

Ilmavaihdon riittävyys ja ilmavirtojen tasapainotustarve kolmen sairaalan vuodeosastolla

Salmi Kari, Holopainen Rauno, Kähkönen Erkki ja Reijula Kari

Työterveyslaitos, Laadukas sisäympäristö -teema

Avainsanat: sairaala, vuodeosasto, ilmanvaihto, ilmanvaihdon yönaikainen käyttö, ikkunatuuletus, ilmavirtojen mittaustulokset, ilmavirtojen suunnittelu, ilmavirtojen tasapainotus

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin ilmavaihtojärjestelmien puhdistustyön jälkeistä ilmavirtojen tasapainotustarvetta ja ilmanvaihdon riittävyttä sairaaloiden vuodeosastoilla. Tutkimukseen valittiin kolme vuodeosastoa, joiden huonetilojen tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja uudelleen puhdistustyön jälkeen. Mitattuja ilmavirtoja verrattiin ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyihin suunnitteluarvoihin. Tutkimukseen valitut vuodeosastot sijaitsivat Etelä- ja Keski-Suomen alueen sairaaloissa. Vuodeosastojen ilmanvaihtojärjestelmät edustivat tyypillisiä 1980- ja 1990-luvulla sairaaloihin asennettuja järjestelmiä. Ilmavirtamittaukset tehtiin kevään ja kesän 2009 aikana.

Sairaaloiden vuodeosastoilla huonetilojen ilmanvaihto koettiin usein riittämättömäksi. Tämä on johtanut tilojen ikkunatuuletuksen yleiseen ja pitkäkestoiseen käyttöön. Osassa sairaaloita ilmanvaihtoa pienennettiin yön ajaksi, joka osaltaan huonontaa sisäilman laatua. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on esitetty ilmavirtoille ohjearvoja, joilla taataan ilmanvaihdon käyttöaikana terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu. Ohjearvot ovat ilmanvaihdon suunnittelun minimiarvoja.

Sairaalassa A osaston ilmavirrat tasapainotettiin ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustöiden jälkeen. Potilashuoneiden keskimääräiset tuloilmavirrat poikkesivat ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä suunnitteluarvoista noin 4 % ja poistoilmavirrat -3 % puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen. Osaston muissa huonetiloissa keskimääräiset tuloilmavirrat poikkesivat suunnitteluarvoista noin -44 % ja poistoilmavirrat -18 %.

Sairaloissa B ja C ilmavirtoja ei tasapainotettu puhdistustöiden jälkeen. Näissä sairaaloissa potilashuoneiden tuloilmavirrat poikkesivat ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä suunnitteluarvoista noin -10 – -9 % ja poistoilmavirrat 14 – 19 % ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen. Osaston muissa huonetiloissa keskimääräiset tuloilmavirrat poikkesivat suunnitteluarvoista noin -72 – -29 % ja poistoilmavirrat -34 – -3 %.

Sairaloissa A ja B vuodeosastojen ilmanvaihtokoneiden pyörimisnopeutta pienennettiin yön ajaksi. Potilashuoneiden tuloilmavirrat poikkesivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä suunnitteluarvoista noin -74 – -60 % ja poistoilmavirrat -44 – -43 % ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen. Osaston muiden huonetilojen keskimääräiset tuloilmavirrat poikkesivat suunnitteluarvoista noin -74 – -73 % ja poistoilmavirrat -79 – -50 %. Ilmanvaihdon yöaikaisen käytön tulo- ja poistoilmavirrat eivät täyttäneet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 esitettyjä ohjearvoja.

Mittaukset osoittavat, että sairaaloiden vuodeosastojen ilmavirrat on mitattava ja tasapainotettava vastaamaan suunnitteluarvoja ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen. Ilmavirtojen tasapainotus ei kuitenkaan takaa huonetiloihin suunnitelman mukaisia ilmavirtoja, jos ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa, toteutuksessa tai tasapainotustyössä on puutteita tai jos ilmanvaihtoa ei käytetä suunnitelman mukaisella tavalla. Mikäli huonetilojen ilmavirrat poikkeavat tasapainotustyön jälkeen yli sallitun poikkeaman, on syyt selvitettävä ja ilmanvaihtojärjestelmään tehtävä tarvittavat korjaukset. Ympäri vuorokauden käytössä olevissa huonetiloissa, kuten sairaaloiden vuodeosastojen potilashuoneissa, tulee tilan ilmanvaihdon täyttää Suomen rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset myös yön aikana.

