

Irene Järvelä

Rakentamismääräyskokoelman osan D2 korvaavan asetuksen vaikutukset IV-suunnitteluun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriytyö

4.2.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Irene Järvelä Rakentamismääräyskokoelman osan D2 korvaavan asetuk- sen vaikutukset IV-suunnitteluun 61 sivua + 1 liite 4.2.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka, suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	lehtori Markku Leino DI Niclas Grönlund
<p>Insinööriyössä tutkittiin LVI-suunnittelijan tehtäviä, velvoitteita ja vastuita määrittävän Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 uudistumisen vaikutusta rakennuksen ilmanvaihdon suunnittelutyöhön. Ympäristöministeriön asetus ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” tuli voimaan 1.1.2018 ja se korvaa nykyisen RakMK D2:n. RakMK:n osat uudistettiin ja uusia asetuksia sovelletaan vuoden 2018 alusta lähtien haettavaan rakentamislupiin.</p> <p>Osana insinööriötä haastateltiin asiantuntijoita RakMK D2:n muutos- ja korjaustarpeiden selvittämiseksi. Samalla haluttiin selvittää asiantuntijoille syntyneitä odotuksia sisäilma-asetuksen sisällöstä, jotta näihin kohtiin tulisi kiinnitettyä huomiota, analysoidessa niiden eroja.</p> <p>Insinööriyössä analysoitiin myös rakennuksen ilmanvaihdon suunnitteluprosessia eri rakentamisvaiheiden aikana ennen ja jälkeen asetuksen voimaan tulon. Suunnitteluprosessien erojen esiintuomiseksi työssä laskettiin esimerkkikiinteistölle ilmamäärät ensin RakMK D2:n minimi-ilmamäärien mukaan ja vertailuksi asetuksen ”Uuden rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto” ja julkaistujen ohjeiden pohjalta.</p> <p>Insinööriyön lukemalla saa käsityksen lainsäädännön muutoksen vaikutuksesta ilmanvaihdon suunnittelutyöhön.</p>	
Avainsanat	RakMK D2, sisäilmasto, ilmanvaihto, sisäilmastoasetus, suunnittelu, korjausrakentaminen

Author Title Number of Pages Date	Irene Järvelä Part D2 of Finnish Construction Code Collection replacement of Regulation effects on air condition design 61 pages + 1 appendices 4 February 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineer
Professional Major	Name of the professional major HVAC Engineering, Design Oriented
Instructors	Markku Leino, Senior Lecturer Niclas Grönlund, Master of Science in Engineering, workplace instructor
<p>The final year project investigates the impact of the revised Finnish Building Code Collection part RakMK D2, to the HVAC designers obligations and responsibilities in the design work on the buildings ventilation systems. Part RakMK D2 defines the tasks, obligations and responsibilities of an HVAC designer. The Act of the Ministry of Environment regarding the indoor climate and ventilation in a new building will come into effect on 1 January 2018. The future act will replace the current RakMK D2 and will be applied on the construction permits laid after 1.1.2018.</p> <p>As part of the Bachelor's thesis, experts were interviewed to find out the needs for changes and rephrases in RakMK D2. Also, Experts expectations were gathered about indoor air regulations so that these points could be taken into account when analysing the differences.</p> <p>The thesis also analyses the ventilation design process in different construction phases before and after the RakMK D2 comes in to effect. To show differences in design processes, the sum of the air quantities was first calculated for the sample real estate by RakMK D2: minimum air volume and then by "Indoor climate and ventilation of the new building" based on the draft regulation and the published guidance.</p> <p>By reading the Bachelor's thesis, you get an idea of the effect of the change in legislation on ventilation design work.</p>	
Keywords	indoor climate, ventilation, indoor climate setting, design, re-pair-construction

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät	2
3	Rakentamismääräyskokoelman D2-osan ja asetuksen vertailu	4
3.1	Luku 1, Yleistä (D2 1.3§, asetus 1-2§)	4
3.2	Luku 2, Rakennuksen sisäilmasto	7
3.3	Luku 3, Ilmanvaihto	10
3.4	Luku 4, Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton mittaukset	15
3.5	Liitteet	16
3.6	Asetuksen ja D2:n vertailun yhteenveto	17
4	Haastattelut	17
4.1	Kysymykset ja asiantuntijoiden vastaukset	19
4.2	Haastatteluissa esiin nousseet avoimet kysymykset	33
5	Ilmanvaihdon suunnitteluprosessin vertailu	35
5.1	RakMK D2/2012:n aikainen ilmanvaihdon suunnitteluprojekti	35
5.2	Asetuksen aikainen suunnitteluprojekti	37
5.3	Esimerkki kiinteistö	38
5.3.1	Asuinkerrostalon suunnittelu RakMK D2:n ilmamäärillä	38
5.3.2	Asetuksen mukainen ilmanvaihdon suunnitteluprojekti uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta	40
5.3.3	Asetuksen mukaisessa suunnittelutyössä huomioitavaa	41
5.4	Ilmanvaihdon suunnitteluprosessien yhteenveto	49
6	LVI-suunnittelijan työssä huomioitavaa	53
6.1	LVI-suunnittelijan tietolähteet	53
6.2	Korjausrakentaminen	53
7	Yhteenveto ja päätelmät	55
7.1	Tutkimusmenetelmien yhteenveto	55
7.2	Asetuksen vaikutus suunnittelutyöhön	55

7.3	Avoimet asiat	56
7.4	Loppupäätelmät	57
	Lähteet	58
	Lähteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
	Liitteet	
	Liite 1. Keskeisimmät muutokset kooste, taulukko	

Lyhenteet

E-luku	E-luku on rakennuksen laskennallinen energiankulutusluku. Se ei kuvaa rakennuksen todellista energian vuosikulutusta. E-luku on normeerattu niin, että riippumatta rakennuksen todellisesta sijainnista, se sijaitsee laskennassa Suomen ensimmäisellä säävyöhykkeellä. (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (e-luku), määrittäminen 2013.)
FINVAC	FINVAC on lyhenne englanninkielisistä sanoista The Finnish Association of HVAC Societies. FINVAC-organisaatioon kuuluu useita sisäilmayhdistyksiä. Jäsenet ovat Suomen LVI-liitto SuLVI ry, Sisäilmayhdistys ry, Lämpöinsinööriyhdistys ry ja VVS Föreningen i Finland rf. (FINVAC 2017)
KSE13	Konsulttisopimusehdot ovat käytössä suunnitteluvaiheen sopimuksissa. (SOPIMUSEHDOT JA -MALLIT 2013.)
RakMK	RakMK on lyhenne sanasta rakentamismääräyskokoelma ja sen laati Suomen ympäristöministeriö. Ennen uudistamista esitykset uusiksi määräyksiksi käyvät alan asiantuntijoilla lausuntokierroksella. Rakentamismääräyskokoelman uudistamisesta säädettiin maankäyttö- ja rakentamislain (132/1999) 117§ useissa eri momenteissa. RakMK D2/2012:sta käytetään tässä insinööriyössä lyhennettä D2.
SFP-luku	SFP-luku (kW/(m ³ /s)) määrittää koko ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutusrajan. Koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien sähköverkosta ottama yhteen laskettu sähköteho (kW) jaetaan koko ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusjäteilmavirralla (m ³ /s) (tai mitoitusulkoilmavirralla, sen mukaan kumpi on suurempi). Tarkempi laskentaohje löytyy rakentamismääräyskokoelman osasta D3 Rakennusten energiatehokkuus ja LVI 30-10529 -ohjekortista. (ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN OMINAISSÄHKÖTEHO SFP2013 2013.)
Suomen LVI-liitto, SuLVI ry	LVI-alan henkilöiden yhteistyö- ja koulutusjärjestö järjestää alan koulutus tapahtumia, kurseja ja tietoisuuksia kehittääkseen jäseniensä ammattitaitoa. SuLVI ry:llä on 33 jäsenyhdistystä eri paikkakunnilla. (SuLVI ry 2017.)
SYKE	Suomen ympäristökeskuksesta käytetään lyhennettä SYKE.
YSE98	Rakennusalan yleiset sopimusehdot ovat käytössä toteutusvaiheen sopimuksissa. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 ohjekortti 1998.)

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaajana toimi kansainvälinen, monialainen suunnittelutoimisto Ramboll Finland Oy, jossa kirjoittaja työskenteli LVI-suunnittelijaharjoittelijana. Ramboll Finland Oy halusi saada tiivistetyn kokonaiskäsityksen, miten rakentamismääräyskokoelman ilmanvaihtoa käsittelevän osan vaihtumisen asetukseksi vuoden 2018 alussa vaikuttaa suunnittelutyöhön. Työpaikkaohjaajana toimi LVI-suunnittelija Niclas Grönlund, DI.

Tämän työn tarkoituksena ei ole selostaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 historiaa, vaan kirjoittaja keskittyy tuomaan esille ”RakMK D2 (2012) Rakentamisten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet” -rakentamismääräyskokoelman osan ja vuoden 2018 alussa voimaan tulevan asetuksen ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” eroavuuksia ja niiden vaikutusta LVI-suunnittelijan työhön. RakMK D2:ssa olevat ohjearvot ovat muuttuneet ajan saatossa käytännön tavoitearvoiksi. Ohjearvot ovat antaneet suunnittelulle selkeät tavoitearvot, jotka täyttävät rakentamisvalvontaviranomaisten vaatimustason. Lisäksi ohjearvot ovat muodostaneet laeille ja asetuksille selkeän tulkintalinjan. Rakentamismääräyskokoelman määräyksillä on ohjattu uuden rakennuksen rakentamista. Korjausrakentamisessa ja muutostöissä määräyksiä on huomioitu vain soveltuvilta osin. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston antama ympäristöarviointi SEA-direktiivi (2001/42/EY, annettu 27.6.2001) velvoittaa EU:n jäsenvaltioita tarkastamaan lainsäädäntönsä. SEA-direktiivi käsittelee rakennusten energiatehokkuutta. Tämä käynnisti Suomessa rakentamista, maankäyttöä ja kaavoittamista ohjaavien lakien uudistustyön, syksyn 2017 käsittelytilanne on esitetty taulukossa 1. Vuonna 2013 voimaan tulleen Maankäyttö- ja rakentamislain (958/2012) muutoksen mukaisesti on rakentamista koskevat asetukset uudistettava vuoteen 2018 mennessä. Suomen LVI-liitto SuLVI ry julkaisi vuonna 2014 D2-uudistustarveselvityksen, joka pohjautui useiden asiantuntijoiden näkemykseen siitä, miten saavutetaan parempi rakentamisten energiataloudellisuus. Ympäristöministeriön luonnos asetukseksi ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” julkaistiin 7.10.2016. Asetuksen on tarkoitus tulla voimaan 1.1.2018 ja korvata RakMK D2 (2012). (Lähes nollaenergiarakentamisen lainsäädäntö 2017; Rakennusten

sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

Taulukko 1. Listaus Suomen rakentamismääräyskokoelman uudistumislajuuudesta (Maankäyttö- ja rakentamislait lausuntapyyntö 2016; Ilmanvaihtomäärien päivitys -asiantuntijapaneeli 2017; Kalliomäki 2017; Terveellisyys 2017.)

RakMK osa	Ympäristöministeriön asetus: nimi:	Vanha	Uusi asetus	MRL	Notifointi	Voimaantulo
A1, A2	Rakennustyön valvonta, Rakennuksen suunnittelijat		Kyllä, 3 kpl			
A4	Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje		Kyllä, 1 kpl		Alkanut 10/2016	
B osat	Rakenteiden lujuus		Kyllä, 2 kpl			
Eurokoodit	Kantavien rakenteiden suunnittelustandardit		Kyllä, 11 kpl		Valmis	Valmis
C1	Rakennuksen ääniympäristöstä		Kyllä, 1 kpl	117f§	notifoitu	1.1.2018
C2	Rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta		Kyllä, 1 kpl	117c+d+g§	notifoitu	1.1.2018
C4	Lämmöneristys		Ei			
D1	Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistoista		Kyllä, 1 kpl	117c+d+e+f§	notifointi valmistelussa	1.1.2018
D2	Rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta		Kyllä, 1 kpl	117c+d+e+f§	notifoitu	1.1.2018
D3	Rakennuksen energiatehokkuudesta (sis. C4 ja D5)		Kyllä, 1 kpl	117g§	notifoitu	1.1.2018
D4,D5, D7	Piirrosmerkit, energialaskenta, kattiloiden hyötysuhde		Ei			
E1	Muuratut tulisijat		Kyllä, 1 kpl		valmistelussa	12/216
E3	Pienten savupiippujen rakenteista ja paloturvallisuudesta		Kyllä, 1 kpl	117b§	notifoitu	2017
E2, E4, E7, E8	Rakennusten paloturvallisuudesta (sis. E9 osin)		Kyllä, 1 kpl	117b§	notifoitu	11/2017
F1	Rakennuksen esteettömyydestä		Kyllä, 1 kpl			1.1.2018
F2	Rakennusten käyttöturvallisuudesta		Kyllä, 1 kpl	117d§	notifoitu	1.1.2018
G1	Asuin-, majoitus- ja toimitiloista		Kyllä, 1 kpl	117j§	notifoitu	1.1.2018
9/2013	VNA rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista			117g§	Jatkovalmistelussa notifioinnin jälkeen	1.1.2018

Taulukossa 1 on listaus rakentamismääräyskokoelman osista, jotka ovat uudistustyön alla. Lausunto -sarakeessa on päiväys, jolloin asiantuntijoiden tulee olla kommentoinut kyseistä asetusta. EU -sarakeen päivämäärät ovat direktiivin (EU) 2015/1535 ilmoitusmenettelyn mukaiset notifointiprosessin päättymispäivät. Direktiivissä määrätään Euroopan unionin jäsenmaiden lainsäädäntönsä tarkastusvelvollisuudesta, jotta estetään kaupan esteiden kehittyminen, eli lakien notifointi. Kaikkia asetuksia ei löytynyt vuosien 2016–2017 välillä ilmoituslistauksesta. (Direktiivi (EU) 2015/1535 2015.)

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin sekä eroavuusvertailua ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” -asetuksen ja RakMK D2:n (2012) välillä että asiantuntijoiden

henkilökohtaisia teemahaastatteluja (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Saatua haastatteluvastauksia verrattiin SuLVI ry:n vuonna 2014 tekemiin asiantuntijoiden haastatteluihin. Haastattelukysymysten laadinnan runkona on käytetty Suomen LVI-liitto SuLVI ry:n vuonna 2014 tekemää D2-uusintatarveselvitystä, joka toteutettiin asiantuntijakyselyinä (Seppänen 2014). Vertaamalla silloin saatuja vastauksia nyt tehtyyn suppeaan haastatteluotantaan pyritään selvittämään mahdollisia muutoksia mielipiteissä.

Lisäksi tutkittiin alan toimijoiden ja viranomaisten julkaisujen tietojen eroavuuksia. Suunnitteluperiaatteiden muutosten havaitsemiseksi laskettiin ja analysoitiin kuvitteellisen kerrostalon periaatteelliset ilmanvaihtomäärät sekä laadittiin suunnitteluprosessien eroavaisuusvertailutaulukot.

Lähteiden taustoja

Vertailu tehtiin ”RakMK D2 (2012) Rakentamisten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet” -rakentamismääräyskokoelman osan ja 16.2.2017 päivätyn ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” asetuksen välillä. Jatkossa RakMK D2/2012 on lyhennetty muotoon D2 tässä insinööriyössä. Asetusluonnoksesta on julkaistu myös aikaisempi versio 7.10.2016, joka eroaa vuoden 2017 luonnosversiosta lähinnä loppuosan sisällöltään, liitteistä ja pykälien lauserakenteissa. Joulukuussa 2017 vahvistettu asetus on muuten samanlainen kuin luonnos, mutta se ei sisällä liitteitä. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

Talotekniikkainfo.fi-verkkosivuilla kutsuttiin asiantuntijoita kommentoimaan oppaita ja osallistumaan uudistuksiin liittyvien oppaiden tekoon. Luonnos sisäilmasto- ja ilmanvaihto-oppaasta julkaistiin keväällä 2017. Eri toimialayhdistysten ja hankkeen ohjausryhmän jäsenten kautta pyydettiin kommentoimaan opasluonnosta toukokuun loppuun mennessä. Kommentoitu opas julkaistiin Talotekniikkainfon verkkosivuilla syksyllä 2017 ja siihen oli lisätty jokaisen asetuskohdan alle siihen liittyviä perusteita ja asiantuntijalauseintoja. Lokakuussa 2017 Talotekniikkainfon verkkosivuilla julkaistiin opas Sisäilmasto ja ilmanvaihto, johon on liitetty ympäristöministeriön vuoden 2017 asetusluonnos. Oppaassa ei ollut moottoriajoneuvosuojan ilmamäärämitoitusohjeita. (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

Suomen LVI-liitto SuLVI ry on järjestänyt useita asiantuntijoiden kuulemisia eri vuosina. Vuonna 2017 pidettiin kaksi D2-hanketyöpajaa ympäristöministeriön pyynnöstä. Niissä asiantuntijat saivat tuoda julki mielipiteensä D2:n liiteosan 1 ilmanvaihtomääristä. Työpajakeskustelujen pohjalta ilmanvaihdosta tehdään esitys oppaaksi, jonka kerrottiin julkaistavan lokakuun lopulla. Oppaaseen on tulossa tarkempia numeerisia arvoja eri käyttötarkoituksiluokkien tiloille. (Seppänen 2014; Ilmanvaihtomäärien päivitys -asiantuntijapaneeli 2017.)

Ympäristöministeri ei voi allekirjoituksellaan vahvistaa asetusta, jollei sitä ole notifioitu EU:ssa. Sen sisällön merkitystä ei voi ilman uutta käsittelyä muuttaa. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on säädetty rakentamismääräyskokoelman uudistamisesta vuoden 2018 alkuun mennessä.

3 Rakentamismääräyskokoelman D2-osan ja asetuksen vertailu

Vertailussa on tarkasteltu ympäristöministeriön ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” -asetuksen ja RakMK D2/2012:n eroavuuksia. Käsittelyjärjestys on pääsääntöisesti laadittu D2:n mukaisesti.

3.1 Luku 1, Yleistä (D2 1.3§, asetus 1-2§)

Määritelmistä suurin osa on mainittu sekä määräyksessä (15/22) että asetuksessa (15/19). Asetuksen 2§ Määritelmät -kohdan neljätoista kohtaa ovat melkein sanasta saan samat kuin D2:ssa (1.3§). Eroja on määritelmien sanamuodoissa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 1.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 2§.)

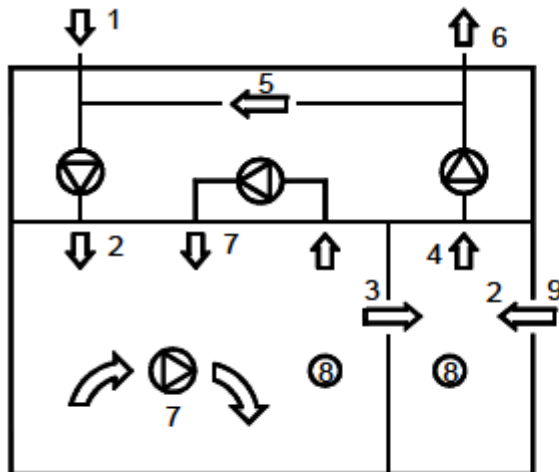
Asetuksessa on jätetty kokonaan pois maininnat rakenteiden ilmapuodosta. Jäteilmamäärityksen tilalle on vaihdettu ulospuhallusilma- ja poistoilmamääritykset. Hiukkasia, lämmityksen lämpö määrää, poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta, ilmanvaihtokerrointa tai lämpötilasuhdetta ei määritellä ensimmäisessä luvussa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 1.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 2§.)

Ilmavirtojen nimityshavainnekuva, kuva 1, (osittainen kopio standardin SFS-EN 16798-3:2017 kuvasta, kuva 2) on jätetty pois asetuksesta. Kuva on käytössä Talotekniikkainfon verkkosivuilla julkaistussa sisäilmasto- ja ilmanvaihto-oppaan 2 Määritelmät -kohdassa. Asetuksen kohtaan kahdeksan oleskelutilan määrittelyyn on lisätty yli 30 minuutin aikamääre. (SFS-EN 16798-3:2017 2017; Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: kuva 1; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

Määritelmät

Uusia määritelmiä on kolme: sisäilmasto, kohta 15, ulkoilma, kohta 18, ja ulospuhallus- eli poistoilma, kohta 19. D2:n kuvassa 1 kuvatekstissä mainittu jäteilmatermi on vaihdettu ulospuhallusilmaksi. Asetuksen määrittelyt kuuluvat seuraavasti:

15. sisäilmastolla rakennuksessa vaikuttavien kemiallisten, fysikaalisten ja mikrobiologisten olosuhteiden muodostamaa kokonaisuutta;
18. ulkoilmalla ilmanvaihdon kautta ulkoa sisätiloihin hallitusti johdettua ilmaa;
19. ulospuhallusilmalla poistoilmaa, joka johdetaan rakennuksesta ulos. (Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta -asetus: 2§.)

