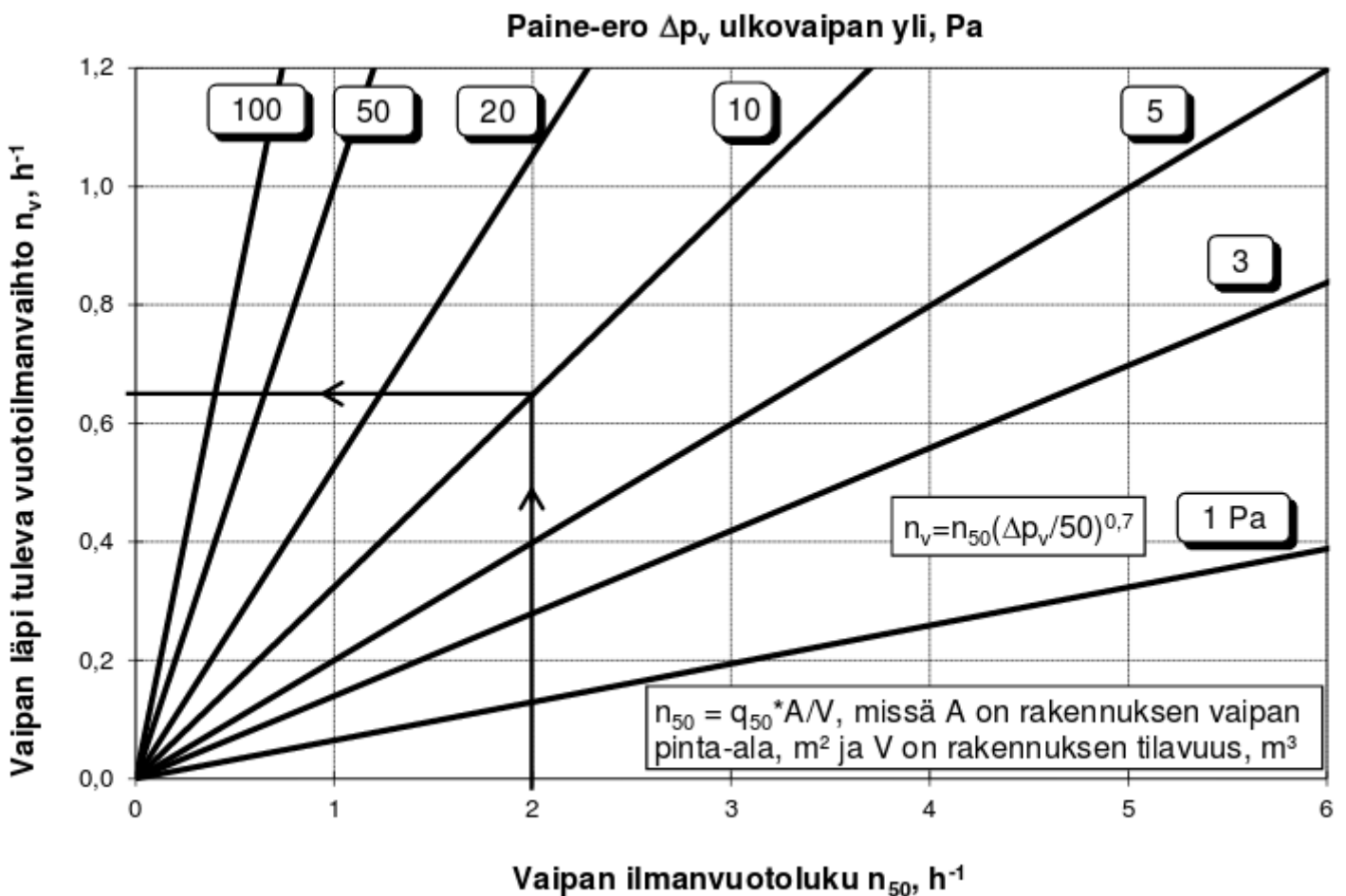
ilmanvuotoluku  $n_{50}$  on 2 1/h, niin 10 Pa paine-erolla vaipan läpi tulee vuotoilmavirta, joka vastaa vuotoilmanvaihtokerrointa 0,65 1/h. Tämä on suurempi kuin asuinrakennusten vähimmäisilmanvaihtokerroin 0,5 1/h (kuva 2).

Ulkoilmalaitteiden kautta tulevan ulkoilmavirran kohtuullinen hallinta edellyttää vähintään 10 Pa paine-eroa rakennuksen vaipan yli.

Paine-eron kasvattaminen lisää rakennevuotojen osuutta. Ilmansuodatus aiheuttaa lisäpainehäviöitä ilman sisäänottoon. Käytännössä näissä ulkoilman sisäänottotavoissa on havaittu ongelmia ilmavirtojen hallinnassa, ääneneristävyydessä, suodatusmahdollisuudessa ja vedottomuudessa. Poistoilmanvaihtojärjestelmissä suunniteltua ilmanvaihton tasoa ei pystytä hallitsemaan olosuhteiden vaihdelta. Lämpötilan ja tuulen vaikutuksen lisäksi poistoilmanvaihtojärjestelmissä ulkoilman sisäänoton tasapaino muuttuu, kun jossain tilassa avataan esimerkiksi ikkuna. Tällöin alipaine häviää ja ulkoilman sisääntulo heikkenee merkittävästi niissä tiloissa, joissa ikkuna ei ole auki.

Vakiopoistoilmavirralla toimiviin koneellisen poistoilmanvaihdon järjestelmiin ei tulisi suunnitella ulkoilman lämpötilan mukaan sulkeutuvia termostaattisia ulkoilmaventtiileitä. Ne lisäävät pakkasilla paine-eroa, joka lisää rakenteiden ja muiden rakojen kautta tulevaa vuotoilmavirtaa ja saattaa aiheuttaa hajujen ja haitallisten epäpuhtauksien kulkeutumista huoneilmaan.

Koneellisen poistoilmanvaihdon järjestelmiin ei tulisi suunnitella lisäksi huonekohtaisia tulo- ja poistoilmanvaihtokoneita ilman, että koneellisen poiston vaatiman korvausilman saantia ei ole suunniteltu eikä kokonaisjärjestelmän toimivuutta ole varmistettu.



*Kuva 2. Rakennuksen vaipan ilmanvuotoluvun vaikutus vaipan läpi tulevaan vuotoilmavirtaan. Jos vaipan ilmanvuotoluku  $n_{50}$  on 2 l/h, niin 10 Pa paine-erolla vaipan läpi tulee vuotoilmavirta, joka vastaa vuotoilmanvaihtokerrointa 0,65 l/h. Tämä on suurempi kuin asuinrakennusten vähimmäisilmanvaihto-kerroin 0,5 l/h. Lähde: Pientalon ilmanvaihtojärjestelmän suunnitteluperusteet (1989) Kauppa- ja teollisuusministeriö, Helsinki. 73 s. (KTM sarja D:175).*

## **2 Suojaus sadevedeltä ja lumelta**

Ulkoilman sisäänotto on suunniteltava ja toteutettava niin, että sadeveden haitallinen pääsy ilmanvaihtojärjestelmään ja etenkin ilmansuodattimiin estetään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa esimerkiksi vedenerotussäleiköllä ja tarvittaessa riittävän pitkällä, vedenpoiston mukaan muotoillulla ja viemäröidyllä ulkoilmakanavalla tai -kammiolla. Vedenerotussäleikön erottaman veden poisjohtaminen on suunniteltava niin, ettei siitä aiheudu haittaa rakenteille tai ulkoseinien pinnoille. Missään olosuhteissa vesi ei saa päästä valumaan säleikköön rajoittuvan rakenteen sisään.

Ulkosäleikön vedenerotuskyvyn tulee olla testattu standardin SFS-EN 13030:2001 mukaisesti. Säleikön erotuskyky sadevedelle tulee olla vähintään 97,0 % koko suunnitellulla ilmavirta-alueella.