Johdanto

Ilmanvaihdon tehtävä on ylläpitää huoneilma laatua huonetilan ilmaa vaihtamalla. Ilmanvaihdon avulla poistetaan sisäilmasta terveydelle suoraan tai välillisesti haitallisia epäpuhtauksia. Sairaaloiden vuodeosastoilla eräänä yleisenä ongelmana on huonetilojen käyttötarkoitukseen nähden riittämätön ilmanvaihto, joka aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä (Reijula 2005). Huonetilojen ilmanvaihtoa tehostetaan sairaaloiden vuodeosastoilla yleisesti ikkunatuuletuksella.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on esitetty ohjearvoja eräille sairaaloiden tiloille kuten odotus- ja potilashuoneille. Ilmavirrat saavat poiketa suunnitteluarvoista järjestelmäkohtaiset korkeintaan $\pm 10\%$ ja tilakohtaisesti $\pm 20\%$. Ilmavirtamittausten yhteydessä tulee tarkastaa, että huonetilojen paine-erot ovat tarkoituksen mukaiset (SFS 5512). Ulkoilmavirtojen ohjearvot ovat muuttuneet rakentamismääräyksiä päivitettäessä. Taulukossa 1. on esitetty eri aikakausina tehdyille ilmanvaihtosuunnitelmille voimassa olleita ohjearvoja.

Taulukko 1. Ulkoilmavirtojen ohjearvot eri vuosikymmenten aikana: LVI-laitteiden suunnittelun normaaliohjeet (1955 ja 1966) ja Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 (1978 - 2010).

Tilan käyttötarkoitus	Normaaliohjeet 1954	Normaaliohjeet 1966	D2 1978	D2 1987	D2 2003 ja D2 2010
Sairaalan potilashuone					
[dm ³ /sm ²]	-	-	1,4	1,2	1,5
[dm ³ /s,hlö]	11 ¹⁾ - 17 ²⁾	11 ¹⁾ - 17 ²⁾	-	-	10
Pitkäaikaispotilaiden hoitotilat					
[dm ³ /sm ²]	-	-	-	-	2
Odotushuone					
[dm ³ /sm ²]	2,8	4	2,5	3	3
[dm ³ /s,hlö]	-	8	-	-	-
Käytävä					
[dm ³ /sm ²]	-	-	-	-	0,5

¹⁾ Useamman potilaan huone

²⁾ Yhden potilaan huone

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeistä ilmavirtojen tasapainotustarvetta ja ilmanvaihdon riittävyttä sairaaloiden vuodeosastoilla.

Aineisto ja menetelmät

Sairaalat

Sairaalan A vuodeosaston ilmanvaihtosuunnitelmat oli tehty vuonna 1982 ja ilmanvaihtojärjestelmien asennustyöt vuonna 1983. Tällöin oli voimassa vuonna 1978 voimaan tulleen Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräykset ja ohjeet. Potilashuoneiden ulkoilmavirtojen ohjearvo oli tuolloin 1,4 dm³/sm². Osaston tulo- ja poistoilmavirrat tasapainotettiin puhdistustyön jälkeen ennen ilmavirtamittauksia.

Sairaalan B vuodeosaston ilmanvaihtopiirustukset oli päivätty 10.1.1994, jolloin oli voimassa vuonna 1987 voimaan tulleen Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräykset ja ohjeet. Potilashuoneiden ulkoilmavirtojen ohjearvo oli tuolloin 1,2 dm³/sm². Osaston tulo- ja poistoilmavirtoja ei tasapainotettu puhdistustyön jälkeen.

Sairaalan C vuodeosaston ilmanvaihtosuunnitelmat ja asennustyöt oli tehty vuosien 1983 - 1984 aikana, jolloin oli voimassa vuonna 1978 voimaan tulleen Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräykset ja ohjeet. Potilashuoneiden ulkoilmavirtojen ohjearvo oli tuolloin $1,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Osaston tulo- ja poistoilmavirtoja ei tasapainotettu puhdistustyön jälkeen.

Sairaaloiden ilmavirrat mitattiin ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä (ilmanvaihtokoneiden 1/1-pyörimisnopeudella) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja uudelleen puhdistuksen jälkeen. Sairaaloiden A ja B ilmavirrat mitattiin myös ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä (ilmanvaihtokoneiden 1/2-pyörimisnopeudella) puhdistuksen jälkeen.

Mittausmenetelmät

Mittaukset tehtiin tulo- ja poistoilman päätelaitteista käyttäen SwemaFlow 125, SwemaFlow 233 ja Alnor balometrejä, TSI VelociCalc siipipyöräänemometriä ja Swema 3000 mikromanometriä. Mittauslaitteet olivat kalibroitu laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti ennen ilmavirtamittauksia.