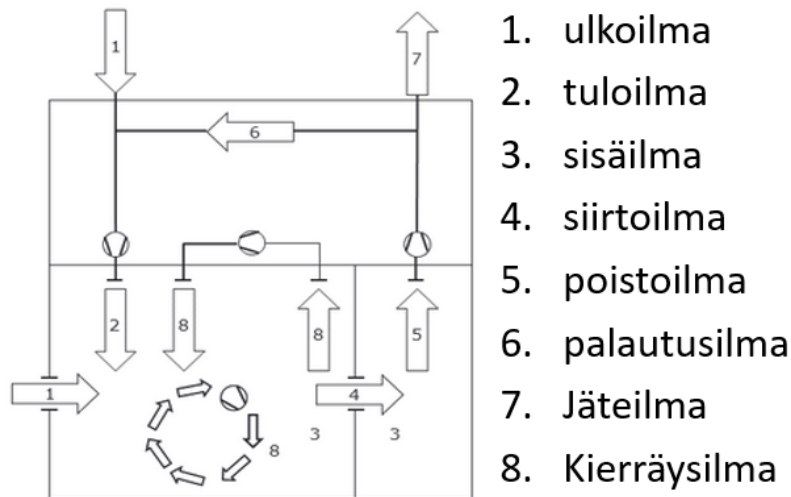


Kuva 1. Ilmavirtojen nimitykset: 1. ulkoilma, 2. tuloilma, 3. siirtoilma, 4. poistoilma, 5. palautusilma, 6. jäteilma, 7. kierrätysilma, 8. sisäilma, 9. ulkoilma (korvausilma).

Kuva 1. D2:n 2§:n määrittelykohdan ilmavirtojen määrittelykuva (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012).

Ohjeessa on käytetty ilmavirtojen nimityskuvana standardin SFS-EN 16798-3:2017 ilmanvaihdon määritelmän kuvaa 1, kuva 2. Kuva 3 on käytössä Talotekniikkainfon ohjeessa. Kuvasta 2 on rajattu pois osa ilmanvaihto nuolista verrattuna standardiin, koska

kyseiset ilmanvaihtotyypit eivät ole käytössä Suomessa. (SFS-EN 16798-3:2017 2017; Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: kuva1; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017: 2 Määritelmät.)



Kuva 2. Standardin SFS-EN 16798-3:2017 ilmanvaihdon määritelmän kuva. (SFS-EN 16798-3:2017 2017.)

D2:n 2§:n kuva 1, ja standardin ilmanvaihdon määrittely, kuva 2, avulla selvitettyjen ilmanvaihtokäsitteitä on avattu asetuksessa vain tekstillä. Kuvassa 1 mainittuja 6. jäteilma- ja 9. ulkoilma (korvausilma) -kohtia ei enää ole mainittu asetuksen tekstissä (taulukko 2). Sisäilman sijasta puhutaan sisäilmastosta. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; SFS-EN 16798-3:2017 2017; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017.)

Taulukko 2. Ilmavirtakuvien numerointierot. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; SFS-EN 16798-3:2017 2017; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017.)

RakMK D2/2012 ilmavirtanimitykset		Standardin ilmavirtanimitykset		Asetuksen 2§ ilmavirtanimitykset	
1	ulkoilma	1	ulkoilma	18	ulkoilma
2	tuloilma	2	tuloilma	17	tuloilma
3	siirtoilma	4	siirtoilma	13	siirtoilma
4	poistoilma	5	poistoilma	12	poistoilma
5	palautusilma	6	palautusilma	11	palautusilma
6	jäteilma	7	ulospuhallusilma	19	ulospuhallusilma
7	kierrätysilma	8	kierrätysilma	5	kierrätysilma
8	sisäilma	3	sisäilma	15	sisäilmasto
9	ulkoilma (korvausilma)				

Taulukossa 2 on numerointijärjestysvertailu standardin SFS-EN 16798-3:2017 ilmavirtojen määrittelyn kuvan 3 ja D2:n kuvan 2 sekä asetuksen sanallisten määritelmien välillä. Jäteilman nimi vaihtuu ulospuhallusilmaksi. Vahvistetussa asetuksessa ilmavirtakuvaa ei ole käytössä. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; SFS-EN 16798-3:2017 2017; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017.)

3.2 Luku 2, Rakennuksen sisäilmasto

Rakennuksen sisäilmasto (D2 2.1.2§ ja asetus 3§):

Asetuksessa nostetaan esiin pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakentamissuunnittelijan vastuu suunnittelutyönsä laadusta. Asetuksen 3§ ”Sisäilmaston suunnittelu” -kohdassa on täydennetty D2, 2.1.2§ kohdan sisäilmaston vaikutustekijät -luetteloa lisäämällä siihen laite-, valaistus- ja melulähteet sekä muiden rakennuksen käyttöön liittyvien epäpuhtauksien vaikutus rakennukseen. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.1.2§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 2§.)

Asetuksen seuraavaan pykälään 3 sisäilmaston suunnittelu D2, 2.1.3§, joka käsittelee sisäilmaston laadunvarmistusta, on lisätty kuusi kohtaa:

- äänieristys ja meluntorjunta
- valaistuksen riittävyys ja päivänvalon hyödyntäminen
- lämmitys- ja jäähdytystarpeiden huomioiminen
- rakennuksen ja teknisten järjestelmien käytettävyys
- käyttö ja kunnossapidon suunnitteluvaihto
- käyttö- ja huolto-ohjeiden laadintavelvoite.

Sisustusmateriaalit, kohta 3), on jätetty pois (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.1.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 3§).

Keinovalikoima, jolla saavutetaan terveellinen ja turvallinen sisäilmasto, on lueteltu asetuksen 3§:n viimeisessä kappaleessa. Osa keinoista oli aiemmin ohjeena, ja ne ovat

- rakenteelliset keinot
- sisäisiä kuormitustekijöiden pienentäminen
- ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusten rajoittaminen
- lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto- ja ilmastointitekniset keinot, sekä näiden ohjaus ja säätö.

(Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.1.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 3§.)

Huonelämpötilat (D2, 2.2.1§ ja asetus 4§):

Asetuksen 4§ huonelämpötilojen suunnittelu -kohta on kirjoitettu kokonaan uudestaan verrattuna D2, 2.2.1§:ään. Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan suunnitteluarvot on nostettu ohjeesta asetukseen. Se on lämmityskaudella sekä D2:ssa että asetuksessa sama 21 °C. Asetuksessa on lisätty huonelämpötilan vaihteluväliksi 20–25 °C, joka on laiveampi kuin D2:n ± 1 °C. Kesäkauden lämpötilavaihteluväliä on laennettu asetuksessa välille 20–27 °C, kun se on D2, 2.2.1.1§:ssä, 23 °C. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.1.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 4§.)

D2:ssa ohjeena ollut, kohdassa 2.2.1§, tilakohtaisten lämpötilojen suunnitteluohjeearvo taulukko 1 on poistettu. Se löytyy Talotekniikkainfon ohjeesta 4 Huonelämpötilojen suunnitteluarvot. Siihen on lisätty uutena ohjeearvona potilas- / hoituhuoneen huonelämpötila 22 °C. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.1.1§; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017: 4 Huonelämpötilojen suunnitteluarvot.)

Ilmanlaatu (D2, 2.3§ ja asetus 5§):

Asetuksen 5§:n ilmanlaatumäärittelyihin on lisätty erilaisia epäpuhtauksia ja muita tekijöitä verrattuna D2, 2.3§:n ilmanlaatu-kohtaan. Ohjeesta on nostettu asetukseen hiilidioksidin hetkellisen pitoisuuden enimmäisarvon kohoaminen yli ulkoilman CO₂-tason 1 450 mg/m³ (800 ppm). D2, 2.3.1.1§:n enimmäisarvo on 2 160 mg/m³ (1 200 ppm), taulukko 3. Tämä ero johtanee yhdessä uusien tutkimustulosten ja standardien muutosten kanssa sisäilmaluokitusarvojen muuttamiseen. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.2.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 5§; Sisäilmastoluokitus 2017.)

Taulukko 3. Ilman epäpuhtauksien määrät

Aine	D2, pitoisuus 2.3§	Asetus, pitoisuus 5§
hiilidioksidin pitoisuuden enimmäisarvo	2 160 mg/m ³ (1 200 ppm)	ulkoilman CO ₂ taso (~400 ppm) + 1 450 mg/m ³ (+800 ppm).
hiilimonoksidi	8 mg/m ³	-
hiukkaset	50 µg/m ³	-

Muiden seurattavien epäpuhtauksien nimiä tai numeerisia arvoja ei ole annettu. RakMK D2/2012:ssa ne olivat ohjeena 2.3§, taulukko 3:na. Talotekniikkainfon ohjeessa on hengitysilman epäpuhtauksien haitallisiksi tunnettujen HTP-pitoisuuksien tarkempia tietoja. Pitoisuusarvot vahvistaa sosiaali- ja terveysministeriö asetuksellaan. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.3§; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

Sisäilmayhdistys ja Rakennustietosäätiö laativat Sisäilmaluokitus-ohjeen. Vuoden 2017 keväällä julkaistiin lausuntopyyntö ohjeesta Suomen LVI-liiton kotisivuilla. Sisäilmaohjeen päivistytyö on vielä kesken tätä insinööriyötä kirjoitettaessa, joten sisäilmaluokitusarvojen muutosta ei voida analysoida. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.2.3§; Sisäilmastoluokitus 2017.)

Asetuksen kohtaan 6§ sisäilman kosteus on tiivistetty yhteen lauseeseen D2, 2.3.2§ sisältö. Siinä painotetaan käyttötarkoituksen mukaisen sisäilman kosteuden hallinnan tarpeellisuutta. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.3.2§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 6§.)

Ääniolosuhteet (D2, 2.4§):

Ääniolosuhteita ei ole käsitelty asetuksessa (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.4§). Ne on siirretty omaan asetukseensa, joka on luettavissa Euroopan komission tiedotussivuilla. Siellä on julkaistu "Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä" -asetusluonnos kommentoitavaksi kaupanesteiden selvittämiseksi. Standardin SFS 5907 "Rakennusten akustinen luokitus" ohjaa äänisuunnittelua. Osa siitä on Sisäilmaluokitus 2008 -ohjeessa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012; Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2017/1369. 2017.)

Valaistusolosuhteet (D2, 2.5§ ja asetus 7§):

Asetuksen 7§:ään on kirjoitettu D2, 2.5§:n sisältö uudessa muodossa. Asetukseen on otettu mukaan D2:n toteutustapaohje valaistuksen ryhmittely- ja ohjaustoimintojen mukaisesti. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 2.5§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 7§.)

Luku 3, Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmä (D2, 3.1§ ja asetus 8§):

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelun määrittely on kirjoitettu uusiksi asetuksessa. Sitä on tarkennettu asetuksen 8§:ssä lisäämällä painovoimaisten ilmanvaihtoventtiilien suljettavuusvaade. D2:n ohje on viety laajemmassa muodossa Talotekniikkainfon sivulla olevassa ohjeeseen. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 8§.)

Ilmavirrat (D2, 3.2§ ja asetus 9-10§):

Asetuksessa ei ole mukana samoja liitteitä kuin D2:ssa, esimerkiksi tilakohtaisten ilmavirtojen ohjearvot (D2, liite 1, taulukko 1. Asuinrakennukset) ovat enää Talotekniikkainfon ohjeen liitteenä. Asetuksen 9§:ssä on määrätty rakennuksen ulkoilmavirran vähimmäismäärä ($0,35 \text{ (dm}^3/\text{s) / m}^2$). Oleskelutilojen ulkoilmavirta määräytyy henkilöluvun (à $6 \text{ dm}^3/\text{s}$) mukaan molemmissa. Arvot ovat samat kohdissa D2, ohjeessa 3.2.2.1 ja asetuksen 9§:ssä. Asetuksessa on uutena kohtana asuinhuoneiston ulkoilmavirran minimi $18 \text{ dm}^3/\text{s}$. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.2.2.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 9§.)

Asetuksen 10§ ilmavirtojen ohjaus ja D2/2012 3.2.3§ ovat sisällöltään yhtenevät. D2, 3.2.3.1 ohje on siirretty asetukseen. Asuinhuoneiston ilmavirtoja voidaan tehostaa 30 % tai pienentää 60 % suunnitellusta käyttöajan ilmavirrasta, kun ohjaus on asuntokohtainen. Pykälässä ei mainita poissaoloa perusteeksi ilmavirtojen pienentämiseksi. Asetukseen on lisätty maininta siitä, ettei pykälä päde rakentamisten laajentamisen tai tilan lisäämisen yhteydessä, kun ilmanvaihdon järjestämiseen voi käyttää olemassa olevaa il-

manvaihtojärjestelmää. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.2.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 10§.)

Moottoriajoneuvosuojan ilmapirrat (D2, liite 2 ja asetus 11§):

Asetuksen 11§:ään Moottoriajoneuvosuojan ilmapirrat on sisällytetty D2:n liite 2. Käyttötuntien raja-arvo hiilimonoksidin (kemiallinen lyhenne on CO) keskipitoisuutta on tiukennettu 15 ppm, ja uusi raja-arvo on 35 mg/m³ (30 ppm). D2:n mukaan täysitehoisen ilmanvaihdon tulee käynnistyä, kun raja-arvo 50 ppm ylittyy. Sen lisäksi on määritetty työskentelyalueen hetkellisen CO-pitoisuuden raja-arvoksi 7 mg/m³ (6 ppm). D2:ssa ei ole annettu näitä raja-arvoja. Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihdon suunnitteluun on Talotekniikkainfon ohjeessa annettu esimerkkejä poistoilmamääristä eri ajoneuvojen määriille. Ympäristöministeriö ei ole julkaissut moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitusopasta ennen tämän insinööriyön luovutusta tarkastettavaksi. (Kalliomäki 2017; Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.2.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 11§.)

Ilmansuodatus (D2, 3.3§ ja asetus 12§):

D2, 3.3§:ssä todetaan, että tuloilma on yleensä suodatettava. Asetuksen 12§:n mukaan erityissuunnittelijan on suunniteltava tuloilman suodattamisen taso, jolla saavutetaan vaadittu sisäilman puhtaustaso. Käytettävien suodattimien ilmansuodattimen erotusasteeseen ei oteta kantaa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.3§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 12§.)

Poistoilmaluokat (D2, 3.4§ ja asetus 13§):

Asetuksen 13§:n ja D2, 3.4.2.2 ohjekohdan poistoilmaluokat ovat samat. Asetuksen 4-luokkaan on lisätty kemikaalien vaikutus ilmanlaatuun. Tilaesimerkkejä ei asetuksessa ole lueteltu. Eri poistoilmaluokkien soveltuvuus palautus- tai siirtoilmaksi on kerrottu asetuksen 14§:ssä ja 15§:ssä. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.4.2.2§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 13–15§.)

Ulkoilma- ja ulospuhalluslaitteiden sijoittaminen (D2, 3.4§ ja asetus 14§):

Asetuksen 14§:ssä edellytetään erityissuunnittelijan suunnittelevan ulkoilmalaitteiden sijoitus siten, ettei siitä aiheudu haittaa. D2:n ohjeena julkaistut etäisyystaulukot (D2, 3.4.2§ taulukot 4 ja 5 sekä kuva 2) eivät ohjaa suunnittelijan työtä. D2:ssa ei ole julkaistuja perusteluita taulukoiden arvoille. Talotekniikkainfon ohjeen kohdassa 14 on koostettu useamman aiemmin julkaistujen oppaiden perusteita, hyviä toteutustapoja ja tietoa poikkeustapauksista. Ulospuhallus- eli entinen jäteilma on pääsääntöisesti puhallettava rakennuksen vesikaton yläpuolelle. Seinäpuhallus sallitaan poistoilmaluokan 1 ulospuhallusilmalle, kun muut asetuksen vaatimukset täytetään. CEN:n tekninen raportti CEN/TR 16798-4:2014 antaa lisätietoja seinäpuhalluksen etäisyysvaatimuksista. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.4.2§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 14§.)

Palautus-, siirto- ja kierrätysilma (D2, 3.5§ ja asetus 15§):

D2:n kohdan 3.5.1.1 ohjeen palautusilman käyttökielto luettelo on lisätty asetuksen 15§:ksi. Uutena asetuksen 15§:n 5 kohtana palautusilman käyttö tuloilmana on kielletty oppilaitoksissa ja päiväkodeissa. Suodattimilla puhdistettua palautusilmaa (D2, 3.5.1 kohta 6) ei mainita asetuksessa. Palautus-, siirto- ja kierrätysilman käyttökiellon määrittelyt ovat säilyneet samoina 13§:ssä. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.5.1.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 15§.)

Epäpuhtauksien leviäminen lämmöntalteenottolaitteissa (asetus 16§):

Asetuksen 16§:ssä on uutena kohtana lämmöntalteenottolaitteistolle esitettyjä vaatimuksia. Useita asuntoja palvelevan lämmöntalteenottolaitteiston kautta on hajujen ja epäpuhtauksien leviäminen estettävä joko vuotoilmavirtaussuunnalla (tuloilman puolelta poistoilmapuolelle) tai rakennetiiveydellä. Yhtä tilaa tai asuinhuoneistoa palvelevassa LTO:ssa voi vuotoilmavirta olla myös poistoilmapuolelta tuloilmapuolelle, kun asetuksen 5§:n (sisäilman laatu), 6§:n (kosteus) ja 9§:n (ulkoilmavirran määrä) vaatimukset täyttyvät. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 16§)

Ilman jako ja poisto (D2, 3.6§ ja asetus 17§):

Asetuksen 17§:ssä on tiivistetty D2, 3.61§:n sisältö. D2:n kohdan 3.6.1.1 ohjeita ei ole otettu mukaan asetukseen. Ilmanvaihdon tehostus saa aiheuttaa epäviihtyvyyttä oleskelualueella. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.6.1.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 17§.)

Ilmanvaihdon yhdistäminen (D2, 3.6§ ja asetus 18§):

Asetuksen 18§:ssä on käsitelty seikkaperäisesti D2:n ohjeen kohtaa 3.6.2.2 ilmanvaihtokanavien yhdistämisperiaatteista. Kohtaan on koottu monessa eri kohdassa olleita ohjeita poistoilmaluokituksen mukaan. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.6.2.2§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 18§.)

Asetuksessa on uutena asiana ilmavirtojen suunnanvaihtumisen kieltö. Eri tavoilla suunniteltuja ilmanvaihtojärjestelmiä ei saa yhdistää niin, että ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä tai kanavistoissa muuttuvat ilmavirtoja ohjatessa.

Ilmanvaihtojärjestelmän tiiveys ja paineet (D2, 3.7§ ja asetus 19–21§):

D2:n kohta 3.7§ käsittelyjärjestystä ilmanvaihtojärjestelmän käsitteistä on vaihdettu ja pelkistetty asetuksen pykäliin 19–21. D2:n ohjekohdan 3.7.1.4§:n taulukko 6 (kuva 3) ja asetuksen 19§:n listaus tiiveysluokista ja niiden sallitut vuotoilmavirrat ovat pysyneet samoina. Ilmanvaihtojärjestelmän vähimmäistiiveysvaatimus (tiiviusluokka B) on nostettu ohjeesta asetukseen (D2, 3.7.1.1). (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.7§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 19–21§.)

Tiiviysluokka	Sallittu vuotoilma enintään $q_{v,A} \text{ dm}^3/\text{s/m}^2$
A	$0,027 \times p_s^{0,65}$
B	$0,009 \times p_s^{0,65}$
C	$0,003 \times p_s^{0,65}$
D	$0,001 \times p_s^{0,65}$
E	$0,0003 \times p_s^{0,65}$

Kuva 3. Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviysluokkataulukko (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.7).

Ilmavirroista aiheutuvat paineet ja rakenteiden ilmanpitävyys (D2, 3.7§ ja asetus 21§):

D2:n määräyksistä ja ohjeista on omaksi 21§:ksi nostettu asetukseen kohdat 3.7.6.1 ja 3.7.7. Asiasisältö on kirjoitettu uusiksi, eikä tekstissä ole numeerisia mainintoja alipaineen maksimimäärästä. Ilmanvaihdon yli- tai alipaine ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan tai kosteuden siirtymistä rakenteisiin. Hormivaikutus tulee huomioida suunnittelussa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.7.6.1§, 3.7.7§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 21§.)

Tulisija ja erillispoistot (D2, 3.7§ ja asetus 22§):

Asetuksen 22§:ssä käsitellään suppeasti tulisijaa ja erillispoistoja. Numeerisia korvausilmamääriä ei ole ilmoitettu. D2 käsittelee yksityiskohtaisemmin useassa eri kohdassa kohdepoistoja (D2, mm. 3.6.1.4, 3.7.4.3, Liite 1). Takana paloilmavirran tulee olla suunniteltu D2:n ohjekohdan 3.7.4.3 mukaan, ilmavirtamäärää ei ole ohjeistettu. Takkamyyjillä on saatavilla tarvittavia tietoja ilmavirtamääristä. RakMK E1 käsittelee muurattuja tulisijoja. Sen uudistustyö on käynnissä, taulukko 1. Asetuksessa ei ole määritetty minimietäisyyttä tulisijan savupiipun ja ulkoilmanottoaukon välillä. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.4.1.1 taulukko 4; (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 22§.)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja huollettavuus (D2, 3.8§ ja asetus 24§):

RakMK D2 3.8§:n ohjeiden seikkaperäisiä ilmanvaihtojärjestelmäohjeita ei ole otettu mukaan asetukseen. Asetuksen 24§ velvoittaa ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa

huomioimaan sen puhdistuksen, huollon, korjauksen ja vaihtamisen aiheuttamat erityistarpeet. Tilantarpeesta on mainittu ainoastaan huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa, mutta jää avoimeksi, mitkä ovat koneiden huoltosuunnat? D2:n ohjekohdan 3.8.6.1§ mukaan tulee ilmanvaihtokoneen huoltotilaa olla sekä sen edessä että, vähintään 400 mm:n levyinen vapaa tila koneen takana. Tilavarauksen tarpeen määrittelymiseksi tulee laitevalmistajien ilmoittaa teknisissä esitteissään tarvittavat huoltotilat. Asetuksesta on poistettu D2, 3.8§:n ilmanvaihtojärjestelmän osien puhtausohjeistus työmaalla ja asennettaessa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.8§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 24§.)

Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen (D2, 3.8§ ja asetus 25§):

Asetuksen 25§ ilmanvaihtojärjestelmän lämmön- ja kosteuden eristämisestä on sisällöltään sama kuin D2:n 3.8.5§. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 3.8.5§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 25§.)

3.3 Luku 4, Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton mittaukset

Tiiviys (D2, 4.1§ ja asetus 26§):

D2:n kohdan 4.1.1 tarve ilmanvaihtojärjestelmän tiiviiden mittaamisesta on vaihdettu asetuksessa 26§ määräykseksi mitata tiiviys ennen rakennuksen käyttöönottoa. Uutena kohtana on määritetty yhtä tilaa tai asuntoa palvelevalle ilmanvaihtojärjestelmälle tiiveysmittauksen vaihtoehdoksi asennustarkastukset, kun se on rakennettu vähintään tiiveysluokan C osista. D2:n ohjeen 4.1.1.2§ mukaan voi tiiveyden tarkistaa pistokokeilla tiiveysluokan C osista tehdylle kanavistolle. Asetuksen tekstiä on tiivistetty jättämällä yksityiskohtaiset ohjeet pois. Numeerisia arvoja tai taulukoita kanaviston ilmatiiveyden testaamiseksi ei ole asetuksessa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 4.1.1§; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 26§.)

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmallisuuden toteaminen (D2, 4.1§ ja asetus 27§):

D2, 4.1.2.4§:n ohjeessa luetellut hyväksyttävät poikkeamat ovat pääsääntöisesti säilyneet samoina asetuksessa. Asetuksen 27§:ssä hyväksyttävistä poikkeamista on jätetty pois kaksi kohtaa, 3 ja 5, listaus alla.

Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista	D2 ohje	Asetus
1) ilmvirta järjestelmäkohtaisesti	± 10 %	± 10 %;
2) ilmvirta huonekohtaisesti	± 20 %	± 20 %
3) ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä	+ 0,05 m/s;	-
4) ominaissähköteho	+ 10 %	+ 10 %
5) lämmitysteho	-10 %.	-
6) Huonekohtainen ilmvirtapoikkeama	-	1 dm ³ /s

D2:n ohjekohdan 4.1.2.5 tekstiä on muokattu luonnoksessa. Epävarmuustekijät on jätetty pois asetuksesta. Vaatimus mittauslaitteiden soveltuvuudesta on uusi, asetuksen 27§:n viimeisen kappaleen lainaus alla:

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaustuloksen poikkeamat, että mittausepävarmuuden, joka on esitettävä mittaustulosten yhteydessä. Mittausmenetelmän ja mittauslaitteiden on sovelluttava mitattavan ilmavirran mittaukseen. Mittauslaitteiden on oltava kalibroitu ja, kalibroinnin on oltava voimassa ja mittauseroa on korjattava kalibroinnin mukaan. (Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta -asetus: 27§.)

Standardeja ei ole mainittu asetuksessa. (Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012: 4.1.2.4; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017: 27§.)

3.4 Liitteet

D2:n lopun liitteet on jätetty pois kokonaan vahvistetusta asetuksesta. D2:n liitteet on pääosin siirretty Talotekniikkainfon Ilmanvaihtosuunnitteluoppaan liitteiksi. Oppaan tekstit eivät ole velvoittavia, joten muutkin talotekniset ratkaisut, kuin vain oppaassa esitellyt, ovat mahdollisia. Suunnittelijan tulee tämän johdosta valmistautua perustelemaan tekemänsä ratkaisut rakentamisvalvonnalle ja tilaajalle. (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017; Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017 2017.)

Mitoittavat säätiedot ja ulkolämpötilat oli lisätty asetusluonnoksen liitteeksi 1. Aiemmin ne olivat ympäristöministeriön ”RakMK D3 Rakennusten energiatehokkuus” -määräyksen liitteenä 2, testivuosi. Vahvistetusta asetuksesta ei ole liitteitä. (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017 2017.)

3.5 Asetuksen ja D2:n vertailun yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että asetuksessa Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta on hyvin vähän numeerisia arvoja määritelty verrattuna D2:een. Asetuksessa korostetaan suunnittelijoiden vastuuta terveellisen ja turvallisen sekä käyttötarkoituksen mukaisen rakennuksen suunnittelussa. Suunnittelijan tulee valmistautua perusteellisesti tekemänsä ratkaisut rakentamisvalvonnalle ja tilaajalle.

Asetuksessa ei ole viittauksia muihin lakeihin, asetuksiin tai standardeihin. Syynä tähän on lainsäätäjien halu pidentää asetuksen voimassaoloa, kun niiden päivitysten myötä asetus ei vanhene. (Kalliomäki 2017.) Koska asetuksesta on jätetty pois suunnittelua ohjaavat ja ilmanvaihtolaitteiston asentamisen yksityiskohtaiset ohjeet, korostuu LVI-korttien, valmistajien julkaiseminen laitteiden teknisten tietojen ja asennusohjeiden merkitys suunnittelutyön ohjaamisessa. Lain uudistustyössä on poistettu eri rakentamismääräyksissä olleita päällekkäisyyksiä, jolloin mahdolliset ristiriitakohdat ovat poistettu.

4 Haastattelut

Tätä insinööriä tehtäessä on henkilökohtaisesti teemahaastateltu rakentamisalalla työskenteleviä asiantuntijoita niin rakentamisen kuin suunnittelun osa-alueilta. Melkein kaikki haastattelukutsun saaneet vastasivat myöntävästi siihen. Heidän vastauksensa ovat referoitu haastattelukysymyksiä alle. Jotta työnantajasta riippumatta ovat haastatellut voineet kertoa vapaasti näkemyksensä asioista, on haastattelua sovittaessa sovittu vastausten anonymiteetista. Referoitujen vastausten perään on hakasulkeissa merkitty lainattujen henkilöiden määrä.

Taulukoiden tarkoitus on näyttää mielipiteiden jakautuminen ja vertailu vuoden 2014 SuLVI ry:n tekemään kyselyyn. Haastattelukysymysten runkona on käytetty SuLVI ry:n

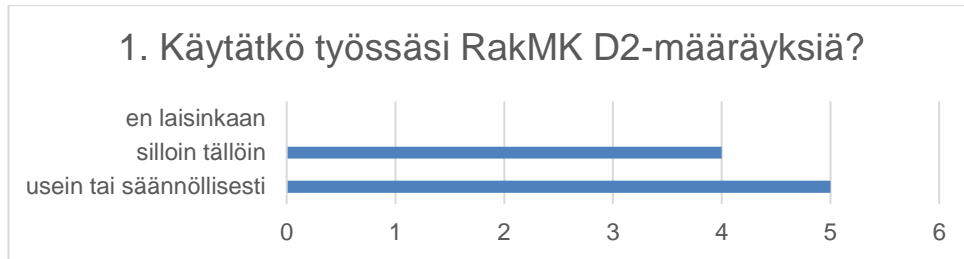
vuonna 2014 tekemää uusintatarveselvityksen loppuraportissa julkaistuja asiantuntijoiden haastattelukysymyksiä, jotta voidaan verrata mielipiteiden mahdollista muuttumista vuodesta 2014. Kyselyssä oli myös vapaa kommentointi mahdollista. (Seppänen 2014: 38, 55.) Osakysymyksistä syntyi kuunnellessani keskusteluja FINVAC:n järjestämässä ilmanvaihtomäärien työpaja tilaisuudessa elokuussa 2017. Haastattelukysymykset lähetettiin haastattelukutsun yhteydessä. Asiantuntijat kertoivat mielipiteensä ja kokemuksen kuhunkin kohtaan kysymysjärjestyksessä.

Haastatellut henkilöt ovat

- Antti Alvoittu, suunnittelujohtaja, NCC Rakennus Oy
- Niclas Grönlund, DI, Ramboll Finland Oy
- Jari Hotokainen, tekninen asiantuntija, Granlund Oy
- Hannu Järvelä, talotekniikkapäällikkö, NCC Rakennus Oy
- Markku Karppinen, talotekniikka asiantuntija, Fira Oy
- Jyrki Lönström, tuotepäällikkö, FläktWoods Oy
- Hannu Martikainen DI, Ramboll Finland Oy
- Raimo Sannikka, FISE-pätevyyslautakunnan jäsen, Valvoja, ISS Oy
- Kari Seitaniemi, toimitusjohtaja, Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy
- Hannu Tanner, talotekninen valvoja, NCC Rakennus Oy
- Teppo Tulokas, Yksikön päällikkö, Ramboll Finland Oy

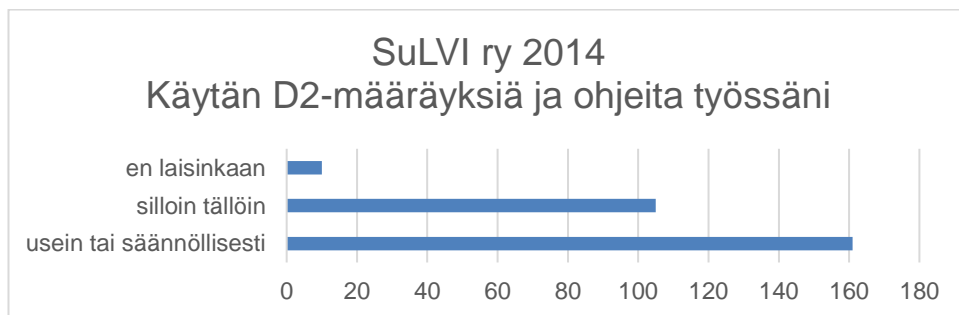
4.1 Kysymykset ja asiantuntijoiden vastaukset

1. Käytätkö työssäsi RakMK D2-määräyksiä?



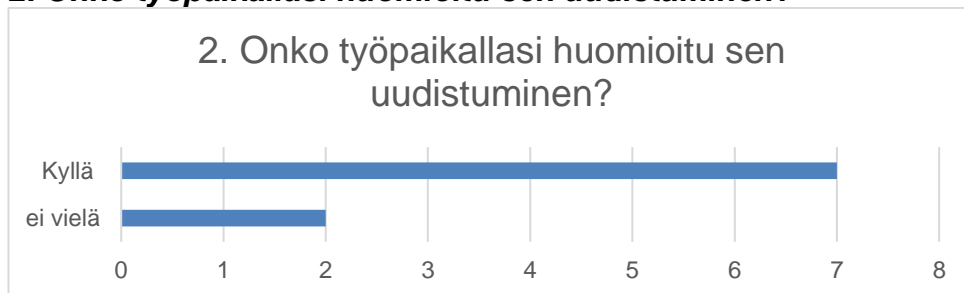
Kuva 4. D2:n käyttöaktiivisuus. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä.

Kaikki haastatellut henkilöt käyttävät työssään voimassa olevia määräyksiä, varsinkin yksikkökohtaiset arvot tarkistetaan aina. Käyttöaktiivisuus on pysynyt samankaltaisena verratessa SuLVI ry:n tekemään kyselyyn vuodelta 2014 (kuvat 4 ja 5). [11/11]



Kuva 5. SuLVI ry:n asiantuntijakyselyn tulos RakMK D2 käyttötavoista vuodelta 2014. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä. (Seppänen ym. 2014.)

2. Onko työpaikallasi huomioitu sen uudistuminen?



Kuva 6. Tiedottaminen työpaikalla

Pyrin haastattelemaan pääasiassa niitä asiantuntijoita, jotka ovat olleet mukana asetuksen kehitystyöryhmissä (kuva 6). Tämän valinnan seurauksena suurimmassa osassa työpaikkoja on vähintäänkin työryhmä olemassa. Kaikissa yrityksissä odotetaan ympäristöministerin vahvistusta asetukselle Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta ennen kuin yritykset alkavat tiedottaa kaikille lainsäädännön muutoksen vaikutuksista [11/11].

3. Oletko tutustunut ympäristöministeriön luonnokseen asetukseksi Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta?

Haastatteluissa ilmeni, että haastateltavat olivat tutustuneet asetusluonnokseen viimeistään sen jälkeen, kun kirjoittaja oli ollut heihin yhteydessä. Noin puolet haastatelluista oli tutustunut ympäristöministeriön sivuilla olevaan vuoden 2016 versioon, ja muilla oli käytössään vuoden 2017 versio. Vuoden 2017 versio on ladattavissa Talotekniikkainfon verkkosivuilta sekä Euroopan komission kaupanesteiden ilmoitusmenettely portaalista. Talotekniikkainfon sivuston olemassaolosta olivat tietoisia niiden yritysten edustajat, jotka ovat mukana oppaan teossa tai ympäristöministeriön työpajoissa. [11/11]

4. Onko nykyisessä RakMK D2:ssa mielestäsi jokin epäkohta, joka tulisi korjata?



Kuva 7. RakMK D2:n uudistustarpeen arviointi.

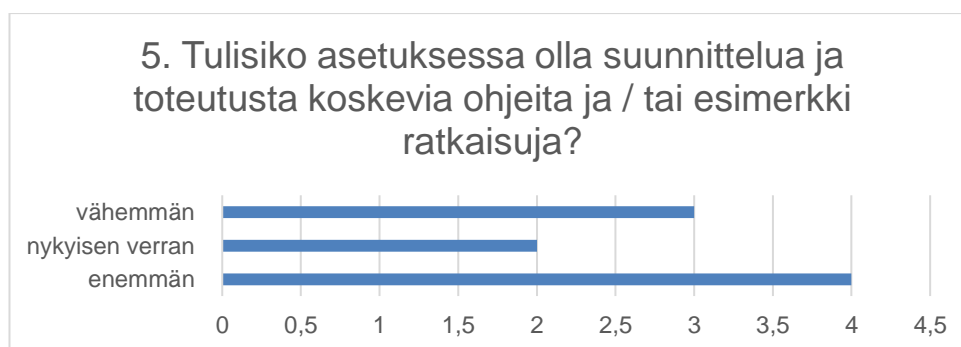
Kuvasta 7 huomataan, että melkein kaikkien haastateltavien mielestä RakMK D2:ssa on useita kohtia, jotka kaipaavat tarkennusta tai ristiriitojen poistamista toisiin määräyksiin verrattuna. Tulkintaohjeiden sisällöllä ja tekstin muotoilulla on tärkeä merkitys määräyksen soveltamisessa käytäntöön. [11/11]

Eniten ongelmia haastatelluille olivat aiheuttaneet D2:n tekstin ympäröivät lausunnot, kuten riittävä ilmanvaihto, poistoilmakanavan etäisyys 0,9 m katosta (mistä mitataan) tai

terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Epämääräisten ilmaisujen takia on syntynyt paljon aikaa vieviä kiistatilanteita eri rakennustyön osapuolten, esimerkiksi rakennustyömaalla työskentelevien, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden sekä tilaajan ja urakoitsijoiden välillä. Tarkat numeeriset arvot eivät jätä tulkinnan varaa minimitavoitetasosta. Lisäksi määräykset ja ohjeet ovat menneet usein sekaisin käyttäjillä. Nykyinen D2:n taulukko 5 tarvitsisi tarkennuksen, mistä kohtaa on mitattu, ja kuva 2 jäte- ja ulkoilma taulukoiden suurin ilmamäärä 6 m³/s (vaakaetäisyydellä 20 m) ei riitä kaikkiin rakennuksiin suunnittelun ohjeeksi. [11/11]

Koska autot eivät enää saastuta samassa määrin kuin kaksikymmentä vuotta sitten, voisi moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihtoa vähentää huomattavastikin (Mäkelä, ym. 2013). Samoin ravintoloissa tupakointi on nykyään kielletty, joten asiakastilojen ilmanvaihtoa voitaneen vähentää, kunhan keittiön kohdepoistot on oikein suunniteltu (Laki toimenpiteistä tupakoinnin vähentämiseksi (698/2010) 2010). Tällä hetkellä ravintoloiden asiakastiloihin ei tarvitse suunnitella jäähdytystä, joten jos ilmanvaihtokerrointa pienentää, tulee myös niiden lämpökuormat laskea. Kokonaisenergiataloudellisuus tulee parane-
maa, koska koko vuoden suuren ilmamäärän lämmittäminen vie enemmän energiaa kuin kesäkuukausien jäähdytystarve vie. [6/11]

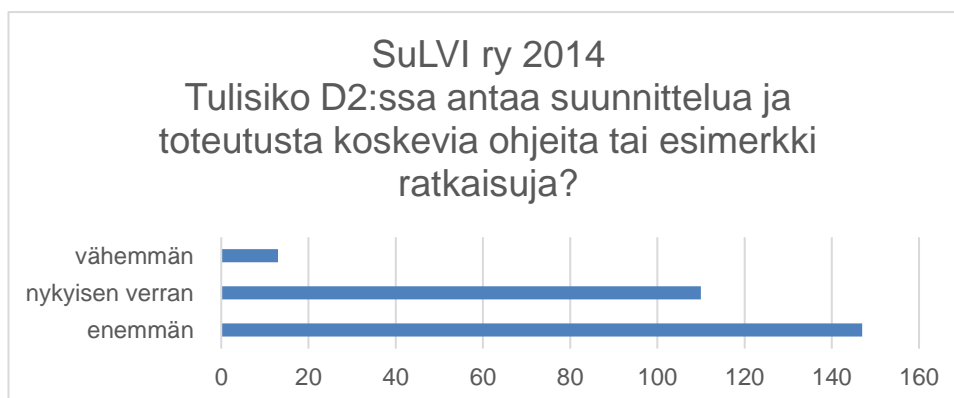
5. Tulisiko asetuksessa olla enemmän / nykyisen verran / vähemmän suunnittelua ja toteutusta koskevia ohjeita ja / tai esimerkkiratkaisuja?



Kuva 8. Esimerkkien ja malliratkaisujen tarve asetuksessa.

Haastatteluissa ilmeni, että mielipiteet jakoutuivat (kuva 8). Vaikka suunnittelijan katsottiin tarvitsevan ohjeita, pelättiin niiden mukaan ottamisen asetukseen jatkavan nykyistä sekavaa tilannetta, jossa määräykset ja ohjeet sekaantuvat. Asetuksen tulee asettaa minimitavoitetaso, joka pitää ylittää. Ohjeiden siirto oppaaseen estää niiden sekoittumisen

määräyksiin. Kysymykseksi nousee, kuinka hyvin ja missä laajuudessa Talotekniikkainfon opas otetaan käyttöön? [11/11]



Kuva 9. SuLVI ry:n asiantuntijakyselyn tulos ohjemääriin. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä. (Seppänen ym. 2014.)

Suunnittelijan katsotaan tarvitsevan lisää ohjeita SuLVI ry:n tekemään kyselyssä vuodelta 2014 (kuva 9). Määräyksessä olevien ohjeiden vähentämistä kannattavien suhteellinen osuus on kasvanut (kuva 8). Tähän on osaltaan vaikuttanut RakMK D2:ssa olevien ohjeiden sekoittuminen määräyksiin ja siitä syntyneet kiistat tilaajan, rakennuttajan, viranomaisten, urakoitsijan, suunnittelijan ja viranomaisten välillä.