Pystysuoralle ulkoseinälle sijoitettu suojaamaton ulkoilmalaite, johon tuuli pääsee suoraan vaikuttamaan, mitoitetaan yleensä korkeintaan vapaan aukon virtausnopeudelle 2,0 m/s ainakin silloin, kun säleikön vedenerotuskykyä ei ole tiedossa. Virtausnopeus voi olla suurempikin, mikäli säleikön vedenerotusmenetelmä sitä edellyttää eikä siitä aiheudu muuta haittaa. Ilmanvaihtokammioihin tai -kanaviin tehdään veden poisto, jos sadevesi tai lumi voi päästä niihin.

Ulkoilmasäleikön hyvä sadevedenerotuskyky voidaan toteuttaa esimerkiksi pystysäleisellä vedenerotussäleiköllä. Ulkoilmasäleikön sadeveden erotuskyvyn tulee olla tuulisellakin säällä vähintään 97 ? 100 %. Tehokaskaan vedenerotussäleikkö ei pysty erottamaan pölyävää pakkaslunta yhtä tehokkaasti kuin vettä. Kuitenkin hyvä vedenerotuskyky merkitsee yleensä myös kohtuullisen hyvää lumenerotuskykyä (ja myös hiekanerotuskykyä). Lumen sisään tuloa voidaan rajoittaa myös ilman virtausnopeutta pienentämällä. Ulkoilmasäleikön vapaan aukon virtausnopeuden tulee olla enintään 0,5 ? 1,0 m/s. Kevyt pakkaslumi sisältää hyvin vähän vettä, joten oikein toteutetussa järjestelmässä se ei yleensä aiheuta kosteusongelmia esimerkiksi ilmansuodattimissa. Käytännön ongelmana on ollut, että ulkoilmasäleikköjen veden- ja lumenerotuskyvystä ei suunnittelijoilla ole käytettävissä riittäviä tietoja. Vedenerotuskyvyn osoittamiseen on olemassa testausstandardi SFS-EN 13030:2001, mutta kaikista tuotteista ei ole sen mukaan määritettyjä suoritusarvoja saatavissa.

Katolla tai katoksen yläpuolella seinällä olevan ulkoilmalaitteen etäisyyden kattopinnasta tulee olla vähintään 0,9 metriä, jos ilmanvaihtoa haittaavan lumipeitteen muodostumista ei ole estetty. Ulkoilmalaitetta ei tule asentaa sellaisiin kohtiin, joissa lumen kinostuminen on todennäköistä. Tällaisia kohtia on nurkissa ja umpiperissä sekä muissa kohdissa, joissa on tuulen virtausta estäviä tai pyörteitä aiheuttavia rakenteita.

Pakkasella huurteen muodostuminen ulkoilmasäleikköön on mahdollista. Huurteen muodostumista tulee ehkäistä ensisijaisesti rakenteellisilla keinoilla, kuten esimerkiksi räystäiden tai muiden rakenteiden varjostuksella tai asentamalla säleikön päälle huvan sekä materiaaliteknisin keinoin. Huurtumisen estämiseksi voidaan käyttää myös sulanapitolämmitystä.

Ulkoilmasäleikössä ei saa olla tiheää lamellijakoa tai verkkoa, joka kerää huurretta ja roskia, jotka tukkivat säleikön ja estävät ilmanvaihtojärjestelmää toimimasta suunnitellulla tavalla. Ulkoilmasäleikkö ja siihen mahdollisesti kuuluvat ritilät ja verkot on oltava puhdistettavissa ilman henkilönostinta.

## **3 Ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen ja ominaisuudet**

Ulospuhallusilma on johdettava ulos rakennuksesta siten, ettei rakennukselle tai muille rakennuksille,

ympäristölle tai niiden käyttäjille aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa.

### 3.1 Etäisyysvaatimukset

Ulospuhallusilmalaitteet sijoitetaan yleensä taulukon 2 ja kuvan 1 etäisyysvaatimuksia noudattaen. Taulukossa esitetyt arvot ovat *ohjeellisia* vähimmäisetäisyyksiä.

Taulukko 2. Ulospuhalluslaitteiden etäisyysvaatimukset eri poistoilmaluokkien ulospuhallusilmalle.

Ulospuhalluslaitteen etäisyys	Poistoilmaluokka		
	1 ja 2	3	4
Alapuolella olevista avattavista ikkunoista	2 m	4 m	6 m
Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista	3 m	6 m	10 m
Maanpinnasta tai pihatasosta	2 m	3 m	5 m
Naapuritontista	2 m	5 m	8 m
Tuuletusviemäriin ja savupiipun aukosta ja painovoimaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilma-aukoista	1 m	1 m	1 m
Ulkoilmalaitteista	kuva 1		

Ulospuhallusilma johdetaan yleensä rakennuksen korkeimman osan vesikaton yläpuolelle ja puhallus suunnataan yleensä ylöspäin, jotta ulospuhallusilman pääsy ulkoilmalaitteisiin, ikkunoihin ja oleskelualueille estetään. Ylöspäin suunnatun ulospuhallusilmalaitteen etäisyydet voidaan laskea joko laitteen reunasta tai laitteen yläpuolelta pisteestä, jonka etäisyys laitteesta metreinä on  $1/3$  puhallusnopeuden numeroarvosta m/s.

Poistoilmaluokan 1 ilma ja porrashuoneiden, hissikuilujen ja teknisten tilojen ulospuhallusilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueille. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon ulospuhallukselle asetetut äänitekniset vaatimukset.

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän ulospuhallusilmalaitte sijoitetaan yleensä rakennuksen harjaviivan yläpuolelle. Ulospuhallusta tehostetaan tarvittaessa käyttämällä tuuliohjaimia, tuuliroottoreita tai muita vastaavia ratkaisuja.

Ulospuhallusilmalaitteen tulee olla ääni- ja virtausteknisesti käyttötarkoitukseen sopiva ja sadevedenpitävä.

Ulospuhallusilman ulospuhalluksessa voidaan tarvita äänenvaimennusta myös ulos leviävän melun vaimentamiseen. Ulospuhallusilman kattopuhalluksessa vesikaton läpivienti on syytä tehdä valmiilla ulospuhallus- ja läpivientiosilla vesitiiviiden ja muun toimivuuden varmistamiseksi.

### 3.2 Kattopuhalluksen toimivuus

Ulospuhallusilman kattopuhallus ei kaikissa tapauksissa takaa sitä, että ulospuhallusilma ei aiheuttaisi haittaa. Esimerkiksi rakennusten matalien osien tai lähellä olevien matalien rakennusten ulospuhallusilmaa ja hajua voi levitä ulkoilman sisäänottoon, avattaviin ikkunoihin tai oleskelutasoille.

Esimerkiksi porrasmaisten terassitalojen kattopuhallus voi olla käytännössä mahdoton toteuttaa ilman haittoja. Kattopuhalluksissa, joissa ulospuhallusnopeus on kuristettu pieneksi ennen ulospuhallusaukkoa esimerkiksi LTO-patterilla, epäpuhtaudet voivat kulkeutua suurina pitoisuuksina kattoa pitkin kauas ja aiheuttaa haittaa heikentäen esimerkiksi sisäänotettavan ulkoilman laatua. Rakennuksissa olevien pysäköintihallien ulospuhallusilman johtaminen kattopuhalluksen kautta ulos ei takaa sitä, etteivät epäpuhtaudet kulkeudu esimerkiksi tuulen vaikutuksesta rakennuksen julkisivulle ja mahdollisesti myös oleskelutasoille tai ulkoilman sisäänottoon. Erityisesti pysäköintihallien muuttuvailmavirtaisen järjestelmän ulospuhalluksen suunnittelussa on todelliset ulospuhallusnopeudet, kuormittavat epäpuhtaudet ja niiden kulkeutuminen on selvitettävä tarvittaessa virtausteknisillä laskelmilla, jotta haittaa ei aiheudu.

### 3.3 Seinäpuhalluksen perusvaatimukset

Poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta. Myös muissa tapauksissa ulospuhallusilma voidaan suunnitella johdettavaksi ulos muualta kuin rakennuksen vesikaton yläpuolelta, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta niin edellyttää eikä johtamisesta aiheudu haittaa. Tällaisia tapauksia voivat olla hajautetut ilmanvaihtojärjestelmät ja muut sellaiset ilmanvaihtojärjestelmät, joissa ilmanvaihtokoneet ja -konehuoneet eivät sijaitse vesikatolla tai ylimmässä kerroksessa. Kylmää ilmaa kuljettavien kanavien eristämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota silloin, kun ne sijaitsevat asuinhuoneistoissa.