Mittaustulokset

Ilmanvaihdon päiväaikainen käyttö (ilmanvaihto 1/1-pyörimisnopeudella)

Sairaala A

Osaston potilashuoneiden tuloilmavirtojen suunnitteluarvojen summa oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $550 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirtojen summa $500 \text{ dm}^3/\text{s}$. Potilashuoneista mitattujen tuloilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $480 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $570 \text{ dm}^3/\text{s}$. Vastaavasti poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $410 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $480 \text{ dm}^3/\text{s}$. Taulukossa 2 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 10.

Taulukko 2. Sairaala A: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 10 (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmavirta- pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/1-nopeus (klo 07-21)</u>				
[dm^3/s]	53 (16 - 106)	41 (6 - 60)	57 (23 - 110) [55 (27 - 69)] ²⁾	48 (21 - 62) [50 (27 - 69)] ²⁾
[dm^3/sm^2]	1,7 (0,8 - 3,6)	1,3 (0,3 - 2,0)	2,0 (1,2 - 5,1) [2,0 (1,4 - 6,0)] ²⁾	1,8 (1,1 - 5,3) [2,0 (1,2 - 7,1)] ²⁾
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	15 (8 - 27)	13 (3 - 23)	18 (12 - 28)	16 (11 - 25)
[$1/\text{h}$]	1,8 (0,9 - 3,8)	1,4 (0,3 - 2,4)	2,2 (1,3 - 5,4)	2,0 (1,1 - 5,6)

¹⁾ Potilashuoneen ja wc-tilan yhteenlaskettu poistoilmavirta

²⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

Taulukossa 3 on esitetty osastonhoitajan, henkilökunnan, kanslian ja toimenpidehuoneen tulo- ja poistoilmavirtojen suunnitteluarvojen summa, joka oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $230 \text{ dm}^3/\text{s}$. Huonetiloista mitattujen tuloilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $80 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $130 \text{ dm}^3/\text{s}$. Poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $170 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $190 \text{ dm}^3/\text{s}$. Osaston huonetilojen tulo- ja poistoilmavirrat tasapainotettiin puhdistustyön jälkeen ennen ilmavirtamittauksia.

Taulukko 3. Sairaala A: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston osastonhoitajan, henkilökunnan, kanslian ja toimenpidehuonetiloissa (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmapuhaltimen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/1-nopeus (klo 07-21)</u>				
[dm^3/s]	21 (12 - 31)	42 (19 - 70)	32 (18 - 70) [58 (25 - 86)] ²⁾	48 (26 - 70) [58 (25 - 86)] ²⁾
[dm^3/sm^2]	1,1 (0,7 - 1,6)	2,2 (1,2 - 3,5)	1,7 (0,7 - 3,5) [2,9 (1,9 - 4,3)] ²⁾	2,4 (1,6 - 3,5) [2,7 (1,9 - 3,7)] ²⁾
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	9 (5 - 12) ¹⁾	17 (8 - 24) ¹⁾	13 (5 - 20) ¹⁾	20 (11 - 26) ¹⁾
[1/h]	1,1 (0,8 - 1,6)	2,3 (1,3 - 3,7)	1,8 (0,7 - 3,7)	2,6 (1,7 - 3,7)

¹⁾ Henkilökunnan ja kanslian henkilömäärän on oletettu olevan neljä henkilöä (käytännössä osaston kanslian henkilömäärä vaihtelee ajallisesti 0 - 10 henkilön välillä)

²⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

Sairaala B

Osaston potilashuoneiden tuloilmavirtojen suunnitteluarvojen summa oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $350 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirtojen summa $360 \text{ dm}^3/\text{s}$. Potilashuoneista mitattujen tuloilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $310 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $320 \text{ dm}^3/\text{s}$. Vastaavasti poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $470 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $420 \text{ dm}^3/\text{s}$. Taulukossa 4 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 12.