6. Mitä odotat uudistukselta?

Haastateltujen suurimpana toiveen oli, että asetuksen määräyksistä toivotaan selkeitä ja niistä tulee karsia pois epämääräiset ilmaisut, kuten ”riittävän hyvä ilmanvaihto”. Ohjeet ja liitteet tulisi erottaa määräyksistä pois, jottei synny riitatilanteita niiden velvoittavuudesta. Tämän myötä asetuksen uudistustarve harvenee, kun ohjeita voidaan päivittää tarpeen mukaan ilman aikaa vieviä ja välillä jäykkiä viranomaismenettelyitä. Aiemmin määräysten teko alkoi tutkimisella ja testaamisella, ei lobbaajien kuuntelemisella. Yrityksien tehtävä on tehdä omistajilleen voittoa, ei laatia kaikkia hyödyntäviä oppaita. Riippumattoman valtiollisen tahon tulisi ottaa vastuulleen ohjeiden laadinta ja ylläpitotyö. Todennäköisesti näistä syistä ei D1:n korvaavasta asetuksesta ole vielä julkaistu opasta. [11/11]

Nykyään viranomaiset eivät ota kantaa suunnitelmien toimivuuteen. Tämä asettaa rakentamishankkeeseen ryhtyvän hankalaan tilanteeseen, ellei hänen oma tietotaitonsa

riitä arviointityöhön. Asiantuntijakonsulttien ammattitaito on hyvin kirjavaa, joten suunnitelmien tarkastamistyön ulkoistaminen ei takaa aina laatua. [2/11]

Laitevalmistajien tuotekehitystyö vie aikaa, ja näin lyhyellä ajalla uusien määräyksien julkaisusta niiden voimaantuloon ei ehditä tehdä muutoksia koneisiin. Laitevalmistajat ovat ennakoineet kiristyvää vaatimustasoa Euroopan unionin energiansäästödirektiivin voimaantulosta lähtien ja parantaneet muun muassa ilmanvaihtokoneidensa vuosihyötysuhdetta. Parannustyön myötä ovat konekoot kasvaneet, mikä aiheuttaa tilantarpeen lisääntymistä. Tilaajan tulee laatia tarkempia kohdekuvauksia ja lähtötietoja suunnittelutyötä ohjaamaan, jotta laitteisto valitaan sopivimman kokoiseksi. [2/11]

Uuden asetuksen velvoite suunnittelutyön laadulle antaa osaaville mahdollisuuden erottua massasta ratkaisullaan. Suunnittelun laatueroit voivat alkaa kasvaa. Suunnittelijoiden on osattava perustella tekemänsä valinnat ja kirjattava ne tilaajalle esitettäväksi. Tilaajalta tulee saada selkeät suunnitteluperusteet ja tavoitteet suunnittelutyön pohjaksi. [4/11]

7. Mikä on uudistuksen tärkein tavoite mielestäsi?

Haastateltavien mielestä uudistuksen tärkein tavoite on vähentää ja selkeyttää rakentamisen määräyksiä, jotta kaikkien osapuolten on mahdollista ymmärtää määräykset. Suomen rakentamismääräyksien tulee täyttää myös Euroopan unionin määräykset. [11/11]

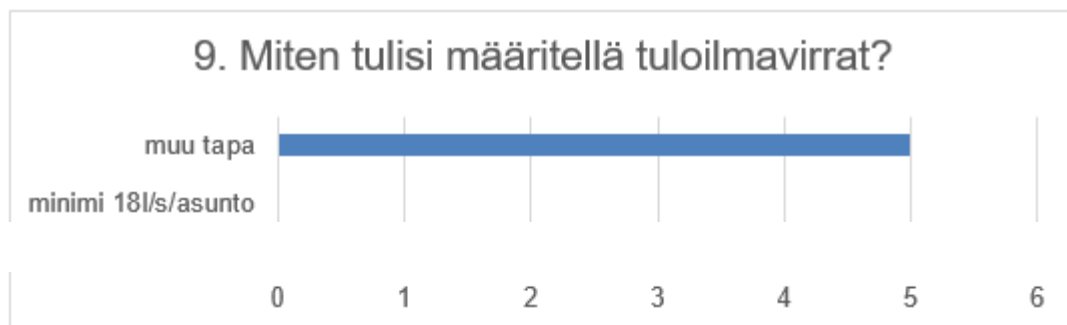
Lisäksi suunnitteluun annetaan enemmän liikkumavaraa, joka mahdollistaa uusien ratkaisujen kehittymisen. Tarpeenmukainen ilmanvaihto mahdollistaa energian säästön. Suunnittelutyön hyvät ratkaisut voivat halvempien ratkaisujen myötä osoittautua lyhytikäisiksi. Edullisimmat talotekniset ratkaisut eivät takaa energiataloudellisinta käyttöä. [2/11]

8. Mitä ohjeistusta suunnittelija tarvitsisi lisäksi?

Kaikki haastatellut henkilöt olivat yksimielisiä siitä, että suunnittelijan tulee olla perehtynyt myös muihin ohjeisiin kuin lakeihin, asetuksiin ja määräyksiin. Talotekniikkainfon julkaisemasta ohjeesta toivotaan päivittyvää ohjetta, josta löytyisi viitteet tarvittaviin stan-

dardeihin ja ohjekortteihin. Lähivuosina eläköityy suuri joukko kokeneita LVI-suunnittelijoita, joiden mukana katoaa suunnittelutoimistoista paljon arvokasta tietoa. Ohjeistusta käsitellään tarkemmin luvussa 6.1 LVI-suunnittelijan tietolähteet. [11/11]

9. Miten tulisi määrittellä tuloilmavirrat?



Kuva 10. Ilmavirran määrittelytavat



Kuva 11. Ilmavirran laskentatapa

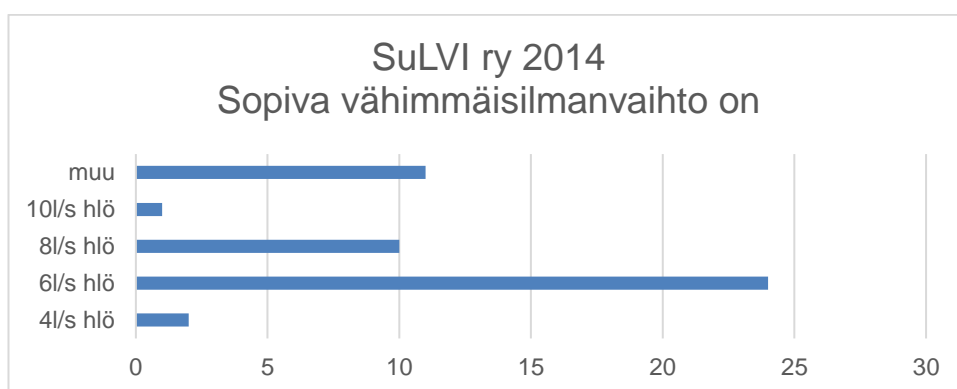
Haastateltavien mielestä yksikään mitoitustapa ei ole pätevä kaikissa tiloissa, joten yli puolet haastatelluista kannatti muuta tapaa (kuvat 10 ja 11). Suuren henkilötiheyden tilat, kuten kokoontumistilat, elokuvasalit, galleria ja käytävät, tuloilmavirrat tulisi mitoittaa henkilömäärän mukaan. Näiden tilojen henkilömäärän on jo arkkitehti suunnitellut. [11/11]

Oleskelutilojen ulkoilmavirraksi on mitoitettava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohti suunniteltuna käyttöaikana, jos tilan käyttötarkoituksesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta. (Ympäristöministeriön asetus Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdoista, kohta 9§ Ulkoilmavirrat.)

Muut tilat, joiden käyttötarkoitus voi muuttua, kuten toimistotilat ja liiketilat, eli muuntojoustavat tilat, tulisi mitoittaa litraa/neliömetrille (dm³/m²) pohjalta. Neuvottelutilat pitää

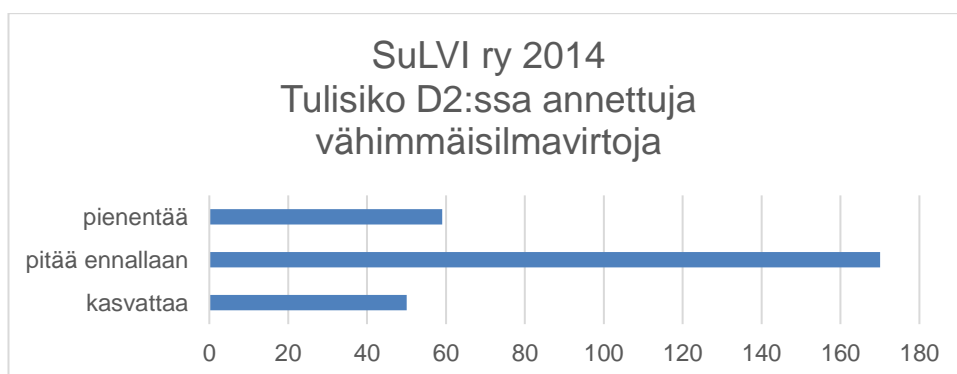
mitoittaa sekä henkilöperusteisesti että neliömäärän mukaan ja mitoitusilmavirraksi valitaan suurempi. Pienikokoiset asunnot (<35 m²) tulisi mitoittaa vähintään kahdelle hengelle, jolloin minimi-ilmavirta 18 dm³/s/asunto riittää. [4/11]

Lasketut ilmamäärät tarkistetaan vielä ilmanvaihtokertoimella, koska keittiön tehostus voi nostaa ilmanvaihtokertoimen yli yhden. Asuinrakennuksissa ilmanvaihtokerroin olisi suositeltavaa olla 0,5–0,7. Rakennuksen elinkaarenaikaiset muutostarpeet tulee suunnittelussa ottaa huomioon. [7/11]



Kuva 12. SuLVI ry:n asiantuntijakyselyn tulos vähimmäisilmanvaihto virtoihin. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä. (Seppänen ym. 2014.)

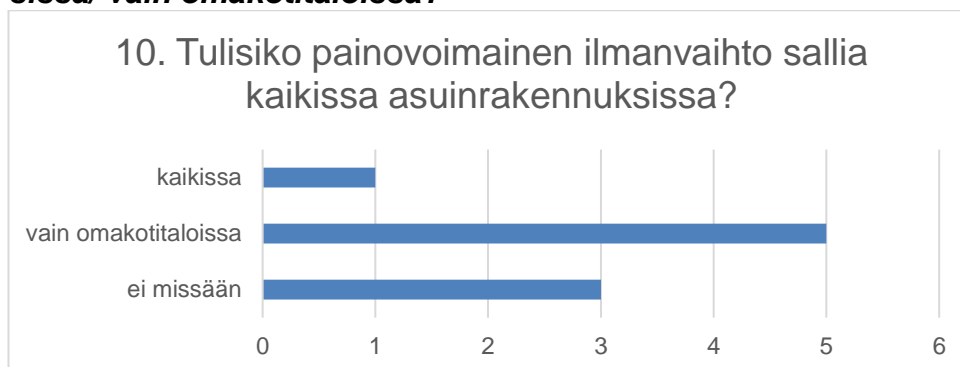
SuLVI ry:n asiantuntijakyselyssä pyrittiin kartoittamaan asiantuntijoiden mielipiteitä tarpeenmukaisesta ilmanvaihtomäärästä asuinhuoneisiin. Kuvassa 12 eniten kannatusta sai henkilömäärään perustuva 6 dm³/s ilmanvaihto. Ilmanvaihtomäärä on sama kuin D2:ssa. Kokemusperäisesti on havaittu useimmiten tuon ilmanvaihtomäärän olevan riittävä asunnoissa.



Kuva 13. SuLVI ry:n asiantuntijakyselyn tulos ilmamäärän muutostarpeesta. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä. (Seppänen ym. 2014.)

Mikäli tilassa tehdään fyysistä kuormitusta aiheuttavaa toimintaa, tulee ilmanvaihtomäärää lisätä. Henkilö- ja toimintaperusteinen ilmamäärän laskenta on tarkin tapa, kun tiedetään tilaan suunniteltu henkilömäärä (kuvat 12 ja 13).

10. Tulisiko painovoimainen ilmanvaihto sallia kaikissa asuinrakennuksissa/ vain omakotitaloissa?



Kuva 14. Painovoimaisen ilmanvaihdon sopivuus.

Painovoimaisen ilmanvaihdon sopivuudesta taloihin (kuva 14), olivat kaikki haastateltavat sitä mieltä, että se sopii korjausrakentamiseen ja museosuojeltuihin kohteisiin, mutta ei kaupunkien sisäisiin uusiin rakennuksiin. Kaupunkien ilman epäpuhtauksien suodatus vähentää ilmapirtta liikaa, jolloin uudisrakentamisessa jäädyään alle ilmanvaihtomäärien tavoitteen. Maaseudulla, kaukana suurista liikenneväylistä, voidaan käyttää harvempia suodattimia ja ilman hiilidioksiditaso on alhaisempi. [11/11]

Haastateltavien mielestä painovoimaisella ilmanvaihdolla on hyvin vaikeaa saavuttaa energiatehokkuus asetuksen vaatimukset. Lämmöntalteenottoa ei voi toteuttaa riittävällä vuosihyötysuhteella. Sääolosuhteiden vaihtelun aiheuttaman ilmanpaineen muutokset muuttavat myös ilmanvaihtomääriä. Tämä aiheuttaa kesäaikana riittämättömän ilmanvaihdon. Ulkomailla on käytössä teknisiä ratkaisuja, joiden avulla voidaan saada painovoimainen ilmanvaihto toimimaan. Näitä ei ole testattu Suomen sääolosuhteisiin. Suomen vaihtuvien vuodenaikojen takia rakennuksissa tarvitaan erillinen ilmanvaihto. Korjausrakentamista käsitellään enemmän luvussa 6.2. [11/11]

11. Tulisiko tilakohtainen vähimmäisilmanvaihto esittää asetuksessa sitovana määräyksenä / ohjeellisena?

Haastattelussa kerrottiin, että vähimmäisilmanvaihdon tarkoitus on estää kosteuden kulkeminen rakenteisiin. Rakenteiden kostuminen luo terveydelle vaarallisille homeelle ja mikrobeille kasvumahdollisuuden. Tämän takia kaikissa tiloissa tulisi ilma vaihtua joko jatkuvasti tai jaksottaisesti. Rakennuskohtaiset erot vaikuttavat ilmanvaihtotarpeeseen eniten. Mikäli ilmanvaihtotarve eroaa suuresti eri aikoina, voidaan joutua tekemään kahden IV-koneen järjestelmä. Tavallisen asunnonostajan on vaikea verrata eri ilmanvaihto ratkaisuiden vaikutusta asumiseen, joten asetuksessa tulee määrätä tämä pakolliseksi. Käyttäjä ei saa itse pystyä kytkemään ilmanvaihtoa pois päältä muuten kuin huollon ajaksi huoltokytkimestä. Vähimmäisilmanvaihdon pakolliseksi määrittäminen jakaa mielipiteitä, koska osa haastatelluista on sitä mieltä, että määräyksiä tulee vähentää (kuva 15). [9/11]



Kuva 15. Vähimmäisilmanvaihdon määräysmuotoisuus.

Vähimmäisilmanvaihdon pakollisuutta kannattavia ja vastustavia oli melkein yhtä paljon vuonna 2014 (kuva 16).

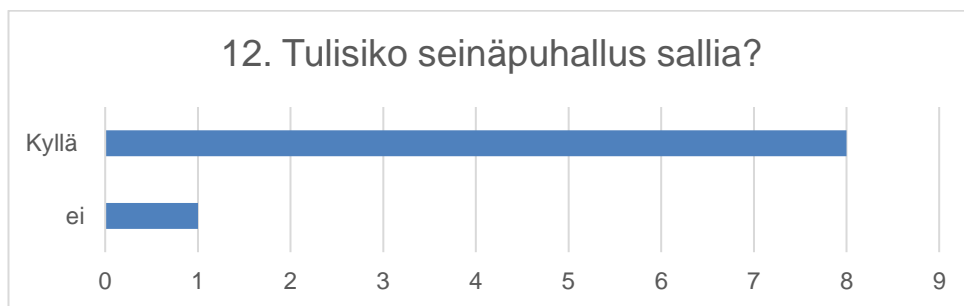


Kuva 16. SuLVI ry:n asiantuntijakyselyn tulos ilmanvaihdon määräävyydestä. Haastateltujen henkilöiden lukumäärä alarivissä. (Seppänen ym. 2014.)

Sen jälkeen on lehtien otsikoissa ollut ikäviä tapauksia, kun käyttäjä on sammuttanut IV-koneen energian säästön takia ymmärtämättä teon seurauksia. Todennäköisesti tästä syystä on vähimmäisilmanvaihdon pakollistamista alettu kannattamaan enemmän (kuva 15).

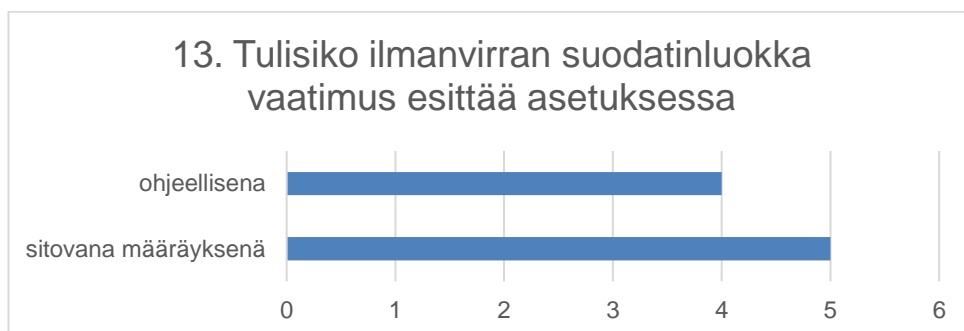
12. Tulisiko seinäpuhallus sallia?

Haastatellut kaipasivat esimerkkiratkaisuja seinäpuhalluksesta, jotta välttyttäisiin hajujen leviämiseltä naapureille (kuva 17). Ongelmallisiksi tilanteiksi voivat muodostua voimakkaat tuulet ja jäätyminen. Seinäpuhallus vaatii usein huoltoa, varsinkin suodattimien puhautuksesta tulee pitää huolta. Teknisistä tiloista ei synny hajuja, joten niissä voidaan aina käyttää seinäpuhallusta. Korkeiden asuinrakennusten suunnittelu helpottuu, kun nousuhomeja tulee vähän ja painesuhteiden hallinta helpottuu. [11/11]



Kuva 17. Seinäpuhalluksen soveltuminen uudisrakentamiseen.

13. Tulisiko ilmavirran suodatinluokkavaatimus esittää asetuksessa sitovana määräyksenä / ohjeellisena?



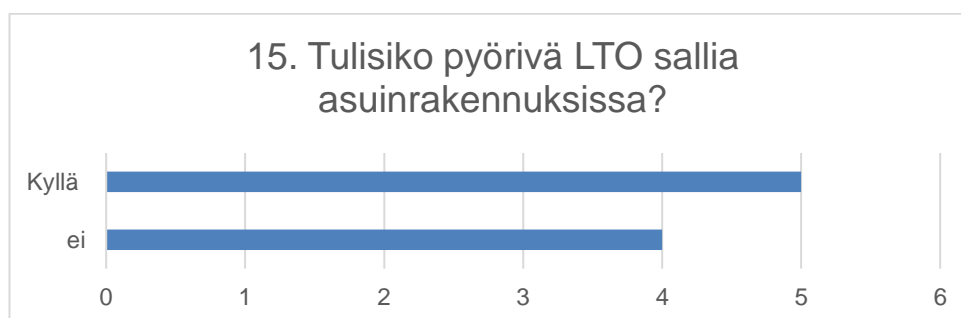
Kuva 18. Ilman suodatusluokan määräytyvyys asetuksessa.

Haastateltujen mielestä ilmansuodatuksesta säädetään jo muissa asetuksissa, joten ei ole tarpeen säätää uudelleen tässä asetuksessa (kuva 19). Asuinterveysasetuksessa on suodatinluokan minimitaso F7. Myös työpaikkalainsäädännössä on veloitteita suodattaa sisään tuleva ilma. Suodatus nostaa vain vähän energiakustannuksia. Helpoin keino ”parantaa” SFP-lukua on heikentää suodattimien suodatustasoa. Tämä johtaa kaupungeissa epäterveelliseen ratkaisuun. Rakennuksen sijainti määrää suodatustarpeen ilmanlaadun mukaan. [11/11]

14. Miten suunnittelijan vastuu tulee toteutumaan?

Haastateltujen mielestä suunnittelijan työmäärä tulee lisääntymään, kun RakMK D2:ssa olleet ohjeet ovat jääneet pois asetuksesta. Suunnittelijan tulee kirjata talteen suunnittelutyössään käyttämiensä ratkaisujen perusteet. Perusteina voitaneen käyttää laitevalmistajan teknisiä tietoja asennustavoista ja vaadituista suojaetäisyyksistä. Laitevalmistajien teknisen tuen osuus suunnittelutyön apuna tulee lisääntymään. Ilman perusteita voi olla haasteellista esittää suunnittelukokouksissa esimerkiksi lisätilan tarvetta IV-konehuoneeseen. Tällöin on riskinä, että joku projektin osapuoli edellyttää suunnittelemaan ratkaisuja, jotka eivät toimi. Tilaajalla / rakennushankkeeseen ryhtyvällä on päävastuu ja päätäntävalta rakennushankkeessa. Suunnittelijan on tuotava esille huomaamansa riskit, jotta niihin voidaan etsiä asianmukainen ratkaisu. [11/11]

15. Tulisiko pyörivä LTO sallia asuinrakennuksissa?

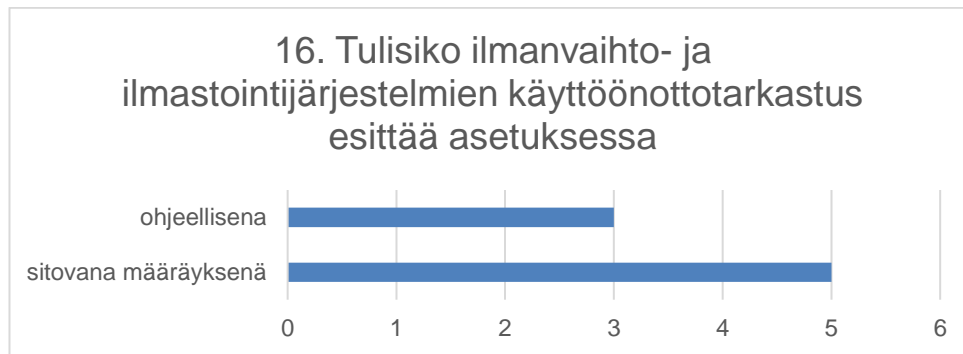


Kuva 19. Pyörivän LTO:n sopivuus asuinrakennuksiin.

Haastatteluissa ilmeni, että keskitetyssä ilmanvaihdossa hajuja siirtyy regeneratiivisessä lämmöntalteenottolaitteistossa tuloilmaan, joten pyörivä LTO ei täytä asetuksen määräyksiä. Asuntokohtainen ilmanvaihto voitaneen toteuttaa pyörivällä LTO:lla sen hyvän

vuosihyötysuhteen takia (kuva 19). Kerrostaloissa käytettäessä huuvan tehostusilmavirtaa pitää keittiön poistoilmavirta ohjata IV-koneen ohituskytkimellä, jotta johdetaan käryt LTO:n ohi katolle. [11/11]

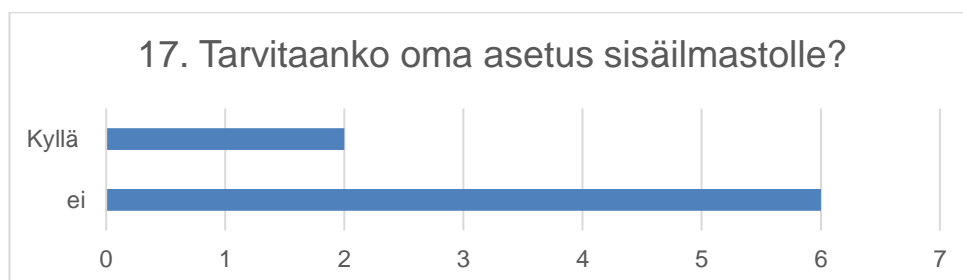
16. Tulisiko ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien käyttöönottotarkastus esittää asetuksessa sitovana määräyksenä / ohjeellisena?