Poistoilmaluokan 1 ilma ja porrashuoneiden, hissikuilujen ja teknisten tilojen ulospuhallusilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueille. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon ulospuhallukselle asetetut äänitekniset vaatimukset.

Tavanomainen asuinhuoneistoista peräisin oleva poistoilmaluokan 3 ilma voidaan yleensä johtaa ulos rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta haittaa aiheuttamatta seuraavin edellytyksin ilman tarkempia selvityksiä:

- ulospuhallusilmalaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista on vähintään 3 m;
- vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus kohtisuoraan suhteessa seinään on vähintään 5 m/s käyttäjän tehostamattomalla ilmavirralla;
- ulospuhallusilmalaitteen etäisyys viereisistä seinistä on vähintään 3 metriä, naapuritontista vähintään 4 m ja vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta vähintään 15 m;
- ulospuhallusilmalaitetta ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille, jos sisäpihan pienin etäisyys vastapäiseen seinään on alle 30 m;
- ulospuhallusilmalaitetta ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin;
- ulospuhallusilmalaitteen toimivuus suunnitellussa käyttötarkoituksessa on varmistettu;
- ilmaa ei ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueille sekä
- suunnittelussa on otettu huomioon ulospuhallukselle asetetut äänitekniset vaatimukset.

Jos rakennuksessa on esimerkiksi liesikuvun toiminnasta, märkätilojen käytöstä tai kosteuden poiston tarpeesta aiheutuvan tehostustarpeen tunnistava automaattikka, voidaan ulospuhalluksen toimivuuden arvioinnissa käyttää edellä mainitusta poiketen keskimääräisen virtausnopeuden arvona tehostusajan ilmavirtaa.



Asuinkerrostaloja on toteutettu siten, että huoneistokohtainen ulospuhallusilma puhalletaan ulkoseinältä ulos. Kokemuksiin pohjautuen oikein suunniteltuna ja toteutettuna ratkaisu on toimiva. Asukaskyselyiden perusteella ulospuhallusilman seinäpuhalluksesta ei ole aiheutunut haittaa käyttäjille. Kiinteistöhuollolta saadun palautteen mukaan ulospuhallusilman seinäpuhallus ei ole aiheuttanut valituksia tai lisätyötä huoltohenkilöstölle. Aihetta on käsitelty myös kerrostalon ilmastonmuutos KIMU:n KIMULI-lisähankkeessa (Lähiöohjelma/ARA). Tehtyjen kokeilujen ja kyselyiden tulokset eivät kuitenkaan takaa sitä, että kaikki toteutetut järjestelmät olisivat teknisesti toimivia ja täyttäisivät rakentamismääräykset. Tuotteiden ja järjestelmien teknisen toimivuuden ja sisäilmaston laadun varmistaminen edellyttäisi kyselyitä yksityiskohtaisempaa kohteiden seurantaa sekä tuotteiden ominaisuuksien systemaattista kehittämistä ja mahdollista hyväksyntä- tai sertifiointimenettelyä.

Ulospuhallusilman seinäpuhalluslaite tulee sijoittaa sellaiseen paikkaan, että ulospuhallusilma pääsee leviämään mahdollisimman vapaasti.

Seinäpuhalluslaitetta ei tule sijoittaa sellaiseen paikkaan, jossa ulospuhallusilma törmää vastapäisiin rakenteisiin tai rakennuksiin. Myöskään sellaisiin nurkkiin seinäpuhallusta ei tule sijoittaa, joissa on mahdollista, että ulospuhallusilmasuihku osuu viereiseen seinään. Nurkkapuhalluksessa on mahdollista käyttää viereisestä seinästä poispäin suunnattua vinoa puhallusta, jolla vältytään aiheuttamasta haittaa seinärakenteille. Seinäpuhalluslaitetta ei tule sijoittaa umpinaisille sisäpihoille, mikäli ilman sekoittumisesta ei ole varmuutta.

Seinään asennettava ulospuhallusilmalaite sijoitetaan yleensä liikenneväylän tai paikoitusalueen puoleiselle seinälle, mikäli mahdollista. Jos seinustalla on tuuliesteitä, esimerkiksi parvekeseiniä tai sisänurkkauksia, jotka muodostavat soppi-tiloja, ulospuhallusilma- ja ulkoilmalaitteita ei sijoiteta samaan soppitilaan. Jos ulospuhallusilmalaitteen yläpuolella on räystäs, erkkeri tai muu seinästä ulkoneva rakennusosa, sijoitetaan laite ulkoneman verran sen alapuolelle tai laite kanavoidaan ulkoneman etureunan tasoon.

Ulospuhallusilmalaitteet sijoitetaan mahdollisen parveke- tai terassilasituksen ja aurinkosuojien ulkopuolelle.

Seinäpuhalluksessa ulospuhallusilmalaitteen ulkoreunan tulisi ulottua ns. tippanokan verran ulos seinäpinnasta eikä se saisi päättyä seinäpinnan tasoon tai seinän sisälle. Näin voidaan estää puhallusseinämän mahdollinen kostuminen. Kosteaa ulospuhallusilman huurtumista ulospuhalluslaitteeseen voidaan vähentää lämpöeristämällä ulostuleva puhallusosa. Näin on meneteltävä etenkin silloin, kun ulostuleva puhallusosa ulottuu tippanokkaa kauemmaksi seinäpinnasta. Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee varmistaa, että seinäpuhalluksessa ulospuhalluslaitteen liitoksesta on käytössä detaljipiirustus, jossa esitetään ratkaisut sadeveden sisäänpääsyn estämiseksi, ilmavuotojen välttämiseksi sekä lämmöneristyksen jatkuvuuden varmistamiseksi ja kylmäsiltojen katkaisemiseksi. Toteutuksen laadun varmistamiseksi suositellaan teollisesti valmistettuja ulospuhalluselementtejä, joihin sisältyy myös läpiviennit tiivistyksineen ja lämmöneristyksineen.

Seinäpuhalluksessa ei ole suositeltavaa käyttää usean ilmanvaihtokoneen yhteisiä ulospuhallusilmakammioita, koska tällöin ulospuhallusnopeuden hallinta vaikeutuu, kun ilmavirtoja ohjataan tarpeen mukaan. Seinäpuhalluksessa ei myöskään suositella käytettäväksi säleikköjä, mikäli niillä on huono sekoituskyky sekä suuri painehäviö ja äänenkehitys.

### **3.4 Seinäpuhalluksen kanavointi**

Ulospuhallusilman seinäpuhallus voi joissain tapauksissa helpottaa ja lyhentää ulospuhallusilman kanavointia, vähentää kerrosten läpi menevien kanavien määrää, parantaa virtausteknistä toimivuutta ja vähentää kanavoinnista aiheutuvia lämpö- ja kosteusteknisiä riskejä. Ulospuhallusilman seinäpuhallus on perusteltua esimerkiksi silloin, kun ulospuhallusilmakanavaa jouduttaisiin kattopuhalluksessa kuljettamaan pitkän matkaa lämpimissä tiloissa (esimerkiksi erittäin korkeat asuinkerrostalot).

Ilmanvaihdon energiatehokkuusvaatimusten mukaan poistoilmasta on yleensä otettava lämpöä talteen. Tämän seurauksena ulospuhallusilma on lämmityskaudella kylmää. Reitityssuunnittelun tavoitteena tulee olla, että kylmä ilma puhalletaan kanavan eristyksestä huolimatta lyhyitä mahdollista reittiä ulos, jotta suunniteltu energiatehokkuus toteutuisi myös käytännössä. Ulospuhallusilmakanava on lämpöeristettävä (höyrytiivis ulkopinta) lämpimissä sisätiloissa tilojen jäähtymisen, ulospuhallusilman lämpenemisen ja ulkopinnan kondenssin estämiseksi. Lämpimissä tiloissa kulkevia ulospuhallusilmakanavia tulee mahdollisuuksien mukaan välttää, koska ne voivat eristyksestä huolimatta aiheuttaa kosteus- ja sisäilmaongelmia. Ulospuhallusilmakanava on lämpöeristettävä myös ullakolla ja ulkona, jotta kanavan sisällä olevasta kosteasta ulospuhallusilmasta ei tiivisty vettä kanavan sisäpuolelle. Kanavan mahdollisten ilmapuotojen takia huokoisessa eristeessä ei tule olla höyrytiivistä ulkopintaa kylmissä tiloissa. Ulkona kulkevia pitkiä ulospuhallusilmakanavia tulee mahdollisuuksien mukaan välttää, koska ne voivat eristyksestä huolimatta aiheuttaa sisäpuolista kondenssia ja jäätymistä, joista voi seurata järjestelmän toimivuuden heikentymistä ja mahdollisesti rakenteellisia vaurioita.