Taulukko 4. Sairaala B: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 12 (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta ¹⁾
<u>1/1-nopeus (klo 06-22)</u>				
[dm^3/s]	22 (15 - 51)	36 (21 - 83)	23 (16 - 57) [25 (10 - 50)] ²⁾	32 (20 - 46) [27 (25 - 50)] ²⁾
[dm^3/sm^2]	1,5 (1,1 - 3,3)	2,2 (1,2 - 5,0)	1,5 (1,1 - 3,8) [1,6 (1,3 - 2,4)] ²⁾	2,0 (1,1 - 4,5) [1,6 (1,2 - 3,5)] ²⁾
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	13 (9 - 31)	19 (12 - 42)	13 (9 - 33)	17 (12 - 38)
[1/h]	2,0 (1,5 - 4,7)	3,0 (1,7 - 7,1)	2,1 (1,6 - 5,0)	2,7 (1,7 - 5,7)

¹⁾ Potilashuoneen ja wc-tilan yhteenlaskettu poistoilmavirta

²⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

Taulukossa 5 on esitetty osaston sihteerin, henkilökunnan, lääkkeenjaon ja tutkimushuoneen tuloilmavirtojen suunnitteluarvojen summa, joka oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $140 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirtojen summa $120 \text{ dm}^3/\text{s}$. Huonetiloista mitattujen tuloilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $120 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $100 \text{ dm}^3/\text{s}$. Poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $150 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $120 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Taulukko 5. Sairaala B: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston sihteerin, henkilökunnan, lääkkeenjaon ja tutkimushuonetoissa (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmavirtojen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/1-nopeus (klo 06-22)</u>				
[dm^3/s]	30 (15 - 44)	36 (21 - 56)	24 (10 - 35) [34 (20 - 50)] ²⁾	29 (21 - 36) [30 (15 - 50)] ²⁾
[dm^3/sm^2]	2,0 (1,1 - 2,8)	2,4 (1,4 - 3,5)	1,6 (0,7 - 2,3) [2,2 (1,3 - 3,1)] ²⁾	2,0 (1,4 - 2,6) [2,0 (1,1 - 3,1)] ²⁾
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	13 (8 - 22) ¹⁾	16 (8 - 28) ¹⁾	10 (5 - 17) ¹⁾	13 (8 - 18) ¹⁾
[1/h]	2,8 (1,6 - 3,8)	3,4 (1,9 - 4,8)	2,2 (1,1 - 3,2)	2,8 (1,9 - 3,9)

¹⁾ Hoitohenkilökunnan (kanslian) huonetilan henkilömäärän on oletettu olevan neljä henkilöä (käytännössä kanslian henkilömäärä vaihtelee ajallisesti 0 - 10 henkilön välillä)

²⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

Sairaala C

Osaston potilashuoneiden tuloilmavirtojen suunnitteluarvojen summa oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $270 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirtojen summa $300 \text{ dm}^3/\text{s}$. Potilashuoneista mitattujen tuloilmavirtojen summa ennen puhdistusta oli $270 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $250 \text{ dm}^3/\text{s}$. Vastaavasti poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $330 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $340 \text{ dm}^3/\text{s}$. Taulukossa 6 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 9.

Taulukko 6. Sairaala C: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 9 (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmavirtojen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/1-nopeus (klo 00-24)</u>				
[dm^3/s]	30 (13 - 94)	36 (10 - 50)	27 (12 - 88) [30 (30 - 30)] ¹⁾	38 (18 - 53) [33 (33 - 33)] ¹⁾
[dm^3/sm^2]	2,1 (0,9 - 6,5)	2,5 (0,7 - 3,4)	1,9 (0,8 - 6,1) [2,1 (2,1 - 2,1)] ¹⁾	2,6 (1,2 - 3,7) [2,3 (2,3 - 2,3)] ¹⁾
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	15 (7 - 47)	18 (5 - 25)	14 (6 - 44)	19 (9 - 27)
[1/h]	2,5 (1,1 - 7,8)	3,0 (0,8 - 4,1)	2,3 (1,0 - 7,3)	3,1 (1,5 - 4,4)

¹⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

Taulukossa 7 on esitetty osastonhoitajan, henkilökunnan, osaston kanslioiden, vastaanottohuoneen ja lääkkeenjaon huonetilassa tuloilmavirtojen suunnitteluarvojen summa, joka oli ilmanvaihtopiirustusten mukaan $310 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirtojen summa $300 \text{ dm}^3/\text{s}$. Huonetoista mitattujen tuloilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $160 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $90 \text{ dm}^3/\text{s}$. Poistoilmavirtojen summa oli ennen puhdistusta $240 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja puhdistuksen jälkeen $200 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Taulukko 7. Sairaala C: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston osastonhoitajan, henkilökunnan, osaston kanslioiden, vastaanottohuoneen ja lääkkeenjaon huonetiloissa (yksikössä [dm³/s], [dm³/sm²], [dm³/s,hlö] ja [1/h]) ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmavirtojen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/1-nopeus (klo 00-24)</u>				
[dm ³ /s]	26 (7 - 41)	40 (16 - 64)	14 (3 - 21) [51 (15 - 85)] ¹⁾	33 (15 - 65) [51 (10 - 85)] ¹⁾
[dm ³ /sm ²]	2,2 (0,6 - 3,6)	3,4 (1,6 - 5,3)	1,2 (0,3 - 1,8) [4,4 (1,4 - 7,1)] ¹⁾	2,8 (1,3 - 5,4) [4,4 (0,9 - 7,1)] ¹⁾
[dm ³ /s,hlö]	9 (2 - 14) ²⁾	15 (7 - 32) ²⁾	5 (1 - 9) ²⁾	14 (4 - 33) ²⁾
[1/h]	2,8 (0,8 - 4,5)	4,2 (2,0 - 6,9)	1,6 (0,3 - 2,3)	3,4 (1,7 - 6,5)