Kuva 20. Käyttöönottotarkastus.

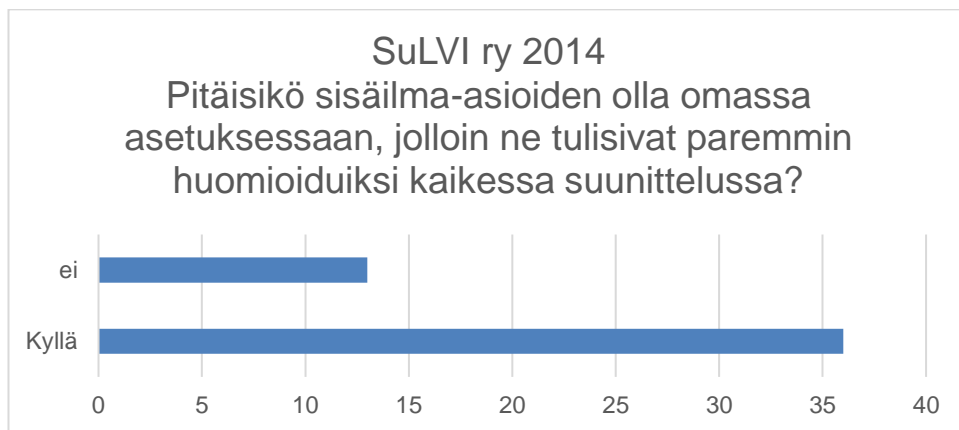
Haastatellut kertoivat, että suurissa kaupungeissa rakennusvalvonta vaatii käyttöönottotarkastusten teon ja sen raportin liittämistä rakennusasiakirjoihin, joten sen määrittäminen ohjeelliseksi helpottaa pienten kaupunkien rajallisilla resursseilla työskenteleviä rakennusvalvontahenkilöitä (kuva 20). Käyttöönottotarkastuksella pyritään takaamaan, että ilmanvaihtojärjestelmä on suunnitelmien mukainen, paloturvallinen ja kestäää suunnitellun käyttöikänsä. Tarkka E-luvun laskenta romuttuu, jos IV-laitteisto on säädetty väärin. Tämän vuoksi tilaajan tulee vaatia tarkastuksen tekemistä, vaikkei sitä asetusluonnoksessa määrätä. [11/11]

17. Tarvitaanko oma asetus sisäilmastolle?



Kuva 21. Sisäilmastoasetus tarve

Haastatellut kokivat määräysten yhdistämisen asetukseen sisäilman ja ilmanvaihdon osalta tarpeelliseksi, jotta vältetään eri asetusten välisiltä ristiriitailanteilta, esimerkiksi RakMK D2:n liitteet 1 ja 2 ovat ristiriidassa RakMK D3:n Rakennusten energiatehokkuus-taulukon 2 kanssa. Riittää, että ohjeeseen on keskitetysti koottu rakennusfysikaaliset raja-arvot, asumisterveysohjeen määrittelyt ja äänitasot. Ohjeessa tulee olla kerrottu raja-arvojen määräytymisperusteet. Tämä auttaisi välttämään riitailanteiden kärjisty-mistä oikeustoimiksi. Lisäksi tarvitaan määrittely, millainen on hyvä ja terveellinen ilman-vaihdon minimitaso. Kuvista 21 ja 22 nähdään, että mielipiteet ovat pysyneet saman-suuntaisina. [11/11]



Kuva 22. SuLVI ry:n asiantuntija kyselyn tulos sisäilma-asioiden huomioimisesta. (Seppänen ym. 2014.)

18. Tarvittaisiinko oma osio korjausrakentamisen suunnitteluun?

Tämä kysymys jakaa haastateltujen mielipiteitä.



Kuva 23. Korjausrakentamisen ohjaaminen

Ei tarvita, koska lähtökohtana on pyrkimys täyttää rakennuksen peruskorjauksessa paras mahdollinen ratkaisu. Kaikkiin rakennuksiin ei voi tehdä kaikkia parannuksia ainaakaan täysin täyttämään kaikkia vaatimuksia. Peruskorjausten hinta nousisi kohtuuttomasti, jos toteutettaisiin uusien asuinrakennusten vaatimustasoa. (Kuva 23). [5/11]

Korjausrakentamisen oman osion laadinnan kannattajat kaipaavat selkeämpiä ja kokonaisvaltaisempia määräyksiä ja mahdollisuutta toteuttaa edes osittaisia energiatehokkuuden parannuksia ilma kustannusten liiallista kohoamista (Kuva 23). [4/11]

19. Koetko tarpeenmukaisen ilmanvaihdon tärkeäksi?

Tarpeenmukainen ilmanvaihdon avulla saadaan suuria energiansäästöjä aikaiseksi, kunhan ilmanvaihtojärjestelmä on säädetty suunnitelmien mukaisiksi ja tarvittavat huoltotoimenpiteet suoritetaan ajallaan. Haastateltujen mielestä toimivin ratkaisu saavutetaan, kun käyttäjä voi itse säätää ilmanvaihdon tehostuksen päälle ja automaatio valvoo ilmanlaatua nostaten tai laskien anturien mittauksen mukaisesti ilmanvaihtomäärää. Automaatio-ohjaus on tarpeen, koska käyttäjän ymmärrys rakennustekniikasta ja sen tarpeellisuudesta on yleensä vaatimatonta. (Kuva 24.) [11/11]



Kuva 24. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon tärkeys.

4.2 Haastatteluissa esiin nousseet avoimet kysymykset

Seuraavat kysymykset on koottu asiantuntijoiden haastattelulausunnoista. Edessä oleva numero viittaa haastattelukysymykseen. Kysymykset kuvaavat sekä nykyisen lainsäädännön aikaisia ongelmia, että epäilyjä asetuksen voimaanastumisen jälkeisistä ongelmista. Eniten pohdintaa herätti se, millainen tulkintatapa asetuksesta vakiintuu.

Kysymys 4:

- Mikä on riittävä ilmanvaihto tai terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto?
- Voisiko jäteilman puhallussuunnalla lyhentää välimatkaa raitisilmanottoon?
- Miten rakennuksen monimutkainen geometria vaikuttaa ulkoilmalaitteiden sijoittamisetaisyysyksiin?

Kysymys 5:

- Kuinka hyvin ja missä laajuudessa Talotekniikkainfon opas otetaan käyttöön?
- Mistä suunnittelija saa tietoonsa tarvittavan ilmanvaihdon ilman taulukkoja tai matemaattista ratkaisutapaa tai kokemusta?
- Miten viranomainen tulee käyttämään uutta asetusta ja ohjetta?

Kysymys 6:

- Ongelmaksi muodostuu, kuka tekee ohjeen ja sen ylläpitämiseksi tarvittavan päivitystyön?
- Mikä toimii kannustimena sen teossa?
- Miten toimitaan raja- ja ongelmatapauksissa?
- Miten vakuutusyhtiöt tulevat suhtautumaan ongelmatilanteissa?

Kysymys 7:

- Kuinka paljon tilaaja painottaa suunnitteluohjeissa rakennuksen käyttökustannuksia?

Kysymys 11:

- Miten kahden IV-koneen järjestelmän energiankulutus lasketaan?
- Miten estetään käyttäjää sulkemasta IV-konetta?

Kysymys 12:

- Miten ulospuhallus toimii poikkeusolosuhteissa?

Kysymys 17:

- Millainen on hyvä ja terveellinen ilmanvaihdon minimitaso?

Kaikkiin kysymyksiin ei heti asetuksen voimaan tultua ole vastauksia, vaan niitä saadaan vasta ajan myötä. Tulossa olevien ympäristöministeriön ohjeista löytyy vastaus osaan yllä olevista kysymyksistä.

Kohtien 4 ja 12 (puhallussuunta ja geometria) kysymyksiin on Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy julkaissut vuonna 1994 tiedotteen tekemästään tutkimuksesta ”Jäteilman seinäpuhallus asuinkerrostaloissa”. Tutkimustulos on, että mikäli rakennus on selkeä muotoinen, poistoilman ulospuhallus on yli 30 l/s, ei seinäpuhalluksen käyttö aiheuttanut hajuhaittoja asuinkerrostalossa edes tuulisina päivinä. (Siitonen ym. 1994: 23–30.)

Isojen kaupunkien viranomaisilla on suuri rooli tulkintatavan muodostumisessa (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017). Viranomaisten tulkintatapa vaikuttanee suoraan viivaisesti vakuutusyhtiöiden suhtautumiseen (Seppänen ym. 2014).

Tilaaajilta edellytetään syvällisempää ammattitaitoa suunnittelutyön tilaamisessa, koska suunnitteluratkaisut perustuvat suuremmissa määrin annettaviin tietoihin. Tilaajan ja suunnittelijoiden yhteistyö tulee lisääntymään, koska projektin suunnitteluarvoja ei voi enää katsoa suoraan rakentamismääräyskokoelmasta (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017). Aiemmin jätettiin suunnittelematta osa-alueita, esimerkiksi äänen kulkeutuminen lämmitysvesiputkia pitkin, koska suunnitelmat täyttivät viranomaismääräykset. Nyt nämä osa-alueet tulee suunnitella, koska raja-arvoja ei enää ole. Suunnittelutyö tulee viemään enemmän aikaa, kun ratkaisuiden perustelut pitää kirjata talteen.

Grynderirakentaminen edellyttää pidemmälle vietyjä määrittelyjä siitä, millaisia taloja halutaan rakennuttaa. Mikä painotus annetaan paremmille materiaaleille ja laitteille, halutaanko arkkitehtonisilla ratkaisuilla erottua kilpailijoista vai pyritäänkö vain maksimoimaan voitto? Tilaajan tulee määrittellä pidemmälle talon haluttu taso ja käyttäjäkunta.

Käyttäjän toimintaan voitane vaikuttaa vain lisäämällä tiedotusta ilmanvaihdon tarpeellisuudesta ja oikeista tavoista säästää energiaa (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017).

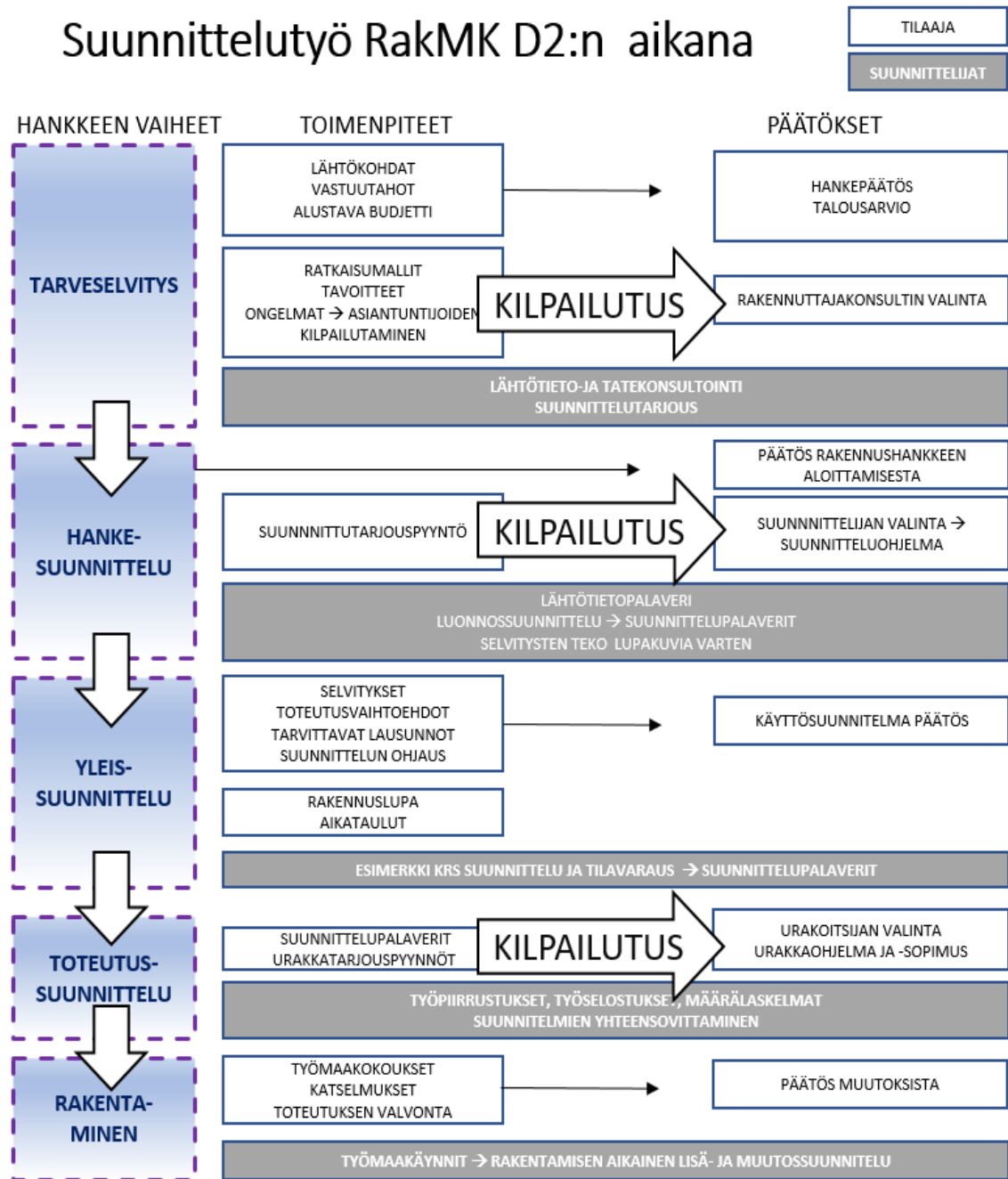
5 Ilmanvaihdon suunnitteluprosessin vertailu

Suunnittelutyön muuttumisen havainnollistamiseksi esitän kuvitteellisen suunnittelukohteen vertailevat suunnitteluprosessit. Ensimmäinen prosessi on muodostunut suunnittelusopimusten, YSE98:n, KSE13:n ja viranomais määräysten pohjalle (kuva 25). Vertailuprosessissa (kuva 26) on tämän insinööriyön tekemisen aikana tekijälle muodostunut käsitys siitä, miten uuden asetuksen ominaisuudet voisivat vaikuttaa prosessiin, ja miten muuttuneet vastuut voitaisiin huomioida. Tavoitteena molemmissa prosesseissa on terve, turvallinen ja käyttötarkoitustaan vastaava rakennus, joka kestää suunnitellun käyttöikänsä ja on riittävän muuntojoustava sille suunnitellun käyttöönsä.

5.1 RakMK D2/2012:n aikainen ilmanvaihdon suunnitteluprojekti

Kuvassa 25 on huomioitu vain suunnitteluun liittyvät vaiheet rakentamisessa. Valkoisella pohjalla ovat tilaajan päätösvallan alaiset toiminnot, ja harmaalla pohjalla on merkitty suunnittelutoimiston töitä. Suunnittelutyössä on arvioitu tilojen ilmanvaihtotarvetta käyttötarkoituksen, oletettavan henkilömäärän ja pinta-alojen pohjalta.

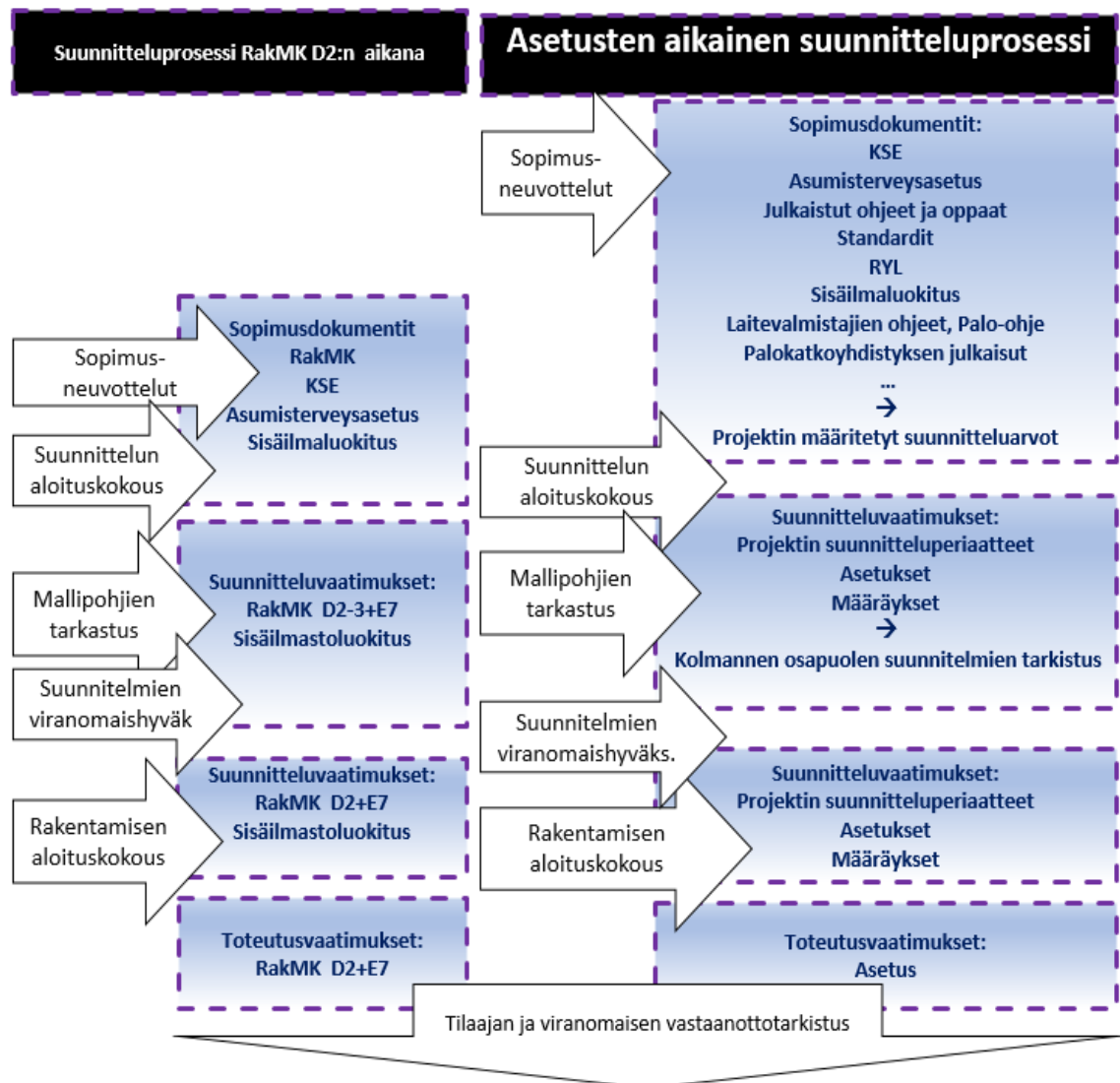
Suunnittelutyö RakMK D2:n aikana



Kuva 25. Ilmanvaihdon suunnitteluprosessin eteneminen RakMK D2:n aikana. (RT 10-11256.)

Esimerkkikiinteistön ilmamäärät on valittu D2:n liitteen 1 pohjalta. Tilaajan lähtötiedoissa ei yleensä anneta todellista ilmanvaihtotarvetta eri tiloille. Muuntojoustavuuteen varautumien tapahtuu ilmanvaihtokonetta valittaessa. Myös käyttöveden, viemärien ja lämmityksen suunnittelu on perustunut niistä määrääviin rakentamismääräyskokoelman osiin ja tilaajan antamiin rakentamishankkeen tietoihin.

5.2 Asetuksen aikainen suunnitteluprojekti



Kuva 26. Ilmanvaihdon suunnitteluprosessien aikataulueroavuudet.

Kuvassa 26 esitetään suunnitteluprosessin oletettua muutosta rakentamismääräyskoelmasta asetuksien voimaan tulon jälkeen. Ohjearvot ovat antaneet suunnittelulle selkeät tavoitearvot, jotka täyttävät rakentamisvalvontaviranomaisten vaatimustason. Koska asetuksessa ei ole annettu ilmamääräarvoja eri tilojen ilmanvaihdolle, tulee tilaaajan hyvin varhaisessa vaiheessa yhdessä asiantuntijan kanssa alkaa laatia listausta sovellettavista ohjeista ja oppaista sekä muista, ei velvoittavista dokumenteista. Tarkempi esimerkkiluettelo on esitelty jäljempänä luvussa 6.1 LVI-suunnittelijan tietolähteet.

Suunnittelutyön sopimusneuvotteluista tulee yksityiskohtaisempia, kun kaikista eri suunnittelutyön osa-alueista tulee sopia, mitä periaatteita noudatetaan. Suuret talonrakennuttajat tulevat laatimaan oman oppaan suunnitteluperusteille, mikä toimii suunnittelutyön tilaamisen pohjana. Tarveselvityksen ja hankesuunnittelun raja tulee hämärtymään, koska valmiita ratkaisuja ei ole asetuksissa.