### 3.5 Seinäpuhalluksen toimivuuden arviointi erityistapauksissa

Ulospuhallusilman seinäpuhalluksen toimivuutta voidaan arvioida suunnitteluvaiheessa ulospuhallusilman epäpuhtauspitoisuuden laimenemisen avulla. Toimivassa seinäpuhalluksessa ulospuhallusilma ei kulkeudu oleskelualueille, avattavien ikkunoiden läheisyyteen eikä ulkoilman sisäänottolaitteisiin lainkaan tai on laimentunut kulkeutuessaan niin, ettei siitä aiheudu haittaa. Seinäpuhallusratkaisu ei saa myöskään aiheuttaa haittaa rakenteille.

Suunnittelussa voidaan käyttää seinäpuhalluksen toimivuuden arvioinnissa virtauskuvioita ulkoseinän pinnalla ja sisäänottokohdissa. Seinäpuhalluksen toimivuuden tärkein kriteeri on ulospuhallusilman epäpuhtauksien pitoisuus sisään otettavassa ulkoilmavirrassa. Asuinhuoneiston seinäpuhalluksen epäpuhtauspitoisuus saa olla VTT:n tutkimuksen (VTT Tiedotteita 1595) mukaan enintään 0,6 - 2,3 % hajukynnyksen perusteella. Toisin sanoen ulospuhallusilman pitää laimentua vähintään 1/168-osaan (hyvä taso) tai 1/43-osaan (tydyttävä taso) ennen kuin se kulkeutuu ulkoilman sisäänottoon tai muuhun tarkasteltavaan kohtaan. Tutkimuksessa hajukynnystä arvioitiin siten, että ulospuhallusilman voimakkain hajulähde oli keittiön liesikuvun poistoilma silakoiden paistamisen aikana. Koska asuinhuoneiston jäteilma sisältää keittiön poistoilman lisäksi ainakin märkätilojen poistoilmaa, keittiön poistoilman hajut laimenevat ennen ulospuhallusta merkittävästi. Lisäksi liesikuvut eivät kykene poistamaan kaikkia paistamisessa syntyviä hajuja, vaan osa leviää huoneilmaan laimentuen ulospuhallusilman epäpuhtauspitoisuutta. Suunnittelussa ja laitevalinnoissa voidaan käyttää seuraavia pitoisuuskriteereitä. Asuinhuoneiston ulkoilman sisäänottokohdassa ulospuhallusilman pitoisuus sisäänotettavassa ulkoilmassa saa olla enintään 1 % (hyvä taso) tai enintään 5 % (tydyttävä taso). Suunnittelun tavoitteena on syytä käyttää hyvän tason pitoisuutta. Sellaisia suunnitteluratkaisuja, joissa ylitetään tyydyttävän tason pitoisuus, ei tule toteuttaa. Asuinhuoneiston pitoisuustasoja voidaan käyttää myös muiden tilojen ja epäpuhtauksien riittävän laimennuksen toteutumisen arviointiin ja järjestelmän toimivuuden arviointiin. Ulospuhallusilman takaisinvirtaukselle ja ilmanvaihtokoneiden sisäisille vuodoille on annettu vastaavan suuruisia luokitusarvoja standardissa SFS-EN 13142.

Asuinhuoneistojen seinäpuhallus voidaan toteuttaa myös niin, että ulospuhallukset ja ulkoilman sisäännotot ovat hyvin lähellä toisiaan.

Tällöin ulospuhallusilman suuri puhallusnopeus pois päin seinästä lisää laitteiden välistä tehollista etäisyyttä ja estää ulospuhallusilmaa palautumasta takaisin haitallisesti. Tällaisissa ratkaisuissa tuulisella säällä laitteiden sijoittelu ja rakenne vaikuttavat ulospuhallusilman kulkeutumiseen. Lähekkäin olevien ulospuhallusten ja sisäänottojen välissä on suositeltavaa olla jonkinlainen suojaratkaisu, joka estää ulospuhallusilman suoran kulkeutumisen ilman sisäänottoon tuulen vaikutuksesta. Laskennallisten tarkasteluiden perusteella seinäpuhallus toimii useimmissa tapauksissa virtausteknisesti parhaiten silloin, kun ilman sisäänottoaukko sijaitsee ilman ulospuhallusaukon

alapuolella. Muitakin vaatimukset täyttäviä ratkaisuja voi käyttää.

Lähekkäin sijaitsevan ulospuhallus- ja sisäänottolaitteen ominaisuus palauttaa omaa ulospuhallusilmaa omaan ulkoilman sisäänottoon tulee olla tiedossa ja täyttää vaatimukset. Enintään 5 % omaa ulospuhallusilmaa saa palautua omaan ulkoilman sisäänottoon epäedullisimmissa olosuhteissa. Tavanomaisissa olosuhteissa palautuminen saa olla enintään 1 %. Useampia seinäpuhalluslaitteita voidaan sijoittaa myös lähekkäin seinälle. Tällöin ilmavirtaus yhdistyy ja yksittäisen ulospuhalluksen ilman epäpuhtauspitoisuudet laimenevat tehokkaasti.

Ohje [10]

### **Opas**

Sisäilmasto ja ilmanvaihto [6]

### **Luokka**

Esimerkki [11]

### **Aihe**

Ilmanvaihto [8]


## **Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -esimerkit**

## **Paloeristysratkaisun asennustodistusesimerkki**

latest change 19.11.2018, version id 3488, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### **Opastava teksti**

Liitteessä on esitetty esimerkki asennustodistuksesta ja sen sisältämistä tiedoista. Asennustodistuksen ratkaisukohtainen malli on yleensä paloeristysratkaisun sertifikaatin liitteenä.

 asennustodistusesimerkki.pdf [12]

### **Opas**

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus [13]

### **Luokka**

Esimerkki [11]

### **Aihe**

Ilmanvaihto [8]

Paloturvallisuus [14]

## **Palopellin asennustodistusesimerkki**

latest change 19.11.2018, version id 3487, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### **Opastava teksti**

Liitteessä on esitetty esimerkki asennustodistuksesta ja sen sisältämistä tiedoista. Asennustodistuksen ratkaisukohtainen malli saa yleensä valmistajan kautta.

 asennustodistusesimerkki\_palopelti.pdf [15]

### **Opas**

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus [13]

### **Luokka**

Esimerkki [11]

## **Aihe**

Ilmanvaihto [8]

Paloturvallisuus [14]


# **Vesi- ja viemärlaitteistot -esimerkit**

## **TUKES: Huoneistokohtaisten vesimittareiden asennuspaikan suunnittelu**

latest change 19.11.2018, version id 3491, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### **Opastava teksti**

Oheisessa liitteessä on TUKESin ohje LVI-suunnittelijoille vesimittarin asennuspaikan suunnittelusta.

 tukes\_vesimittariohje\_lvi-suunnittelijat.pdf [16]

### **Opas**

Vesi- ja viemärlaitteistot [17]

### **Luokka**

Esimerkki [11]

### **Aihe**

Käyttövesi [18]

## **Vesilaitteiston takaisinimusojoausohjeet (D1/2007 Liite 1)**

Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 1 Vesilaitteiston takaisinimusojoausohjeet, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi. Liitettä päivitetään tarvittaessa, mutta tällä hetkellä ei ole tiedossa erityistä päivitystarvetta.

 d1\_2007\_liite\_1.pdf [19]

## **Vesilaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007 Liite 2)**


Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 2 Vesilaitteiston mitoitusohjeet, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi. Liitettä päivitetään tarvittaessa, mutta tällä hetkellä ei ole tiedossa erityistä päivitystarvetta.