5.3 Esimerkkikiinteistö

Kuvitteellisessa esimerkkikiinteistössä on ensimmäisessä kerroksessa autotalli (30 autopaikkaa) ja ravintola valmistuskeittiöineen. IV-konehuone on katolla. Kerrokset 2–5 ovat asuinkäytössä. Kerroksissa on kaksi viiden hengen asuntoa ja kolme kahden hengen asuntoa (taulukko 4). Kiinteistössä on asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet ja seinäpuhallus. Hissin, käytävien ja yhteisten tilojen IV-konehuone on katolla. Katolla on myös asukassauna ja sen IV-kone.

Taulukko 4. Esimerkkihuoneistojen pinta-alajakaumat

4H + K+WC+KH asunto		m²
ET		7
WC		2,5
KH		6
KEITTIÖ		16
OLOHUONE		23
MAKUuhuONE 1		9
MAKUuhuONE 2		9
MAKUuhuONE 3		18
		90,5

2H + K+WC/KH asunto		m²
ET		5
KH +WC		6
KEITTIÖ		7
OLOHUONE		18
MAKUuhuONE		18
		54

5.3.1 Asuinkerrostalon suunnittelu RakMK D2:n ilmamäärillä

Taulukossa 5 on esitetty RakMK D2:n ilmanvaihtoarvoilla asuinkerrostalon alustava ilmamäärälaskelma. Todellisessa kohteessa tarkistettaisiin lämpökuorman vaikutus ilmanvaihtotarpeeseen kriittisissä tiloissa.

Asunnoissa on käyttäjän ohjaama keittiön tehostus $-8 \text{ dm}^3/\text{s}^*$, jolloin kylpyhuoneen tehostuspoistoilman ($-8 \text{ dm}^3/\text{s}^*$) sulkupelti sulkeutuu. Kylpyhuoneesta ja keittiöstä on koko

ajan $-10 \text{ dm}^3/\text{s}$ ilmavirta. Isoimpaan makuuhuoneeseen tulee $+12 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja muihin (alle 11 m^2) huoneisiin $+6 \text{ dm}^3/\text{s}$. Nämä ilmamäärät riittävät poistamaan lepäävien aikuisen aiheuttaman hiilidioksidin tuoton asunnosta yön aikana. Asukasmäärä on isommassa asunnossa neljä ja pienemmässä kaksi asukasta.

Taulukko 5. Esimerkkikiinteistön ilmamäärälaskelma RakMK D2:n minimi-ilmanvaihdolla.

Ilmamäärälaskelma yhteisiin tiloihin ja liikehuoneistoon					
HUONE numero	SI-JAINTI	KÄYTTÖTARKOITUS	PINTA-ALA m^2	TULOILMAN VAIHTO dm^3/s	POISTOILMAN VAIHTO dm^3/s
1	0.KRS	Moottoriajoneuvosuoja, 1 ruutu / asunto, sijaitsee osittain pihan alla	400	342	360
2	0 - 6.KRS	hissi	á 9	105	105
3	0 - 6.KRS	PORRAS	á 20	190	190
5	1.KRS	TEKNISET TILAT	18	27	27
7	1.KRS	Taloyhtiön yleiset tilat, mm. TALOVARASTO+ UVV+ Pesula + Kivaushuone	288	147	147
14	6.KRS	IV-KONEHUONE, IV-koneet pa-loeristetty toisistaan	20	30	30
15	6.KRS	TALOYHTIÖ SAUNA +PH (2 suihkua) + WC ja 10m ² pukuhuone	30	65	65
8	1.KRS	PITSERIA, HENKILÖKUNTA WC + SIIVOUSKOMERO	2		20
9		PITSERIA, KEITTIÖ	15	225	225
10		PITSERIA, ASIAKASTILA	15	48	
11		PITSERIA, ASIAKAS WC, SIIVOUSKOMERO	5		30
Ilmamäärälaskelma asuntoihin 4H + K+WC+KH					
HUONE numero	SI-JAINTI	KÄYTTÖTARKOITUS	PINTA-ALA m^2	TULOILMAN VAIHTO dm^3/s	POISTOILMAN VAIHTO dm^3/s
A1 90,5m ² A5 90,5m ² A6 90,5m ² A10 90,5m ² A11 90,5m ² A15 90,5m ² 2 A16 90,5m ² A20 90,5m ²	2 - 5.KRS	ET	7		
	2 - 5.KRS	WC	3		10
	2 - 5.KRS	KH	6		10/18*
	2 - 5.KRS	KEITTIÖ	14		10/18*
	2 - 5.KRS	OLOHUONE	25	12	
	2 - 5.KRS	MAKUuhuONE 1	9	12	
	2 - 5.KRS	MAKUuhuONE 2	9	6	
	2 - 5.KRS	MAKUuhuONE 3	18	6	

Ilmamäärälaskelma asuntoihin 2H + K+WC/KH					
HUONE numero	SI-JAINTI	KÄYTTÖTARKOITUS	PINTA-ALA m ²	TULOILMAN VAIHTO dm ³ /s	POISTOILMAN VAIHTO dm ³ /s
A2, 55m ² A3, 55m ² A4, 55m ²	2 - 5.KRS	ET	5		
	2 - 5.KRS	KH +WC	6		10/18*
	2 - 5.KRS	KEITTIÖ	7		10/18*
	2 - 5.KRS	OLOHUONE	18	15	
	2 - 5.KRS	MAKUuhuONE	18	12	

Laskelman suurempia asuntoja on esimerkkiasuntalossa yhteensä 8 kpl. Pienempiä asuntoja on 12 kpl mukana laskelmissa. (Taulukko 5.)

Taulukko 6. IV-koneluettelo.

IV-KONELUETTELO						
Sijainti	kpl	Palvelualue	Pinta-ala	Tulo dm ³ /s	Poisto dm ³ /s	Kuvaus
6. krs	1	Porrashuone + hissi	200	360	370	IV-kone ylimmässä kerroksessa, paloeristetyssä tilassa, pyörivä LTO
6. krs	1	Moottoriajoneuvosuoja, 1 ruutu / asunto, sijaitsee osittain pihan alla	400	340	360	IV-kone ylimmässä kerroksessa, paloeristetyssä tilassa, pyörivä LTO
6. krs	1	Ravintola, 6 asiakaspaikkaa	37	270	280	IV-kone ylimmässä kerroksessa, paloeristetyssä tilassa, glykoli-LTO
1.KRS	1	Taloyhtiön yleiset tilat, mm. TALOVARASTO+ UVV	288	150	150	IV-kone teknisessä tilassa, paloeristetty, raitisilmanotto sisäpihan puolelta ulkoseinä, Likainen poisto katolle, pyörivä LTO
2 -5.KRS	20	Asuntojen ilmanvaihtokoneet 2H / 4H	58,5 / 90,5	27 / 36	28 / 38	IV-kone asunnon kylpyhuoneessa, vastavirta-LTO

Taulukossa 6 olevassa IV-koneluettelossa on kuvattu ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton yleisin tyyppi. Porrashuonetta ja moottoriajoneuvosuojaa palveleva IV-kone voi olla myös muun tyyppinen, kunhan SFP-luku on määräysten mukainen.

5.3.2 Asetuksen mukainen ilmanvaihdon suunnitteluprojekti uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta

Koska asetusluonnoksessa ei enää ole annettu ilmanvaihtomääriä eri tiloille, tulee tilaajan antaa aiempaa tarkempia tietoja rakentamishankkeesta, suunnitelluista tilojen loppukäyttäjryhmistä ja heidän erityistarpeistaan, jotta suunnittelija tunnistaa rakennuksen eri tilojen suunnittelutarpeen. On myös mahdollista, että palkataan suunnittelukonsultti tai kolmasosapuoli hankesuunnitteluvaiheen alussa mukaan laatimaan tai kommentoimaan hankesuunnitelmaa. Tämä eroaa luvun 5.1 kuvassa 25 esitetystä aikataulusta. Tarpeenmukainen ilmanvaihto ei aina ole kustannustehokkain ratkaisu. Ilmanvaihtolaitteiston korkeampi hankintahinta tulisi saada vähintäänkin katettua pienemmillä elinkaarikustannuksilla. Tarpeenmukaisten ilmamäärien määrittelyä varten voidaan rakennus mallintaa. Vähintäänkin rakennuksen etelään suuntautuneiden tilojen lämpökuormat tulee laskea, jotta selviää, riittääkö pelkkä ilmanvaihto estämään kesäaikaisen ylikuumenemisen. Lämpökuormaa voidaan vähentää passiivisilla keinoilla tai lisäämällä ilmanvaihtoa (huomioitava veto) tai suunnittelemalla jäähdytyslaitteisto ylikuumeneviin tiloihin.

5.3.3 Asetuksen mukaisessa suunnittelutyössä huomioitavaa

Ilmanvaihtoa suunnitellessa tulee huomioida asetuksessa 10§:ssä määritelty ilmavirtojen ohjaustapa +30 % ilmanvaihdon tehostus ja poissaoloasetus 60 % käyttöajan ilmanvaihdosta. Eniten tämä vaikuttaa IV-koneen valintaan, sillä siinä pitää olla laaja käyttöalue ja siitä on löydyttävä sopiva yhteys taloautomaatiikkajärjestelmään.

Ympäristöministeriö käynnisti opastyöryhmän kesällä 2017. FINVAC (The Finnish Association of HVAC Societies) johti oppaan tekoa. 21.8.2017 pidettiin Asunnon ulkoilman mitoitusperusteet ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” -asetuksen asiantuntijakuuleminen. Olli Seppäsen esityksen mukaan ilmanvaihtotarpeet ovat

1. Vähimmäisulkoilmavirta koko asuinpinta-alaa kohden laskettuna on $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$, m^2 , mikä 2,5 m huonekorkeudella vastaa ilmanvaihtokerrointa $n > 0,5 \text{ 1/h}$.
2. Koko asunnon vähimmäisulkoilmavirta on $18 \text{ dm}^3/\text{s}$.
3. Ulkoilmavirta jokaiseen asuinhuoneeseen on vähintään $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja ainoaan tai yli 11 m^2 :n makuuhuoneeseen $12 \text{ dm}^3/\text{s}$.
4. Asunnossa oleva sauna lisää kokonaisulkoilmavirtaa $6 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Taulukko 7. Asunnon vähimmäisulkoilmavirta normaalikäytön aikana. (Opas asuntoilmanvaihdon mitoitukseen 2017; Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 37.)

Pinta-ala m ²	Ulkoilmavirta dm ³ /s					
	1 ah	2 ah	3 ah	4 ah	5 ah	6 ah
20	18					
30	18					
40	18	20				
50	18	20				
60		21	28			
70		25	28			
80		28	28	36		
100			35	36	44	
120			42	42	44	52
150				53	53	53

Asuinhuoneita ovat olohuone ja makuuhuoneet ja muut vastaavat tilat.

Mahdollisen saunan ulkoilmavirta on lisättävä taulukon 3* kokonaisilmavirtoihin.

Muiden pinta-ala-/huonemääräyhdistelmien osalta noudatetaan vaatimuksia 1-5.

Asunnon ensimmäisen (tai ainoan) asuinhuoneen ulkoilmavirta on 12 dm³/s ja seuraavien huoneiden 8 dm³/s. Ulkoilmavirtaa tulee suurentaa, jos asunnossa on useampi kuin yksi yli 11 m² suuruinen makuuhuone. (Opas asuntoilmanvaihdon mitoitukseen 2017; Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 37.)

Taulukossa 7 on pinta-aloittaiset asunnon vähimmäisulkoilmavirrat normaalikäytön aikana. Taulukkoa voi käyttää esimerkiksi hankesuunnitteluvaiheessa periaatteelliseen ilmanvaihtotarpeiden arviointiin. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 37)

Taulukko 8 on suora lainaus Olli Seppäsen pitämästä esityksestä FINVAC:n järjestämässä D2-hanketyöpajassa 21.8 2017. Sitä on täydennetty FINVAC:n loppuraportilla.

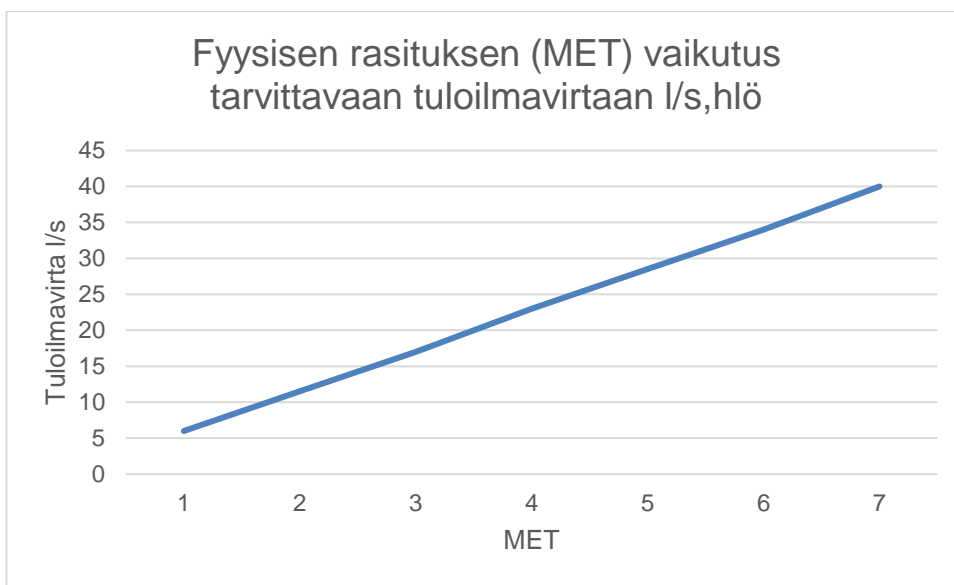
Asuntojen ilmanvaihdon normaalin käyttötilanteen ilmavirtojen vähimmäisarvot, joita on tarvittaessa suurennettava, jotta ilmanvaihdon vaatimukset 18 dm³/s per asunto ja ilmanvaihtuvuus 0,5 1/h asunnossa ja ilmavirta 0,35 dm³/s m² asuinhuoneissa toteutuvat. (Seppänen 2017.)

Taulukko 8. Asuntojen ilmanvaihdon normaalin käyttötilanteen ilmavirtojen vähimmäisarvo. (Seppänen 2017; Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 38–39.)

Huonetila	Tuloilmavirta ulkoilmaa	Poistoilmavirta	Tehostettu poistoilmavirta
Suurempi tai ainoa makuuhuone, yleensä yli 12 m ²	12 dm ³ /s		
Muut makuuhuoneet	6 dm ³ /s		
Muut asuinhuoneet kuten olohuone alle 17 m ² , ei kuitenkaan keittiö	6 dm ³ /s		
Muut asuinhuoneet kuten olohuone yli 17 m ² , ei kuitenkaan keittiö	0,35 dm ³ s per m ²		
Keittiötila, keittiö, keittokomero, saarekkekeittiö (KT)		8 (25) dm ³ /s	Liesikupu + minimi 25 dm ³ /s 1)
Kylpyhuone WC:llä tai ilman (KH)		10 dm ³ /s	
Erillinen WC		7 dm ³ /s	
Vaatehuone/varasto, suuri sisään käveltävä (VH)		6 dm ³ /s	
Huoneistosauna (S)	6 dm ³ /s	6 dm ³ /s	
Kylpyhuoneesta erillään oleva kodinhoitohuone (KHH)		8 dm ³ /s	
Tekninen tila		Vähintään 3 dm ³ /s	Mitoitus lämpökuorman mukaan
Porrashuone	0,51/h dm ³ /s,m ²	0,5 1/h dm ³ /s,m ²	
Varastot, aulat ja käytävät	0,35 dm ³ /s,m ²	0,35 dm ³ /s,m ²	
Kerhotila ja muut yhteiset oleskelutilat	1 dm ³ /s,m ²	1 dm ³ /s,m ²	Vähintään 12 dm ³ /s,m ²
Talopesula	1 dm ³ /s,m ²	1 dm ³ /s,m ²	Tai mitoitus lämpökuorman mukaan
Kuivaushuone	2 dm ³ /s,m ²	2 dm ³ /s,m ²	Ilmankuivainta käytettäessä pienempi ilmavirta
1) Kierrätyksen ja suodatuksen vaikutus ratkaistava erikseen			

Ihmisten oleskelutilojen ilmanvaihtomitoituksessa tulee huomioida lepoaineenvaihdunta (metabolinen ekvivalentti, lyhenne MET). Yksi MET vastaa keskimääräistä levossa istuvan aikuisen hapenkulutusta (3,5 mL/kg/min). Rasituksen vaikutusta tarvittavaan tuloilmavirtaan on laskettavissa alla olevan luotelman ja kuvan 27 avulla. Ilmanvaihto 6 dm³/s, hlö riittää kattamaan rauhassa istuvan aikuisen ihmisen ilmanvaihtotarpeen. Mutta kotitöiden teko vaatii ilmanvaihdon kasvattavista, joten 8 dm³/s, hlö on perusteltu valinta asuinnoissa. (Kutinlahti 2015.)

Toiminto	MET
• nukkuminen	0,9
• istuminen	1
• seisominen	1,2
• kevyet arkiaskareet	2
• kävely	4 - 5
• liikunta	1 – 20.



Kuva 27. Aikuisen ihmisen hiilidioksidin tuoton poistoon tarvittava tuloilmavirta (Kutinlahti 2015; Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017:68).

Ihmisen hengittämisen seurauksena syntyy hiilidioksidia (q_{CO_2}), ja tämän tuoton seurauksena ilman CO_2 -pitoisuus nousee (ΔCO_2), jolloin ilmanvaihtomäärää (q_{iv}) tulee lisätä. Tätä suhdetta kuvaa kaava 1. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 19.)

$$\Delta CO_2 = q_{CO_2} / q_{iv} \quad (1)$$

q_{iv}	ilmanvaihdon määrä
ΔCO_2	CO_2 -pitoisuuden nousu
q_{CO_2}	CO_2 -tuotto

CO_2 -tuoton perusarvona voi laskelmissa käyttää arvoa $17,3 \text{ dm}^3/\text{s}$, hlö. Tällöin ilmavirralla $6 \text{ dm}^3/\text{s}$, hlö hiilidioksidipitoisuus nousee enintään 800 ppm yli ulkoilman tason. Fyysisen aktiviteetin lisääntyessä lisääntyy myös hiilidioksidin tuotto, jonka vaikutus näkyy

MET-arvon nousuna (kuva 27). Standardissa EN 15251:2007 on useita kaavoja ilmapäämien laskennan pohjaksi, ja sillä on ohjattu ohjeistusta. Ilmanvaihtoon liittyvien standardien prEN 16798-1 ja EN 16798-2 TR uudistustyö on vielä kesken. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 20.)

Teknisten tilojen ilmanvaihto tulisi mitoittaa laitteiden lämpökuorman mukaan, vähintään $3 \text{ dm}^3/\text{s}$. Koska en ole selvittänyt IV-koneiden, sähkökeskuksen, taloautomaation tai muiden taloteknisten laitteiden todellisia lämpökuormia, päädyin käyttämään laskelmissani karkeaa arviota ilmanvaihtotarpeesta.

Ilmavirtojen mitoituksessa tulee huolehtia, ettei paine-ero vaipan yli ole yli 5 Pa tavallisissa sääolosuhteissa. Ulko- (entinen tulo-) ja ulospuhallusilmavirta (entinen jäteilmavirta) mitoitetaan yhtä suuriksi. Matalaenergiarakentamisen energiatehokkuus perustuu osaltaan vaipan tiiveyteen, joten vuotoilmasta ei saada lisäystä ulkoilmavirtoihin. Rakennus ei saa olla ylipaineinen miltään osin, koska sisäilman kosteuden ja epäpuhtauksien siirtyminen rakenteisiin aiheuttaa ajan kuluessa sisäilmaongelmia. (Vinha 2009.)

Oviraon kautta voi siirtyä ilmaa enintään $18 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ilmavirran nopeus oleskeluvyöhykkeellä ei saa nousta yli $0,2 \text{ m/s}$ muuten kuin tehostuksen aikana. Liesikuvun ja -tuulettimen sieppausasteen tulee olla vähintään 50% kun ilmavirta on $25 \text{ dm}^3/\text{s}$. Suuriksi huoneiksi lasketaan yli 17 m^2 :n tilat, ja niiden ilmanvaihto tulee tarkistaa, jotta vähimmäisulkoilmavirta $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ toteutuu. Mikäli tilan ilmanvaihtotarve ylittää $8 \text{ dm}^3/\text{s}$, lisätään ylimenevä ilmamäärä asunnon kokonaisilmavirtaan.

Ilmavirtalaskelmat 54 m^2 :n asuntoihin:

- Asunnon vähimmäisulkoilmavirta on $0,35 \times 54 \text{ m}^2 = 18,9 \text{ l dm}^3/\text{s}$
- Asuinhuoneiden lukumäärän mukaan laskettuna ilmavirta on $12 \text{ dm}^3/\text{s} + 8 \text{ dm}^3/\text{s} = 20 \text{ dm}^3/\text{s}$, mikä on enemmän kuin asuntojen vähimmäisulkoilmavirta $18 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- Asunnon ulko- ja ulospuhallusilmavirraksi tulee $20 \text{ dm}^3/\text{s}$
- Ilmanvaihdon tehostustilanteessa keittiön poisto on $25 \text{ dm}^3/\text{s}$, mikä kasvattaa ulkoilmavirtaa vastaavasti, kuten taulukosta 9 voi lukea.
- Ulospuhallusilmavirta on oltava käyttötilanteessa riittävän suuri ($>30 \text{ l/s}$), jotta saavutetaan VTT:n tutkimuksen minimi ulospuhallusvirtaama (Siitonen ym. 1994).