Liitteessä 2 viitataan D1/2007 asetuksen kohdassa 2.6.3.1 olevaan taulukkoon 1. Taulukko on kopioitu tähän alle ja siinä on esitetty suurin hyväksytty veden nopeus kuparijohdossa huomioon ottaen virtaavan veden aiheuttama eroosiokorroosiovaara. Äänitekniset syyt voivat edellyttää pienempiä virtausnopeuksia.

Taulukko 1. Syöpymisen kannalta suurin hyväksytty vedennopeus kuparijohdossa.

Vesijohto	Suurin hyväksytty nopeus [m/s]	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Jakojohto	4,0	3,0
Kytkenäjohto	4,0	3,0
Johdossa jatkuva virtaus *)	1,0	1,0

\*) Lämpimän veden kiertojohtojen virtausnopeuden mitoitusarvo on 0,5 m/s.


 d1\_2007\_liite\_2.pdf [20]

**Kategoria:**

Esimerkki [21]


## Vesilaitteiston putkimateriaalit, liitostavat ja kupariputkien nimellimitat (D1/2007 Liite 3)

Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 3 Vesilaitteiston putkimateriaalit, liitostavat ja kupariputkien nimellimitat, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi. Liitettä päivitetään tarvittaessa, mutta tällä hetkellä ei ole tiedossa erityistä päivitystarvetta.

 d1\_2007\_liite\_3.pdf [22]

## Viemärlaitteiston mitoitusohjeet (D1/2007 Liite 4)

Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 4 Viemärlaitteiston mitoitusohjeet, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi. Liitettä päivitetään tarvittaessa, mutta tällä hetkellä ei ole tiedossa erityistä päivitystarvetta.


 d1\_2007\_liite\_4.pdf [23]

## Viemäriputkimateriaalit (D1/2007 Liite 5)

Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 5 Viemäriputkimateriaalit, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin

Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi.

D1/2007 liitteen 5 asioille ei nähdä enää tarvetta ja on päädytty poistamaan opastavan tekstin viittaukset liitteeseen 5. Itse liite jätetään vielä mukaan esimerkiksi.

 Viemäriputkimateriaalit (D1/2007 Liite 5, ei viitata opastavissa teksteissä) [24]

## **Erottimien valinta- ja mitoitusperusteet (D1/2007 Liite 6)**


Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 6 Erottimien valinta- ja mitoitusperusteet, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi. Liitettä päivitetään tarvittaessa, mutta tällä hetkellä ei ole tiedossa erityistä päivitystarvetta.

 Erottimien valinta- ja mitoitusperusteet (D1/2007 Liite 6).pdf [25]

## **Sadevesilaitteiston mitoitus (D1/2007 Liite 7)**

Rakentamismääräyskokoelman asetuksessa Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007 on liitteenä 7 Sadevesilaitteiston mitoitus, jotka ovat toimineet suunnittelijan työkaluna. Oppaan julkaisuhetkellä käytettävissä on vuoden 2007 liitteet, jotka on kopioitu sisällöltään sellaisenaan muistiin Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan liiteaineistoksi.

Päivitystarvetta on ainakin siinä, että sadevesilaitteiston sijasta uudessa 2018 voimaan astuvassa asetuksessa käytetään termiä hulevesilaitteisto.

 Sadevesilaitteiston mitoitus (D1/2007 Liite 7).pdf [26]

## **Käyttöveden lämpötila ja laatu**

latest change 25.01.2019, version id 3543, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### **Opastava teksti**

Esimerkki on tarkoitettu suunnittelijoille, talotekniikkavalvojille ja -tarkastajille.

### **Taustaa legionellasta**

Legionellat ovat bakteereja, joita esiintyy pieniä määriä makeissa luonnon vesissä ja maaperässä. Legionellabakteerit voivat lisääntyä vesijärjestelmissä ja kulkeutua aerosolien mukana hengitysilmaan. Rakennuksessa aerosoleja syntyy erityisesti suihkun yhteydessä ja porealtaissa.

Taudinkuva voi vaihdella oireettomasta infektiosta vaikeaan keuhkokuumeeseen, jota kutsutaan myös

legioonalaistaudiksi. Kuivan yskän, kuumeen, pääsäryn, lihaskipujen ja hengenahdistuksen lisäksi taudinkuvaan voi kuulua myös rinta- ja vatsakipua. Yli neljänneksellä potilaista esiintyy ripulia ja puolella sekavuutta.

Epidemioiden yhteydessä on havaittu, että alle 5 prosenttia altistuneista sairastuu keuhkokuumeeseen.

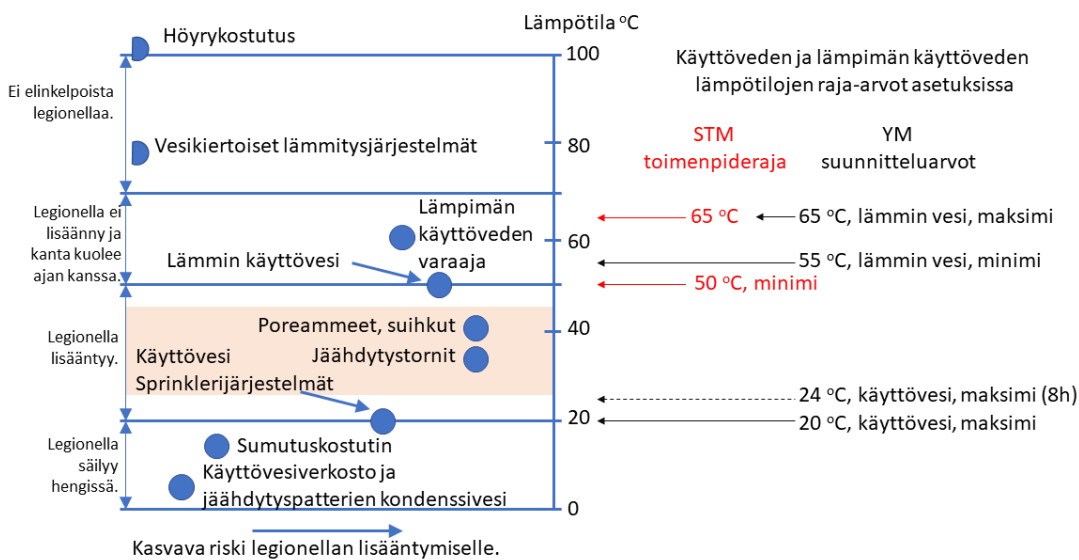
Legionelloosi ei tartu ihmisestä toiseen.

## Riskiryhmät

Perussairaudet, korkea ikä ja tupakointi lisäävät sekä sairastumisen että vakavan taudin riskiä.

Lähde: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit/taudit-ja-mikrobit/bakteeritaudit/legionella> [27]

## Legionellariski



Kuvan lähde: CIBSE TM 13 *Minimizing the risk of Legionnaires' disease*, CIBSE, 2013

Veden lämpötila, legionellariski ja määräysten lämpötilarajat.

Veden lämpötilalla on merkittävä vaikutus legionellabakteerien kasvu- ja selviytymismahdollisuuksiin: 50 °C vesi tappaa legionelloista 90 % muutamassa tunnissa, 55 °C vesi muutamassa kymmenessä minuutissa, ja 60 °C vesi muutamassa minuutissa. Legionellat säilyvät viileissä veden lämpötiloissa pidempiäkin aikoja, vaikka alle 20 °C vesi ei vielä yleensä mahdollista legionellapitoisuuden kasvua.

## Milloin legionellaa voi esiintyä järjestelmässä

On olemassa olosuhteita, jotka soveltuvat mikrobikasvulle ja tämän kautta altistaa infektioille. Näitä ovat esimerkiksi:

- veden lämpötila 20 ... 45 °C,
- heikko tai olematon veden vaihtuvuus käyttövesijärjestelmässä,
- puutteellinen takaisinvirtauksen esto,

- järjestelmässä oleva legionellan ravinnoksi soveltuvaa materiaalia, joka voi olla esimerkiksi lietettä, kattilakiveä, ruostetta, levää tai muuta orgaanista materiaalia,
- järjestelmässä voi muodostua pisaroita, jotka ovat riittävän pieniä päätyäkseen hengityksen mukana keuhkoihin, tai
- kylmän käyttöveden heikko laatu, jossa rakennukseen tuleva vesi aiheuttaa erityisen riskin käyttäjän oman kaivon tai vesilähteen käyttämisen vuoksi.

Lähde: European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections caused by Legionella Species, June 2017. [28] (sivu 15)

## Asetukset ja määräykset

Lämpötilarajat:

- Sosiaali ja terveysministeriön asumisterveysasetus [29]7?§, Vesijohtoveden lämpötila
  - "Lämminvesilaitteistosta saatavan lämpimän vesijohtoveden lämpötilan tulee olla vähintään + 50 Celsius-astetta ja vesikalusteesta saatava vesi saa olla korkeintaan + 65 Celsius-astetta."
    - Koskee myös olemassa olevia rakennuksia.
    - Lämpötilarajat ovat toimenpiderajoja, joita käytetään mahdollista terveyshaittaa arvioitaessa.
- Ympäristöministeriön asetus vesi- ja viemärilaitteistoista [30] 6 §, Veden lämpötila
  - "Kylmävesijohdon on oltava suunniteltu ja asennettu siten, että kylmävesilaitteistossa olevan veden lämpötila saa olla enintään 20 celsiusastetta. Vähintään kahdeksan tunnin käyttämättömän jakson jälkeen veden lämpötila saa olla enintään 24 celsiusastetta.
  - Lämminvesilaitteistossa olevan veden lämpötilan on oltava vähintään 55 celsiusastetta ja sitä on saatava lämminvesikalusteesta 20 sekunnin kuluessa. Lämminvesilaitteistosta saatavan veden lämpötila saa olla korkeintaan 65 celsiusastetta.
  - Vesilaitteiston on oltava sellainen, että haitallinen veden ristiinvirtaus lämminvesijohdosta kylmävesijohdosta tai päinvastoin estyy.
  - Asetus koskee uuden rakennuksen sekä kiinteistöllä sijaitsevien vesi- ja viemärilaitteistojen suunnittelua ja rakentamista. Asetus koskee myös rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, korjaus- ja muutostyötä sekä käyttötarkoituksen muutosta.
- Ympäristöministeriön asetus sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta [31] 23 §, Ilman kostutus
  - Jos ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ilman kostutuksella, erityissuunnittelijan on suunniteltava ilman kostutus siten, että vältetään olosuhteet terveyttä vaarantavien mikrobin kasvulle.
  - Ei liity varsinaisesti käyttöveteen, mutta myös tässä on taustalla legionellariski.

## Ratkaisut

Poistettavat käyttövesijohdot peruskorjauskohteissa katkaistaan käytöstä runkojohtojen vierestä. Muutosten laajuudesta riippuen pyritään vanhat käyttöveteen liitetyt lämmityslaitteet kytkemään erilliseen lämmityspiiriin.

Kylmän käyttövesijohdon eristesarja on valittava lämpenemistä vastaan, kun vesijohto kulkee samassa tilassa lämmitysputkien kanssa ja tilan lämpötila voi nousta korkeaksi. Laskennalliseen eristyspaksuuteen vaikuttaa sekä ympäristön lämpötila että veden lämpötila putkessa lähtötilanteessa. Kohteissa, jossa rakennukseen tulevan käyttöveden lämpötila on korkea eristäminen ei yksinään riitä, vaan lisäksi on käytettävä muita tapoja.

Kohteissa, joissa käytetään lattialämmitystä, on lattialämmitysputkien alapuolella oltava eristys, jolla vältetään alakerran katossa olevan asennustilan lämpeneminen. Alakerran käyttövesiputket kulkevat usein



kyseisessä asennustilassa.

Käyttövesijohtojen eristys rakenteiden lävistyskohdissa pyritään tekemään katkeamattomaksi.

Mikäli epäillään, että kylmän käyttöveden lämpötila nousee kesäaikana yli raja-arvon, asennetaan kylmävesijohtoon lämpötila-anturi vesimittarin jälkeen ja suihkupisteiden läheisyyteen, missä veden käyttö ei ole jatkuva. Tästä voidaan selvittää, tapahtuuko lämpeneminen rakennuksessa vai sen ulkopuolisessa verkostossa, ja hakea sen perusteella ratkaisua korkeaan lämpötilaan.

Lämmin käyttövesi pyritään lämmittämään siten, että lämmintä käyttövettä ei seiso tarpeettomasti järjestelmässä. Esimerkiksi kerrostaloissa lämminvesivaraajan sijasta voidaan käyttää energiavaraajaa, jolloin käyttövesi lämmitetään erillisessä siirtimessä ja lämmintä käyttövettä ei varastoida järjestelmässä.

Lämpimän veden kiertojohto pyritään tuomaan mahdollisimman lähelle suihkua, jotta suihkuun menevään kytkentäjohtoon jää mahdollisimman vähän jäähtyvää vettä.

Suihkutiloihin, joissa on havaittu kylmän veden lämpötilan nousua yli raja-arvon, voidaan asentaa automaattihana, joka laskee kylmää vettä säännöllisin väliajoin.

Kohteissa, joissa on normaalia korkeampi legionellariski, käytetään käsisuihkuina laitteita, jotka eivät sekoita suihkupäässä veden sekaan ilmaa. Esimerkiksi vedensäästösuihkupäiden käyttö on harkittava tässä suhteessa huolellisesti.

## **Kohteet, jotka vaativat erityistä huomiota suunnittelussa**

Kohteet, joiden asukkaat ovat muuta väestöä alttiimpia sairastumaan legionellan vuoksi ovat:

- Sairaalat
- Hoitolaitokset
- Palvelutalot

Kohteet, joissa oikeaan käyttötapaan on kiinnitettävä huomiota suunnittelussa ovat seuraavat eli sellaiset, joissa on epäjatkuva käyttöä tai jaksottaista käyttöä:

- Hotellit
- Koulut ja päiväkodit kiinni kesäisin
- Muut jaksottaisessa käytössä olevat kohteet

Suunnittelun kannalta vaativat kohteet, joista ei välttämättä riittävästi aikaisempaa kokemusta:

- Korkea rakentaminen: pitkät putkivedot
- lämmintä vettä käyttävät porealtaat ja poreammeet ovat kolmesta syystä ongelmakohteita: vesi on lämpimämpää kuin esimerkiksi uima-altaissa, niissä muodostuu aerosoleja ja niissä on piilossa olevia pitkiä putkiosuuksia, jotka eivät puhdistu kuin klooraamalla jatkuvasti.
- Uima-allasvesi, jota ei lämmitetä, eli viileä uima-allasvesi, pysyy yleensä legionelloista puhtaana kloorin avulla.

Kohteissa, joissa on kohonnut legionellariski. Riski voi liittyä esimerkiksi

- käyttäjien ikään tai kuntoon tai
- siihen, että veden lämpötila saattaa olla lähellä raja-arvoja.

## **Esimerkin valmistaminen**

- sovittu Sisäympäristöryhmässä 25.1.2018
- ensimmäinen työryhmäkokous 20.8.2018; Jarmo Mäenpää, Jussi Kummu, Ilkka Kiiski ja Juhani Hyvärinen
- toinen työryhmäkokous 10.9.2018; Jarmo Mäenpää, Jussi Kummu, Ilkka Kiiski ja Juhani Hyvärinen
- kolmas työryhmäkokous 26.10.2018; Jarmo Mäenpää, Ilkka Kiiski, Markku Vehanen ja Juhani Hyvärinen
- avoin kommentointikierron marras-joulukuu 2018
- asiantuntijana tekstiä on kommentoinut Jaana Kusnetsov THL, kommentit on huomioitu tekstissä
- nejas työkokous 10.1.2019; Jarmo Mäenpää, Jussi Kummu, Ilkka Kiiski, Markku Vehanen ja Juhani Hyvärinen
- hyväksytty julkaistavaksi Sisäympäristöryhmän kokouksessa 24.1.2019

## **Opas**

Vesi- ja viemäri-laitteistot [17]

## **Luokka**

Esimerkki [11]

## **Aihe**

Käyttövesi [18]