Taulukko 9. Asetuksen ilmamäärälaskelma asuntoon 2H + K+WC/KH

Asunto 54 m ²	OH dm ³ /s	MH 1 dm ³ /s	Ulkoilmavirta yhteensä dm ³ /s	Keittiö dm ³ /s	Kylpy- huone / WC dm ³ /s	Poistot yhteensä dm ³ /s
Ohjeelliset ilmavirrat	8	12	20	-8	-10	-18
Suunnitteluilmavirrat käyttötilanteessa	8	12	20	-10	-10	-20
Suunnitteluilmavirrat tehostustilanteessa	14	21	35	-25	-10	-35

ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h	m ³ /h	dm ³ /s
huonekorkeus 2,6 m	140	20
minimi tuloilma m ² * 0,35 dm ³ /s	19	

Taulukosta 9 huomataan, ettei ohjeellista ilmamäärä laskentaa voida käyttää, koska asunto on ylipaineinen. Suunnitteluilmavirralla voidaan taulukon 9 ilmamäärälaskelmat hyväksyä, koska ne ylittävät minimituloilmavirran.

Ilmavirtalaskelmat 90,5 m² asuntoihin:

- Pinta-alan mukaan laskettuna 90,5 m²:n asunnon vähimmäisulkoilmavirta on $0,35 \times 90,5 \text{ m}^2 = 31,7 \text{ dm}^3/\text{s}$
- Asuinhuoneiden lukumäärän mukaan laskettuna ilmavirta on $12 \text{ dm}^3/\text{s} + 8 \text{ dm}^3/\text{s} + 8 \text{ dm}^3/\text{s} + 8 \text{ dm}^3/\text{s} = 36 \text{ dm}^3/\text{s}$, mikä on enemmän kuin asuntojen vähimmäisulkoilmavirta $18 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- Asunnon ulko- ja ulospuhallusilmavirraksi tulee $36 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- Ilmanvaihdon tehostustilanteessa keittiön poistoilmavirta on $25 \text{ dm}^3/\text{s}$, joka kasvattaa ulkoilmavirtaa vastaavasti, kuten taulukosta 10 voi lukea.

Taulukosta 10 huomionarvoista on, että ohjeellisilla ilmamäärillä asunnon ilmanvaihto ei ole tasapainossa. Käytettäessä suunnitteluilmavirtoja täytetään asetuksen asuntojen ilmanvaihdon tasapainovaatimus.

Taulukko 10. Asetuksen ilmamäärälaskelma asuntoon 4H + K+WC+KH

Asunto 90,5 m ²	OH	MH 1	MH 2	MH 3	Tulot yhteensä	Keittiö	Kylpyhuone	WC	Poisto yhteensä
	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s
Ohjeelliset ilmavirrat	8	12	8	8	36	-8	-10	-7	-25
Suunnitteluilmavirrat käyttötilanteessa	8	12	8	8	36	-11	-15	-10	-36
Suunnitteluilmavirrat tehostustilanteessa	10	16	10	10	46	-15	-22	-9	-46
Suunnitteluilmavirrat ruoanvalmistustilanteessa	12	18	12	12	54	-25	-22	-7	-54

Ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h	m ³ /h	dm ³ /s
huonekorkeus 2,6m	235	33
minimi tuloilma m ² * 0,35 dm ³ /s	32	

Ilmavirtalaskelmat ravintolaan:

Ravintolan käyttötapa voi muuttua, joten sen ilmanvaihtokanavat tulee mitoittaa vähintään 6 dm³/s, m² ilmanvaihdolle. Tämän esimerkin ravintolassa on niin pieni asiakastila (alle 30 asiakaspaikkaa), että ilmanvaihdon ei tarvitse olla säädettävissä asiakasmäärän mukaan. LVI-kortissa "LVI 06-10304 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu" ja "EN 16282-1:2016 CEN/TC 156 Equipment for commercial kitchens" –CEN-standardissa opastetaan ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnitteluun.

Taulukko 11. Asetuksen ilmamäärälaskelma ravintolaan, jossa on 6 asiakaspaikkaa, asiakas-WC sekä henkilökunta-WC.

Ravintola	PITSE-RIA, keittiö	PITSE-RIA, asiakastila	Tulot yhteensä	Keittiö	Asiakas, SK + WC	Henkilökunta, SK + WC	Poisto yhteensä
37 m ³	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s
	15	15	30	15	5	2	22
Ohjeelliset ilmavirrat	90	30	120	-90	-20	-10	-120
Suunnitteluilmavirrat käyttötilanteessa	165	90	255	-225	-20	-10	-255

Tilojen käyttötarkoituksen mukainen minimi ulospuhallusilmavirta on seuraava:

1. Käyttöaikana ilmavirta on $(15 \text{ m}^2 \cdot -15 \text{ dm}^3/\text{s}) + -20 \text{ dm}^3/\text{s} + -10 \text{ dm}^3/\text{s} = -255 \text{ dm}^3/\text{s}$
2. Pinta-alan mukaan laskettuna ravintolan asiakastilan ulkoilmavirta on $6 \text{ dm}^3/\text{s} \times 15 \text{ m}^2 = 90 \text{ dm}^3/\text{s}$
3. Tämä ulkoilmavirta ei riitä kattamaan ulospuhallusilmavirtaa, joten keittiöön lisätään vielä $15 \text{ m}^2 \cdot 11 \text{ dm}^3/\text{s} = 165 \text{ dm}^3/\text{s}$ ulkoilmavirta.
4. Laskelma on esitelty taulukossa 9. Ohjeellista ilmavirtaa voidaan käyttää, kun ravintola on kiinni. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 57-58).

Taulukosta 11 huomataan, että ohjeellista ilmavirta- ja suunniteltua ilmanvirtalaskelmia voidaan molempia käyttää, koska ilmanvaihto on molemmissa tasapainossa.

Asetuksen mukainen moottoriajoneuvosuoja

Periaatteena moottoriajoneuvosuojan mitoituksessa käytetään neliöpohjaisia vähimmäisarvoja. Suojan poistoilmavirta voidaan mitoittaa myös epäpuhtauskuormituksen perusteella. Tällöin laskelma voidaan tehdä ympäristöministeriön ohjeen pohjalta. Valitettavasti ympäristöministeriön ”Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitusopas” ei ole julkaistu tätä insinööriötä kirjoittaessa. Oppaassa on esitelty moottoriajoneuvosuojien poistoilmavirtalaskenta epäpuhtauskuormituksen perusteella. Tuolloin voidaan huomioida sähköautojen päästöttömyys ajoneuvosuojassa ajettaessa. Seuraava laskelma on tehty Talotekniikkainfon verkkosivuilla (2017) julkaistun opastavan tekstin pohjalta (taulukko 12). Moottoriajoneuvosuojan poistoilmavirtamitoitus tehdään pääasiassa neliöpohjaisilla vähimmäisarvoilla (kuva 28) ja koneellisella ilmanvaihdolla.

Ajojen lukumäärä*	Ilmamäärä	Esimerkkikohde
1	0,9 (dm ³ /s)/m ²	asuintalojen paikoitustilat
2 - 4	2,7 (dm ³ /s)/m ²	toimisto- ja virastotilojen henkilökunnan paikoitustilat
n ≥ 4	n x 0,9 (dm ³ /s)/m ²	varsinaiset paikoitustalot sekä toimisto-, virasto- ja liikerakennusten asiakaspaikoitustilat

Kuva 28. Moottoriajoneuvosuojan poistoilmavirtamitoitus lattiapinta-alan mukaan (Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017).

Kuva 28 on lainaus Talotekniikkainfon ”Sisäilmasto ja ilmanvaihto” opasluonnoksen ” 11 Moottoriajoneuvosuojaan ilmajirrat (luonnos 9/2017)” -kohdasta. Ajojen lukumäärä tarkoittaa vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana tapahtuvien ajojen määrää autopaikkaa kohden.

Taulukko 12. Moottoriajoneuvosuojaan poistoilmavirtalaskelma.

Ajojen lukumäärä	Ilmamäärä (dm ³ /s) /m ²	Moottoriajoneuvosuoja m ²	Poistoilma dm ³ /s
40	0,9	400	360

Neliömääräpohjaisen moottoriajoneuvosuojaan ilmanvaihtovirtaan ei ole tullut muutosta RakMK D2:n liitteeseen verrattuna. Moottoriajoneuvosuojaan epäpuhtauskuormitusmitoituksella voidaan saada pienempi ilmajirtatarve, kun esimerkiksi osa autopaikoista on varattu vain sähköajoneuvojen käyttöön. Viranomaisille tulee esittää perusteltu selvitys ilmamäärälaskelmista, jos halutaan käyttää epäpuhtauskuormitusmitoitusta.

5.4 Ilmanvaihdon suunnitteluprosessien yhteenveto

Asetuksen mukainen ilmanvaihto on laskennallisesti tasapainoinen, toisin kuin laskettaessa D2:n mukaisesti. Rakennusfysikaalisten periaatteiden mukaan tästä voi tulla käyttöaikana ongelmia, kun kosteutta saattaa alkaa kulkeutua rakenteiden sisään. Vaikka teoreettisesti kosteussulun tulee pysäyttää sisätiloista tulevan kosteuden diffuusio seinärakenteisiin, käytännössä kosteussulku ei ole 100-prosenttisesti varma. (Vinha 2009: 3.2). Lisäksi poistoilmakanavisto ja sen laitteet likaantuvat sisäilman epäpuhtauksien takia nopeammin kuin tuloilmakanavisto, koska tuloilma tulee suodattimen kautta. Nämä tosiasiat johtanevat siihen, että edelleen tullaan suunnittelemaan ulospuhallusilmavirta hieman suuremmaksi kuin ulkoilmavirta. Tämä voidaan toteuttaa mm. säätämällä ulospuhalluspuhallin hieman suuremmille kierroksille kuin ulkoilmapuhallin.

Suunnittelu ilmajirrat käyttötilanteessa on lueteltu alla olevassa koosteessa:

Asunto m ³	D2 dm ³ /s	Asetus dm ³ /s
• 4H + K+WC+KH asunto 90,5 m ²	36	36
• 2H + K+WC/KH asunto 54 m ²	27	20
• Ravintola 37 m ²	273	255
• Moottoriajoneuvosuoja 400 m ²	360	360

Asuntojen poistoilmamäärät ovat muuttuneet. Suuremman asunnon ilmavirtaa on lisätty ja pienemmän vähennetty. Pitserian ilmavirta on pienempi, mutta mikäli lasketaan vain lattiapinta-alan (37 m²) mukaan ilmamäärä on 370 dm³/s. Moottoriajoneuvosuojaan laskentaa ei ole tullut muutosta, koska laskelmissa ei huomioitu mahdollisia sähköauto-pysäköintipaikkoja. Ilmamäärien laskentatapa on erilainen.

Keskitetyn IV-koneen sijasta asuntojen ilmanvaihdon voi suunnitella myös asuntokohtaisilla IV-koneilla. Kun ilmanotto ja ulospuhallus tapahtuvat seinäpuhalluksena, säästyy asuinneliöitä IV-kanavistolta. Arkkitehdin tulee huomioida suunnittelussaan tämän teknisen ratkaisun erityispiirteet. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on tehnyt seinäpuhalluksesta tutkimuksen vuonna 1994, jossa ei havaittu hajujen kulkeutumista sisätiloihin, kun ulospuhallus oli 30 dm³/s, mikä riitti lennättämään ulospuhallusilman kauas lähtöpisteestään. Tuulen vaikutuksesta ulospuhallusilmavirtaus hajosi moneen eri suuntaan laimeten samalla voimakkaasti. Asuinkerrostalon seinägeometria oli sileä. (Siitonen 1994: 32) Tällä perusteella suunnittelija voi ehdottaa seinäpuhalluksen käyttöä pelkistetyn arkkitehtuurin rakennuksissa, kun ulospuhallusnopeus on vähintään 30 dm³/s.

Asuntokohtaisella IV-koneella voidaan ulko- ja ulospuhallusilmavirrat ohjata seinäpuhallus- ja ilmanottolaitteella. Laitteen sijoitusta suunnitellessa tulee huomioida hajujen kulkeutumisriski ikkunan ollessa auki takaisin asuintiloihin. Ulospuhallusnopeuden tulee olla vähintään 30 dm³/s, jotta hajut eivät kulkeudu asuntoihin. (Siitonen ym. 1994.)

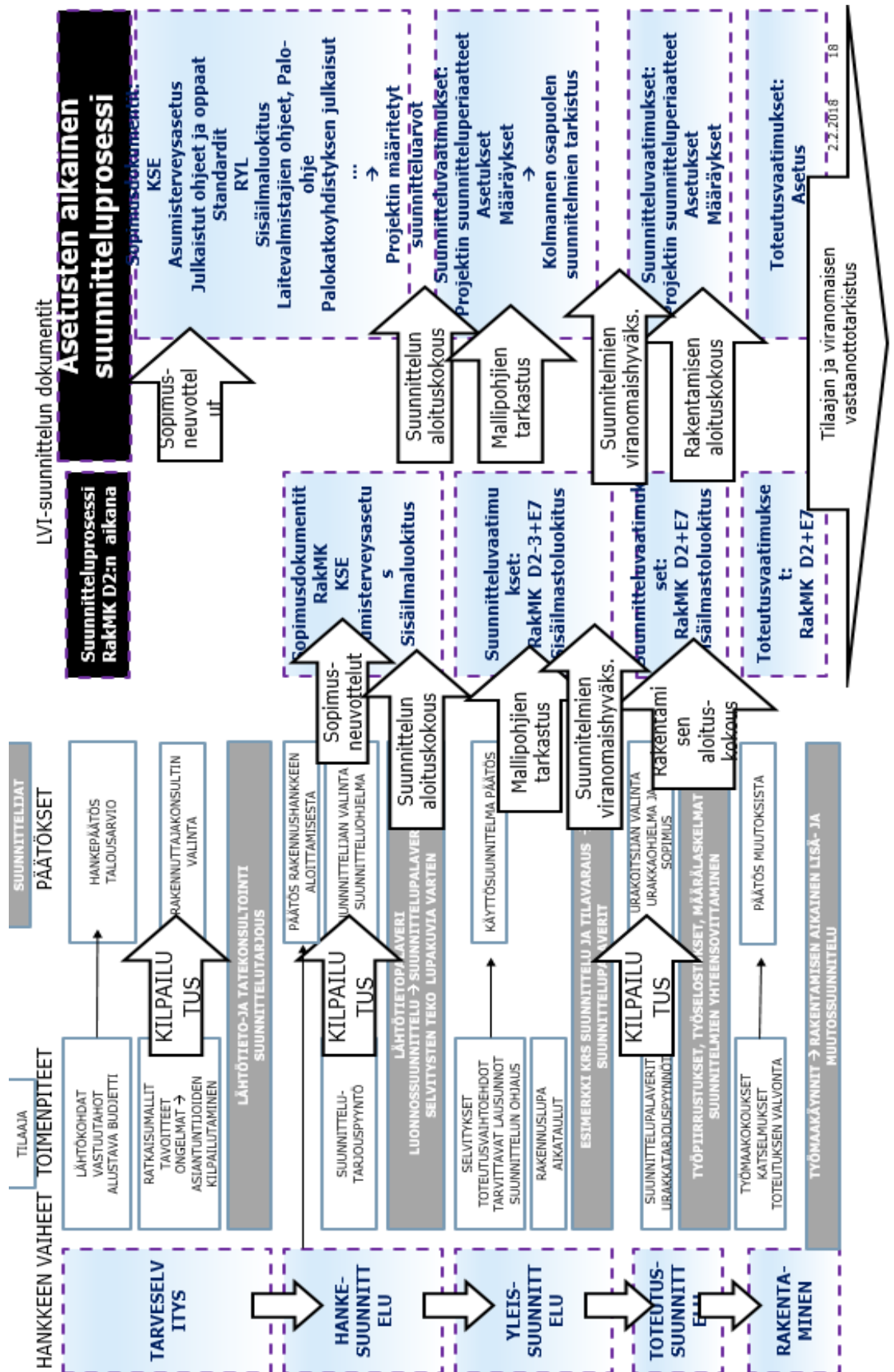
Taulukko 13. Suurimmat sallitut ilmavirtanopeudet. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017: 25)

Vetoluokitus	DR (Draught Rate) ¹	CEN 16798-1 mukainen max ilmavirta		Sisäilmasto-luokitus	STM 2015	D2/2012	DIN 1946
		talvi 20°C	kesä 23 °C	talvi (21 °C) /kesä (25°C)	21/25 °C	talvi ja kesä +käyrät 1-5 ja lämpötilariippuvuus	21/25 °C
	%	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
I	10	0,10	0,12	0,14/0,20	0,225/0,35	0,2	0,13/0,175
II	20	0,16	0,19	0,17/0,25	0,225/0,35	0,2	0,13/0,175
III	30	0,21	0,24	0,2/0,3	0,225/0,35	0,2	0,13/0,175

¹ Taulukon 13 kohta DR kuvaa sitä osuutta ihmisjoukosta, jolle kyseinen ilmannoisuus aiheuttaa vedontunnetta.

Tuloilmapäätelaitteiden sijoituksessa ja määrässä tulee huomioida vectoriski. Ilman liikenoisuusrajoja oleskeluvyöhykkeellä eri lähteistä on koottu taulukkoon 13. Käyttäjän oma säätömahdollisuus, vaatetus ja aktiviteettitaso sekä ilman lämpötila vaikuttavat ilmavirran aiheuttaman vedontunneteen kokemiseen. (Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet 2017:24)

Muutosvertailutaulukossa (kuva 29) on esitetty tätä insinööriyötä tehdessä syntynyt käsitys suunnittelutyön rakentamismääräyskokoelman aikana ja oletus mahdollisesta muutoksesta asetusten astuttua voimaan etenemisestä. Muutos suunnittelutyöhön ei ole välitön vuoden vaihtuessa, koska asetukset vaikuttavat niihin hankkeisiin, joiden rakennusluvan vireille tulo on vuoden 2018 puolella. Noudattamalla D2:n ilmamäärätaulukkoita saadaan suunniteltua toimiva talo, mutta ilmamäärälaskentaan täytyy lisätä perustelut ilmanvaihdon riittämisestä tilan ilmanvaihtomäärien tarpeeseen. MET-laskenta perustuu ihmisen todelliseen ilmanvaihtotarpeeseen, joten sen laskemisen lisääminen suunnittelutyöhön voi olla tarpeen erikoiskäyttötiloissa.



Kuva 29. Suunnittelijan työn keskeisimmät erot RakMK D2/2014:n ja asetuksen välillä.

6 LVI-suunnittelijan työssä huomioitavaa

6.1 LVI-suunnittelijan tietolähteet

LVI-suunnittelijan tulee suunnittelutyössään noudattaa lainsäädännön ja ympäristö-, sosiaali- ja terveysministeriön määräyksiä. Näiden lisäksi voidaan huomioida ja sitoa lähtötietoja seuraaviin julkaisuihin ja oppaisiin:

- Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus
- Talotekniikkateollisuus ry:n julkaisemat oppaat
- Sisäilmayhdistyksen julkaisema Sisäilmastoluokitus
- Euroopan unionin komission julkaisemat asetukset ja direktiivit
- standardit
- Rakennustietosäätiön ja LVI-keskusliiton julkaisemat LVI-ohjekortit
- RYL- rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- SuLVI:n ohjeet
- laitevalmistajien ohjeet, kuten FläktWoodsin julkaisema Palotekniikkakäsikirja
- Palokatko yhdistyksen julkaisut
- tekeillä olevat ohjeet.

Yllä olevaa luetteloa ei ole laadittu tärkeysjärjestyksessä.

Euroopan komission 28. heinäkuuta 2017 julkaisema energiamerkintäasetus edellyttää julkisen tietokannan perustamista rakentamistuotteista. Tietokantaan merkitään tuotteen energialuokka, A tehokkain ja G tehottomin, sekä tuotetiedot, jotta kuluttajan on mahdollista vertailla eri valmistajien tuotteita keskenään. Valmistajan tulee syöttää perustettuun rekisteriin tiedot tuotteista, jotka on tuotu markkinoille 1.8.2017 jälkeen. (Energiatehokkuus 2017; Kaupan esteiden tutkinta 2017.)

6.2 Korjausrakentaminen

Uudessa asetusluonnoksessa Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta ei mainita korjausrakentamista. Korjausrakentamista käsitteleviä LVI-kortteja on useita. Kortit eivät ole määräyksiä, vaan kertovat totutuista ja hyväksi havaituista rakennusta-

voista. Koska Suomessa 40 prosenttia energian kokonaiskulutuksesta tapahtuu rakennuksissa, tulee olemassa olevien rakentamisten energiatehokkuutta parantaa korjaamalla, uusimalla ja muuttamalla rakentamisosia ja talotekniikkaa. Korjausrakentaminen on vapaaehtoista. Taloudellisinta rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen on korjaus- ja muuntorakentamisen yhteydessä. Euroopan unioni ohjasi jäsenmaitaan parantamaan rakentamisten energiataloutta säätämällä energiatekniikan EU-direktiivin vuonna 2010. (Järvinen 2014.)