# **LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteet, sisällysluettelomalli**

LVI-suunnittelun perusteet ?asiakirja

1 Sisällysluettelo

1.1 Rakennuksen tiedot

1.2 Yleistä

2 Suunnittelutavoitteet

2.1 Sisäolosuhdetavoitteet

2.2 Muunneltavuus, joustavuus ja laajennettavuus

2.3 Käyttöikätaavoitteet

2.4 Ympäristö- ja energiatavoitteet

3 Ulkopuoliset liittymät

3.1 Lämmitys

3.2 Vesi

3.3 Jätevesiviemäri

3.4 Sadevesiviemäri

4 LVI-tekniset ratkaisut

4.1 Lämmitys

4.2 Jäähdytys

4.3 Ilmanvaihto

4.4 Vesi ja viemäri

5 Palotekniset ratkaisut


6 Ulkoiset mitoitusolosuhteet

Liitteet:


1. Sisäilmaston mitoitusaulukko

2. LVIA-laitteiden laskennallinen käyttöikä 3. LVI-järjestelmän kuntokartoitus, hormikartoitus, korjausrakentamishankkeissa

## Ilmanvaihtotyön tarkastusasiakirjapohja

 iv-tarkastusasiakirja\_140606\_yleinen.pdf [32]

## KVV-työn tarkastusasiakirjapohja

 kvv-tarkastusasiakirja\_140606\_yleinen.pdf [33]

## Sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon liittyvät standardit

latest change 19.11.2018, version id 3493, change: Edited by juhani.hyvarinen.

### Opastava teksti

### **SFS-EN 12792 Rakennusten ilmanvaihto. Tunnukset, yksiköt ja piirrosmerkit**

Tämä standardi käsittää tunnukset ja terminologian, jota käytetään komitean CEN/TC 156 'Ventilation for buildings' laatimiin standardeihin. Standardi sisältää - täsitteet ja määritelmät, tunnukset ja yksiköt sekä piirrosmerkit (ilman hajottaminen, ilman jakaminen, ilman käsittely, säätö ja instrumentointi)

### **SFS EN 12599:2012 Rakennusten ilmanvaihto. Ilmastointi- ja ilmavaihto-järjestelmien luovutukseen liittyvät testimenettelyt ja mittaamenetelmät.**

Tämä standardi määrittelee tarkastukset ja testausmenetelmät ensisijaisesti ilmastointijärjestelmien käyttöönotossa. Mittaukset suoritetaan osittain ennen luovutusta, sen aikana ja sen jälkeen. Standardi mahdollistaa yksinkertaisten menetelmien käytön silloin kun se on tarkoituksenmukaista, ja vaativampien menetelmien käytön silloin kun se on tarpeellista.

Standardi soveltuu standardin EN 12792 mukaan määriteltyjen koneellisten ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien ja niiden osien tarkastuksiin, mm. seuraaville laitteille: ? päätelaitteet ja -yksiköt ? ilmankäsittelykoneet ? ilmanjakojärjestelmät (tuloilma, poistoilma, jäteilma) ? palonrajoittimet ? automaatiolaitteet. Kun järjestelmä on asetettu, säädetty ja tasapainotettu, sovelletaan tässä standardissa kuvattuja mittaamenetelmiä.

### **SFS-EN 1751:2014 Rakennusten ilmanvaihto. Päätelaitteet. Sulku- ja säätölaitteiden virtaustekninen testaus**

Tämä standardi määrittelee ilmanjakojärjestelmissä käytettävien sulku- ja säätölaitteiden testausmenetelmiä. Standardi koskee järjestelmiä, joiden paine-ero on enintään 2 000 Pa. Standardi sisältää seuraavat testit:

- a. suljetun laitteen vuoto (luokitus, ks. liite C)

- b. vaipan vuoto (luokitus, ks. liite C)
- c. ilmavirta/painehäviö-ominaisuudet
- d. vääntömomentti (liite A)
- e. lämpövuoto (liite B).

Sulku- ja säätölaitteiden äänitekniinen testaus ei kuulu tämän standardin soveltamisalaan. Yllämainitut testit soveltuvat:

- suljetun sulku- tai säätölaitteen vuodon mittaamiseen
- laitteen vaipan vuodon mittaamiseen
- ilmavirta- ja paine-erovaatimusten määrittämiseen
- vääntömomentin mittaamiseen (liite A)
- lämmön siirtymisen mittaamiseen laitteen lämmöneristysominaisuuksien määrittämiseksi (Liite B).

HUOM. Laitteen tietyt, suorituskykyyn jatkuvassa käytössä liittyvät toiminnalliset ominaisuudet, riippuvat ilmanjakojärjestelmästä johon laite on kytketty, ja siten vaikeat todentaa erillään. Tämän vuoksi laitteen dynaamisten ominaisuuksien arviointi ei kuulu tämän standardin piiriin. Samoin, kuten muiden ilmanjakolaitteiden kohdalla, tämän standardin mukaiset testitulokset eivät aina ole suoraan sovellettavissa, jos laite on epätasaisessa virtauksessa.

## **SFS-EN 16798 ? Energy performance of buildings - sarja**

Energiatohokkuusstandardit eli EPBD-standardit (Energy Performance of Buildings Directive) ovat laskentastandardeja energiatohokkuudeltaan parhaiden ja soveltuvimpien rakennus- ja taloteknisten ratkaisujen löytämiseksi. Niitä käyttämällä voidaan saavuttaa rakennuksilta edellytetyt energiatohokkuusvaatimukset. Standardien avulla voidaan esimerkiksi arvioida rakentamismääräysten täyttymistä, vaikuttaa kiinteistökaupan läpinäkyvyyteen energiatodistusten muodossa, seurata ja hallinnoida rakennusten ja taloteknisten järjestelmien energiatohokkuutta sekä arvioida korjaus- ja uudisrakentamisen eri vaihtoehtojen energiatohokkuutta ja käyttökustannuksia.

Huom. Kaikille standardeille on olemassa myös tekninen raportti (TR),

- EN 16798-1 Energy performance of buildings. Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Module M1-6. Korvaa: SFS-EN 15251
- SFS-EN 16798-3:2017:en Energy performance of buildings. Part 3: Ventilation for nonresidential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems; (revision of EN 13779). Korvaa: SFS-EN 13779
- SFS-EN 16798-5-1:2017:en Energy performance of buildings. Part 5: Ventilation for buildings. Modules M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8. Calculation methods for energy requirements of ventilation and air conditioning systems; (revision of EN 15241) - method 1. Korvaa: SFS-EN 15241
- SFS-EN 16798-5-2:2017:en Energy performance of buildings. Part 5: Ventilation for buildings. Modules M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8. Calculation methods for energy requirements of ventilation and air conditioning systems; (revision of EN 15241) - method 2. Korvaa: SFS-EN 15241
- SFS-EN 16798-7:2017:en Energy performance of buildings. Part 7: Ventilation for buildings. Modules M5-1, M5-5, M5-6, M5-8. Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration; (revision of EN 15242). Korvaa: SFS-EN 15242
- SFS-EN 16798-9:2017:en Energy performance of buildings. Part 9 : Ventilation for buildings. Module M4-1. Calculation methods for energy requirements of cooling systems. General. Korvaa: SFS-EN 15243
- SFS-EN 16798-13:2017:en Energy performance of buildings. Part 13: Module M4-8. Calculation of cooling systems. Generation. Korvaa SFS-EN 15243
- SFS-EN 16798-15:2017:en Energy performance of buildings. Part 15: Module M4-7. Calculation of

cooling systems. Storage. General

- SFS-EN 16798-17:2017:en Energy performance of buildings. Part 17: Ventilation for buildings . Guidelines for inspection of ventilation and air conditioning systems. Module M4-11, M5-11, M6-11, M7-11. Korvaa: SFS-EN 15239, SFS-EN 15240

## **SFS-EN ISO 16890 ? 1 Yleisilmanvaihdon ilmansuodattimet. Osa 1: Tekniset määritelmät, vaatimukset ja hiukkasmaisen aineksen erotusasteeseen perustuva luokitusjärjestelmä (ePM)**

Ilmansuodatus on siirtymässä tarvepohjaiseen suodatukseen. SFS-EN ISO 16890 standardi huomioi ulkoilman laadun ja sen PM2.5 ja PM10 epäpuhtausarvot. Standardin mukana jo kymmeniä vuosia käytetty SFS-EN 779 standardin mukainen suodatinluokitus (G1, G2, G3, G4, M5, M6, F7, F8 ja F9) jää historiaan.