Korjausrakentamista säädellään energiatehokkuuslaissa vuodelta 2014. Siinä määrätään, että kun rakennuksen korjaushanke on niin laaja, että se on luvanvarainen, tulee korjaussuunnitelman teossa huomioida energiatehokkuuden parantamisen vähimmäisvaatimukset. Energiatehokkuutta voidaan parantaa kolmella eri tavalla. Ensimmäinen on rakentamisosakohtainen, kuten ulkoseinien, ikkunoiden, alapohjan ja ovien remontointi nykyvaatimusten mukaisiksi. Toinen tapa on rakennusten standardikäytön energiankulutuksen vähentäminen. Tarkastelun kohteena on vuosittainen normaalikäytön energiankulutus suhteessa rakennuksen pinta-alaan. Kolmas tapa on verrata rakennuksen laskettua E-lukua ja rakentamistyyppille määriteltyä E-luvun vertailuarvoa toisiinsa. Ero vertailuarvoon on energian käytön vähentämisen tavoite. Tällöin tulee laatia erillinen suunnitelma siitä, millaisilla korjaustoimilla tavoite saavutetaan. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014 2014.)

Kaikkia suunniteltuja toimenpiteitä ei tarvitse toteuttaa samaan aikaan. Tärkeintä on varmistaa, että talotekninen järjestelmä toimii tehtyjen muutosten kanssa. Lämmityksen ja ilmanvaihdon toimivuuden todennus esitetään rakentamisvalvontaviranomaisille loppukatselmuksen yhteydessä. Energiatehokkuustoimenpiteet eivät saa vaikeuttaa rakennuksen käyttöä ja niiden on oltava toiminnallisesti, teknisesti ja taloudellisesti mahdollisia. Ohjeita ilmanvaihdon parantamiseksi on julkaistu Talotekniikkateollisuus ry:n ylläpitämällä verkkosivustolla www.Talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas. (Järvinen 2014; Energiatehokkuuslaki 1429/2014 2014; Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos 2017.)

7 Yhteenveto ja päätelmät

7.1 Tutkimusmenetelmien yhteenveto

Kaikkein vaikeimmaksi asiaksi tätä insinööriyötä tehdessä osoittautui ajantasaisen tiedon löytyminen ja sisältöjen muutokset kirjoitustyön aikana. Koska rakentamismääräyskokoelmat ovat vaihtuneet asetuksiksi 2018 vuoden alussa (taulukko 1), löytyivät uudet asetusluonnokset parhaiten Euroopan komission <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/fi/search/> -kaupan esteidentutkinta sivuilta käyttämällä tietokantahakutoimintoa. Ympäristöministeriön sivuilta löytynyt asetusluonnos ”Uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta” on vanhempi, ja se on päivätty vuodelle 2016. Vahvistetussa asetuksessa on muutoksia verrattuna asetusluonnoksiin. (Kaupan esteiden tutkinta 2017.)

Haastateltujen asiantuntijoiden vinkit johtivat uusien tietolähteiden äärelle, ja tällöin piti pitää mielessä tämän insinööriyön aiherajaus. Samoin kysymyksiä olisi ollut tarve muokata haastattelujen jo alettua. Haastateltujen henkilöiden erilaiset taustat tulivat ilmi heidän mielipiteissään ja tavassaan kertoa se. Näkökulmaerot aiheuttivat mielipiteiden jakautumista. Monissa vastauksissa pohdittiin pitkään, kummalle puolelle mielipide asetuisi. Osia asiantuntijoiden väitteistä en pystynyt tarkistamaan riippumattomista lähteistä, koska ne perustuivat pitkän työuran mukana tulleeseen kokemuseräiseen tietoon.

Valitettavasti ympäristöministeriön kaikkia uusia ohjeita ei julkaistu ennen kuin teksti piti luovuttaa tarkastettavaksi. (Kalliomäki 2017; Terveellisyys 2017.)

7.2 Asetuksen vaikutus suunnittelutyöhön

Ilmanvaihtoasetuksessa korostetaan pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakentamissuunnittelijan vastuuta ja ammattitaitoa. RakMK D2:sta tuttuja lukuarvotaulukoita ei ympäristöministeriön asetuksessa enää ole. Suunnittelijan tulee dokumentoida päätöksiensä perusteet ja osata perustella suunnitelmansa tekniset ratkaisut muun muassa rakentamisvalvonnalle ja tilaajalle. Näiden lisätöiden syy tulee myös osata perustella tilaajalle, jotta siihen voi käyttää tarpeellisen työajan.

Tilaajan tulee kertoa tarkemmat lähtötiedot tilaamansa rakennuksen toivotuista taloteknisistä ratkaisuista, materiaaleista, käyttötavoista, käyttäjäkunnan mahdollisista erityistarpeista ja muuntojoustavuustarpeesta.

Vaikka suunnitteluohjelmistojen avulla voi valita ilmanvaihtolaitteiston kaikki osat, on suunnittelijan hallittava ilmamäärien laskentaperusteet. Nyt jo työelämässä olevien ja vasta alaa opiskelevien suunnittelijoiden tulee harkita, tarvitsevatko he lisäkoulutusta laskentaan, sillä tähän asti suunnittelussa on käytetty rakentamismääräyskokoelman taulukkoarvoja ja kaavoja.

Rakennusalalla vallitsevia ratkaisutapoja ja käytäntöjä tulee sekä soveltaa että muuttaa niin, että ne tukevat suunnitteluprosessia. Yhteistyö ja kumppanuus (esimerkiksi allianssimalli) lisäävät laadukasta, terveellistä ja turvallista rakentamista ja vähentävät virheitä.

7.3 Avoimet asiat

Miten nuori suunnittelija voi ottaa huomioon rakennuksen erityispiirteiden vaatimat erikoisrakenteet / laitevaatimukset? Tämä korostaa kokemuspäisen tiedon jakamisen tärkeyttä suunnittelutyössä. Kun lisääntyvä työmäärä kiristää aikatauluja, miten järjestetään ”hiljaisen” tiedon siirtyminen kokeneilta suunnittelijoilta vasta uraansa aloittaville? Vaikka yrityksessä tietoa olisi koottu keskitettyihin tietopankkeihin, ei aikaa niiden lukemiseen juuri ole normityöpäivän aikana.

Koska jäte- ja ulkoilmalaitteiden etäisyys toisiinsa vaikuttaa oleellisesti hajujen kulkeutumiseen, tulisi tehdä lisää tutkimusta myös erityyppisten päätelaitteiden suuntauksen ja ulospuhallus nopeuden vaikutuksista suojaetäisyys tarpeisiin. Seinäpuhalluspäätelaitteiden valmistajat ovat kehitystyötänsä tehdessään tehneet toimintakokeita (Siitonen ym. 1994). Yhteistyö valmistajien kanssa voisi toimia seuraavan insinööriyön pohjana tutkittaessa seinäpuhallusta.

Miten monen asunnon ilmanvaihtoa on pystyttävä tehostamaan samanaikaisesti? Riittääkö kolmasosa asunnoista vai puolet? Tehostustilanteessa ilmamäärätarve kasvaa varsinkin isoissa asuinrakennuksissa huomattavasti. Tämä vaikuttaa IV-koneen valin-

taan, joten koska siitä ei ole asetuksessa määrätty tai ohjeessa annettu prosenttia suunnittelutyön tueksi, tulee tilaajan päättää tämä asia. Koska asetuksessa ei ole IV-koneen huoltotilan tarvetta määritetty, miten taataan riittävä tila myös IV-koneen taakse?

Aiemmin on suunniteltu viranomaistasoon noudattaen hyvää rakennustapaa, mutta mikä suunnittelun tarkkuus riittää tulevaisuudessa? Kuka suunnittelee ääni-, valaistus- tai kosteusolosuhteet ja huomioi suunnitelmien vaikutukset toisiinsa? Miten ratkaistaan äänen kulkeutuminen esim. lämmitysputkiverkostoa pitkin naapuriin? Asetuksen vaatimus suunnittelutyölle on kirjaimellisesti otettuna hyvin tiukka, eikä nykyisellä rakennustekniikalla ole vielä osattu ratkaista kaikkia äänen kulkeutumisen ongelmia ilman että kustannukset nousevat. Vastauksena näihin kysymyksiin tullaan todennäköisesti rakennusten kokonaisvaltainen olosuhde suunnittelua lisäämään.

7.4 Loppupäätelmät

Asetuksien yhtäaikainen uudistuminen asettaa LVI-suunnittelijoille kovan vaatimuksen vertailla ja havaita, mitä muuttuu lainsäädännössä. Pääasiassa asiasisällöt pysyvät samankaltaisina joitakin yksityiskohtia lukuun ottamatta. Ohjeiden poisto asetuksista, eri rakentamismääräysten sisältöjen siirto ja kokoaminen yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi sekä nosto omiksi asetuksikseen selkeyttää suunnittelutyötä. Monissa yrityksissä on tulossa henkilökunnan koulusta, kun asetukset ovat saaneet lainvoiman. Myös alan liitot aloittavat jäsenistönsä perehdyttämisen asetuksiin 2018.

Tilaajan vastuu lisääntyy niin suunnittelutyö ohjauksessa kuin myös rakentamisen valvonnassa. Tilaajan tulee määrittää, mikä on hyvä rakennustapa ja antaa päätös eri suunnittelijoiden ristiriitatilanteissa.

Lähteet

Alvoittu, Antti. 2017. Suunnittelujohtaja, NCC Rakennus Oy, Helsinki. Keskustelu 9.10.2017.

Direktiivi (EU) 2015/1535. Ilmoitusmenettely. 2015. Verkkoaineisto. Euroopan unionin komissio. <<http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/fi/about-the-20151535/the-notification-procedure-in-brief1/>>. Luettu 14.10.2017.

Energiatehokkuus. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaaraysko-koelma/Energiatehokkuus>. Luettu 17.10.2017.

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. 2014. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429>>. Luettu 17.10.2017.

Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (e-luku), määrittäminen. 2013. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>. Luettu 14.5.2017.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2017/1369. 2017. Verkkoaineisto. Euroopan parlamentti. Euroopan neuvosto. <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1369&from=EN>>. Euroopan unionin virallinen lehti. Luettu 14.10.2017.

FINVAC. 2017. Verkkoaineisto. FINVAC. <<https://www.finvac.org/1>>. Luettu 10.8.2017.

Grönlund, Niclas. 2017. LVI-suunnittelija, Ramboll Finland Oy, Espoo. Keskustelu 15.9.2017.

Hotokainen, Jari. 2017. Tekninen asiantuntija, Granlund Oy, Helsinki. Keskustelu 16.10.2017.

Hyvärinen, Juhani. 2017. Talotekniikan oppaat uudistettujen rakentamismääräysten tueksi. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus ry LVI-koulutus 2018 –tilaisuus. Helsinki. <<https://www.lvi-tu.fi/wp-content/uploads/2017/09/LVI-koulutus-2018-20170928.pdf>>. Luettu 14.10.2017.

Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet. 2017. Verkkoaineisto. FINVAC. <<https://www.sulvi.fi/d2hanke/>>. Luettu 14.7.2017.

Ilmanvaihtomäärien päivitys -asiantuntijapaneeli. 2017. Helsinki. SuLVI. Suomen LVI-liitto. FINVAC. VSF. Sisäilmayhdistys. Ympäristöministeriö.

Järvinen, Eija. 2014. Korjausrakentamiselle energiatehokkuusmääräykset. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <[http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparisto-lehti/2013/Korjausrakentamiselle_energiatehokkuusma\(28165\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparisto-lehti/2013/Korjausrakentamiselle_energiatehokkuusma(28165))>. Luettu 17.10.2017.

Järvelä, Hannu. 2017. Talotekniikkapäällikkö, NCC Rakennus Oy, Helsinki. Keskustelu 9.10.2017.

Kalliomäki, Pekka. 2017. Rakennusneuvos. Ympäristöministeriö. Uusi sisäilmasto- ja ilmanvaihtoasetus -luento. Rakennusten energiaseminaari. Helsinki.

Karppinen, Markku. 2017. Talotekniikka-asiantuntija, Fira Oy, Helsinki. Keskustelu 19.8.2017.

Kaupan esteiden tutkinta. 2017. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <<http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/fi/search/>>. Euroopan komissio. Luettu 10.8.2017

Kutinlahti, Eija. 2015. Liikuntafysiologi. Duodecim terveyskirjasto. Verkkoaineisto. Kustannus Oy Duodecim. <https://terveysportti.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01039>. Luettu 17.12.2017.

Laki toimenpiteistä tupakoinnin vähentämiseksi (698/2010). 2010. Terveysministeriö. Helsinki. Finlex.

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP2013. LVI 30-10529. LVI-kortisto. Rakennustieto Oy.

Lähes nollaenergiarakentamisen lainsäädäntö. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankayton_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lahes_nollaenergiarakentamisen_lainsaadanto>. Luettu 8.10.2017.

Lönström, Jyrki. 2017. Tuotepäällikkö, FläktWoods Oy, Espoo. Keskustelu 13.10.2017.

Maankäyttö- ja rakentamislait lausuntapyyntö. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenveto/2016/Lausuntopyynto_maankaytto_ja_rakentamislai\(40460\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenveto/2016/Lausuntopyynto_maankaytto_ja_rakentamislai(40460))>. Luettu 30.5.2017.

Martikainen, Hannu. 2017. Taloteknisen suunnittelun projektinjohtaja, Ramboll Finland Oy, Espoo. Keskustelu 15.9.2017.

Mäkelä, Kari; Auvinen, Heidi. 2013. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt LIISA 2012 laskentajärjestelmä. Tutkimusraportti VTT-R-06355-13. Verkkoaineisto. VTT. <<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/VTT-R-06355-13.pdf>>. Luettu 8.11.2017.

Opas asuntoilmanvaihdon mitoitukseen. 2017. Verkkoaineisto. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry. <https://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2018/01/Opas-asuinrakennusten-ilmanvaihdon-mitoitukseen_2017-11-30.pdf>. Luettu 15.12.2017

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Ympäristöministeriö.

RT 10-11256. Talonrakennushankkeen kulku-RT-kortti. 2017. Verkkodokumentti. Rakennustieto Oy. Luettu 26.10.2017.

Saaranen-Kauppinen, Anita; Puusniekka, Anna. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Verkkoaineisto. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Tampere. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/index.html>>. Luettu 3.1.2018.

Sannikka, Raimo. 2017. FISE-pätevyyslautakunnan jäsen, Valvoja, ISS Oy, Helsinki. Keskustelu 6.10.2017.

Seitaniemi, Kari. 2017. Toimitusjohtaja, Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 31.10.2017.

Seppänen, Olli., Railio, Jorma. Strand, Tiina. 2014. D2-uusintatarveselvitys. Loppuraportti. Verkkoaineisto. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry. <https://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2017/06/D2-uusintatarveselvitys_2014_loppuraportti.pdf>. Luettu 16.7.2017.

Seppänen, Olli. 2017. Asuntojen ilmanvaihto-ohje, erityisesti kerrostaloasuntojen osalta. Verkkoaineisto. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry. <https://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2017/08/Esitys_Seppanen_21082017.pdf>. Luettu 3.12.2017.

SFS-EN 16798-3:2017, ”Energy performance of buildings. Ventilation for buildings. Part 3: For non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4)”. 2017. Verkkoaineisto. Euroopan unioni. Luettu 17.10.2017.

Siitonen, Veijo; Heikkinen, Jorma; Kovanen, Keijo; Luoma, Marianna; Saari, Mikko; Broas, Pertti. 1994. Jäteilman seinäpuhallus asuinkerrostaloissa. Espoo. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 ohjekortti. 1998. RT 16-10660. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10660.html.stx>>. Luettu 30.10.2017.

Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opasluonnos. 2017. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://www.Talotekniikkainfo.fi/luonnos-sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>>. Luettu 19.6.2017.

Sisäilmastoluokitus. 2017. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Sisailmayhdistys/Sisailmastoluokitus>>. Luettu 18.9.2017.

Sopimusehdot ja -mallit. 2013. Verkkoaineisto. SKOL. <<http://www.skolry.fi/sopimusehdot-ja-mallit>>. Luettu 10.10.2017

SuLVI ry. 2017. Verkkosivu. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry. <<https://www.sulvi.fi/>>. Luettu 10.5.2017.

Tanner, Hannu. 2017. Talotekninen valvoja, NCC Rakennus Oy, Vantaa. Keskustelu 16.10.2017.

Terveellisyys. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi/fi-FI/Maan-kaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys>. Luettu 1.1.2017.

Tulokas, Teppo. 2017. Yksikön päällikkö, Ramboll Finland Oy, Espoo. Keskustelu 15.9.2017.

Vinha, Juha. 2009. Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa. Tampere. Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1000/2017. 2017. Ympäristöministeriö.

Keskeisimmät muutokset taulukko

D2	Ilmanvaihtoasetus	Muutoksen vaikutus
ohjeita mukana	vain velvoittavia määräyksiä	Sekaantumisvaara poistunut
rakenteiden ilmapuoto huomi- oitava laskelmissa	rakenteet oletetaan tiiviiksi	Ilmanvaihto suunnitel- tava tasapainoon
	Uusia määritelmiä: • Sisäilmasto • ulkoilma • ulospuhallus- eli poistoilma	
termi-ero: jäteilma	ulospuhallusilma	puheessa molemmat käytössä
Hyvän rakennustavan mukai- nen suunnittelu riittää	pääsuunnittelijan, erityissuunnitteli- jan ja rakentamissuunnittelijan vas- tuu suunnittelutyönsä laadusta	Suunnittelutyön pää- tösten perusteet kirjat- tava ylös.
	Sisäilmaston laadunvarmistus koh- taan on lisätty: • Äänieristys ja meluntorjunta • valaistuksen riittävyys ja päivänva- lon hyödyntäminen • lämmitys - ja jäähdytystarpeiden huomioiminen • rakennuksen ja teknisten järjestel- mien käytettävyyden • käyttö ja kunnossapidon suunnitte- lunvelvoite • käyttö- ja huolto-ohjeiden laadinta- velvoite.	Aiemmin ohjeena, nyt nostettu velvoittavaksi
	Keinovalikoima, jolla saavutetaan terveellinen ja turvallinen sisäil- masto: • rakenteelliset keinot • sisäisiä kuormitustekijöiden pie- nentäminen • ulkoisten ja sisäisten kuormituste- kijöiden vaikutusten rajoittaminen • Lämmitys-, jäähdytys-, ilman- vaihto- ja ilmastointitekniset keinot, sekä näiden ohjaus ja säätö.	Aiemmin ohjeena, nyt nostettu velvoittavaksi
huonelämpötilan (21°C) vaih- teluväli ±1°C	huonelämpötilan (21°C) vaihteluvä- liä 20-25°	

CO ₂ enimmäisarvo on 2160mg/m ³ (1200 ppm)	CO ₂ enimmäisarvo: ulkoilman CO ₂ + 1 450 mg/m ² (800 ppm), muita epäpuhtauksia ei mainittu nimeltä	Kaupunki-ilman suurempi CO ₂ pitoisuus huomioidaan raja-arvossa.
Ääniolosuhteet	--	Siirretty "Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä" -asetukseen
Valaistusohjaus ohjeena	valaistuksen ryhmittely- ja ohjaustoimintojen toteutustapaohjeetta muokattu	Ohjeesta velvoittavaksi
	lisätty painovoimaisten ilmanvaihtoventtiilien suljettavuusvaade	
Ilmavirtojen ohjeavotaulukot suunnittelun pohjana	ulkoilmavirran vähimmäismäärä 0,35 (dm ³ /s) / m ² . asuinhuoneiston ulkoilmavirran minimi 18 dm ³ /s.	Ilmanvaihtotarpeen laskenta taulukoisen sijasta ihmisten hiilidioksidituotto-perusteinen.
Tuloilmansuodatuksen ilman-suodattimien erotusaste ohje	Ei numeerisia arvoja erotusasteelle.	Rakennuksen sijainti huomioitava määrittäessä suodattimia.
Jäteilman ulospuhallus sijoittaminen ohjeissa	Ulospuhallusilma johdetaan joko vesikatolle tai asuinhuoneista seinäpuhalluksena.	Seinäpuhallus tulee yleistymään.
Palautus- ja siirtoilmana saa käyttää samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa.	Oppilaitoksissa ja päiväkodeissa kielletty käyttää palautusilmaa.	IV-koneen ilmanvaihto tarve kasvaa
	Epäpuhtauksien leviäminen lämmöntalteenottolaitteessa	Pyörivät LTO:t rajattu pois useita asuntoja palvelevista IV-koneista.
Ilmanvaihto ei saa aiheuttaa vetoa	Ilmanvaihdon tehostus saa aiheuttaa epäviihtyvyyttä oleskelualueella.	Käyttäjän säätämä ilmanvaihdon tehostus (aiheuttama vedon tunne siedetään).
Kohdepoisto ohjeistus	Ei numeerisia arvoja ilmamäärille.	Erikoissuunnittelijan tulee laskea tarvittava korvausilmamäärä.
IV-koneen huoltotila vähintään 0,4m takainen ja edessä koneen syvyyden verran	Huoltotilavaraus vain huoltosuunnassa.	IV-konehuoneen siivous vaikeutuu, jos koneen taakse ei enää ole varattu huoltotilaa.

Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto ohjeita	Poikkeama listaus mukana asetuksessa. Mittausvälineiden sovellettava mittauksiin vaatimus uusi.	Ilmanvaihdon käyttöönotto mittausten välineiden tekniset tiedot tarkistettava ja dokumentoitava soveltuvuuden toteen näyttämiseksi.
Tilojen ilmamäärä, ilmanliikkeen ja ääni ohjearvolistaus	Ei ole liitteitä	Tilalle CO ₂ poistotarpeeseen pohjautuva laskenta. YM ohje julkaistu.
Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihto	Nostettu asetukseen	Ilmanvaihdon suunnitteluohje valmistella