- SFS-EN ISO 16890 -standardi yhdistää amerikkalaisen ASHRAE 52.2 sekä Suomessakin käytössä olleen eurooppalainen SFS-EN 779:2012 -standardin.
- Uusi standardi tekee mahdolliseksi arvioida ilmansuodattimen vaikutusta sisäilman laatuun, kun tunnetaan paikallisen ulkoilman hiukkasmaisen aineksen (PM, particulate matter) arvot.

Tässä standardin ISO 16890 osassa määritetään yleiseen ilmanvaihtoon tarkoitettujen ilmansuodattimien hiukkasmaisen aineksen erotusasteeseen perustuva luokitusjärjestelmä. Siinä esitetään myös testausmenetelmien yleiskatsaus ja määritetään suodattimien arviointia ja merkintöjä sekä testitulosten dokumentointia koskevat yleiset vaatimukset.

## **SFS-Käsikirja 50 ? 1 Rakennusten ilmanvaihto. Osa 1: Ilmastointikanavat**

Sisältää standardit:

- SFS-EN 1505 (1998) Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut suorakaidekanavat ja kanavan osat. Mitat
- SFS-EN 1506 (2008) Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut pyöreät kanavat ja kanavanosat. Mitat
- SFS-EN 1507 (2006) Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut suorakaidekanavat. Lujuus- ja tiiviysvaatimukset
- SFS-EN 12220 (1998) Rakennusten ilmanvaihto. Ilmakanavat. Pyöreiden kanavalaippojen mitat
- SFS-EN 13180 (2002) Rakennusten ilmanvaihto. Kanavistot. Mitat ja mekaaniset vaatimukset taipuisille kanaville
- SFS-EN 12237 (2003) Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut pyöreät kanavat ja kanavan osat. Lujuus
- SFS-EN 15727 (2010) Rakennusten ilmanvaihto. Kanavat ja kanavaosot, tiiviysluokitus ja -testaus
- SFS-EN 12236 (2002) Rakennusten ilmanvaihto. Kanaviston ripustimet ja kannattimet. Kestävyysvaatimukset
- SFS-EN 14239 (2004) Rakennusten ilmanvaihto. Kanavistot. Kanaviston pinta-alan mittaaminen
- SFS-EN 12097 (2007) Rakennusten ilmanvaihto. Kanavistot. Kanaviston puhdistettavuuden edellyttämät vaatimukset kanavaosille
- SFS-EN 15780 (2012) Rakennusten ilmanvaihto. Kanavistot. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus
- SFS-EN 1751 (2014) Rakennusten ilmanvaihto. Päätelaitteet. Sulku- ja säätölaitteiden virtaustekninen testaus

## **Opas**

Sisäilmasto ja ilmanvaihto [6]

## **Luokka**

Esimerkki [11]

## **Aihe**

Ilmanvaihto [8]

Sisäilmasto [9]

# **Vesi- ja viemärlaitteistot -oppaan standardiviitteet**

## **Seuraavassa luettelossa on lueteltu kappaleittain niissä viitattujen standardien viitenumerot ja otsikot**

Kappale 5: Suojaaminen terveydellisiltä vaaroilta ja muilta haitoilta

- SFS-EN 1717 Vesilaitteistoissa olevan talousveden suojaaminen saastumiselta ja laitteille asetetut yleiset vaatimukset takaisinvirtauksen aiheuttaman saastumisen ehkäisemiseksi

Kappale 11 Sammutusvesilaitteiston liittäminen rakennuksen vesilaitteistoon

- SFS 5980 Asuntosprinklerilaitteistot. Osa 1: Suunnittelu, asentaminen ja huolto (INSTA 900-1:2013)

Kappale 12

- SFS-EN 1717 Vesilaitteistoissa olevan talousveden suojaaminen saastumiselta ja laitteille asetetut yleiset vaatimukset takaisinvirtauksen aiheuttaman saastumisen ehkäisemiseksi

Kappale 27

- SFS-EN 12050-1 Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 1: Talousjäteveden pumppaamot
- SFS-EN 12050-2 Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 2: Harmaa-vesipumppaamot
- SFS-EN 12050-3 Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 3: Kiinteistön sisäiset talousjäteveden pienpumppaamot
- SFS-EN 12050-4 Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 4: Talousjätevesi- ja harmaa-vesiviemärijärjestelmien takaiskuventtiilit

Kappale 33

- SFS-EN 1825-1 Rasvanerottimek. Osa 1: Suunnittelun perusteet, suoritus ja testaus, merkintä ja laadunvalvonta
  - SFS-EN 1825-2 Rasvanerottimek. Osa 2: Nimelliskoon valinta, asennus, toiminta ja kunnossapito
  - SFS-EN 858-1 Kevyiden nesteiden (esim. öljy ja bensiini) erotinjärjestelmät. Osa 1: Tuotesuunnittelun perusteet, suoritus ja testaus, merkintä ja laadunvalvonta
  - SFS-EN 858-2 Kevyiden nesteiden (esim. öljy ja bensiini) erotinjärjestelmät. Osa 2: Nimelliskoon valinta, asennus, toiminta ja kunnossapito
  - SFS 3352 Palavien nesteiden jakeluasema
-

**Source URL (modified on 2018-11-19 15:05):** <https://www.talotekniikkainfo.fi/node/52>

## Linkit

- [1] <http://www.ym.fi/download/noname/%7B59DC42F9-7C8A-4CBE-817E-1E2DBB67E02E%7D/133706>
- [2] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/finvac\\_opas-asuinrakennusten-ilmanvaihdon-mitoitukseen\\_2017-11-30.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/finvac_opas-asuinrakennusten-ilmanvaihdon-mitoitukseen_2017-11-30.pdf)
- [3] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/finvac\\_opas-ilmanvaihdon-mitoitukseen-muissa-kuin-asuinrakennuksissa\\_2017-11-30.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/finvac_opas-ilmanvaihdon-mitoitukseen-muissa-kuin-asuinrakennuksissa_2017-11-30.pdf)
- [4] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>
- [5] <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>
- [6] <https://www.talotekniikkainfo.fi/guide/sisailmasto-ja-ilmanvaihto>
- [7] <https://www.talotekniikkainfo.fi/class/opastava-teksti>
- [8] <https://www.talotekniikkainfo.fi/subject/ilmanvaihto>
- [9] <https://www.talotekniikkainfo.fi/subject/sisailmasto>
- [10] <http://www.talotekniikkainfo.fi/taxonomy/term/2>
- [11] <https://www.talotekniikkainfo.fi/class/esimerkki>
- [12] <https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/asennustodistusesimerkki.pdf>
- [13] <https://www.talotekniikkainfo.fi/guide/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus>
- [14] <https://www.talotekniikkainfo.fi/subject/paloturvallisuus>
- [15] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/asennustodistusesimerkki\\_palopelti.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/asennustodistusesimerkki_palopelti.pdf)
- [16] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/tukes\\_vesimittariohje\\_lvi-suunnittelijat.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/tukes_vesimittariohje_lvi-suunnittelijat.pdf)
- [17] <https://www.talotekniikkainfo.fi/guide/vesi-ja-viemarilaitteistot>
- [18] <https://www.talotekniikkainfo.fi/subject/kayttovesi>
- [19] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_1.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_1.pdf)
- [20] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_2.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_2.pdf)
- [21] <https://www.talotekniikkainfo.fi/taxonomy/term/1>
- [22] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_3.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_3.pdf)
- [23] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_4.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_4.pdf)
- [24] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_5.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_5.pdf)
- [25] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_6.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_6.pdf)
- [26] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_7.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_7.pdf)
- [27] <https://thl.fi/fi/web/infektioaudit/audit-ja-mikrobit/bakteeritaudit/legionella>
- [28] <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Legionella%20GuidelinesFinal%20updated%20for%20ECDC%20>
- [29] <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545#Pidp448611104>
- [30] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>
- [31] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>
- [32] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/iv-tarkastusasiakirja\\_140606\\_yleinen.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/iv-tarkastusasiakirja_140606_yleinen.pdf)
- [33] [https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/kvv-tarkastusasiakirja\\_140606\\_yleinen.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/kvv-tarkastusasiakirja_140606_yleinen.pdf)