¹⁾ Ilmanvaihtopiirustuksissa esitettyjen ilmavirtojen keskiarvo (minimi- ja maksimiarvo)

²⁾ Henkilökunnan ja kanslian henkilömäärän on oletettu olevan neljä henkilöä (käytännössä osaston kanslian henkilömäärä vaihtelee ajallisesti 0 - 10 henkilön välillä)

Ilmanvaihdon yön aikainen käyttö (ilmanvaihto 1/2-pyörimisnopeudella)

Sairaala A

Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen mitatut potilashuoneiden tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä keskimäärin 25 % (140 dm³/s) ja poistoilmavirrat 58 % (280 dm³/s) ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä mitatuista ilmavirroista. Taulukossa 8 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 10.

Taulukko 8. Sairaala A: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 10 (yksikössä [dm³/s], [dm³/sm²], [dm³/s,hlö] ja [1/h]) ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmavirtojen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/2-nopeus (klo 21-07)</u>				
[dm ³ /s]	-	-	14 (3 - 39)	28 (17 - 38)
[dm ³ /sm ²]	-	-	0,4 (0,1 - 0,9)	1,1 (0,6 - 4,0)
[dm ³ /s,hlö]	-	-	4 (1 - 10)	13 (7 - 17)
[1/h]	-	-	0,5 (0,1 - 0,9)	1,3 (0,7 - 4,2)

Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen osastonhoitajan, henkilökunnan, kanslian ja toimenpidehuoneen mitatut tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä keskimäärin 47 % (60 dm³/s) ja poistoilmavirrat 26 % (50 dm³/s) ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä mitatuista ilmavirroista. Taulukossa 9 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston muissa huoneissa.

Taulukko 9. Sairaala A: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston osastonhoitajan, henkilökunnan, kanslian ja toimenpidehuonetiloiissa (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmapuhaltimen pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/2-nopeus (klo 21-07)</u>				
[dm^3/s]	-	-	15 (9 - 25)	12 (4 - 28)
[dm^3/sm^2]	-	-	0,8 (0,4 - 1,3)	0,6 (0,3 - 1,4)
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	-	-	6 (3 - 9)	4 (2 - 7)
[1/h]	-	-	0,8 (0,4 - 1,3)	0,7 (0,3 - 1,5)

Sairaala B

Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen mitatut potilashuoneiden tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä keskimäärin 44 % ($140 \text{ dm}^3/\text{s}$) ja poistoilmavirrat 48 % ($200 \text{ dm}^3/\text{s}$) ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä mitatuista ilmavirroista. Taulukossa 10 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 12.

Taulukko 10. Sairaala B: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston potilashuoneissa 1 - 12 (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/2-nopeus (klo 22-06)</u>				
[dm^3/s]	-	-	10 (6 - 27)	16 (8 - 22)
[dm^3/sm^2]	-	-	0,8 (0,4 - 2,2)	1,0 (0,5 - 2,5)
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	-	-	6 (4 - 16)	9 (5 - 21)
[1/h]	-	-	0,9 (0,6 - 2,4)	1,4 (0,7 - 3,2)

Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen osaston sihteerin, henkilökunnan, lääkkeenjaon ja tutkimushuoneen mitatut tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä keskimäärin 39 % ($40 \text{ dm}^3/\text{s}$) ja poistoilmavirrat 51 % ($60 \text{ dm}^3/\text{s}$) ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä mitatuista ilmavirroista. Taulukossa 11 on esitetty mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston muissa huoneissa.

Taulukko 11. Sairaala B: Tulo- ja poistoilmavirtojen keskiarvot (minimi- ja maksimiarvot) osaston sihteerin, henkilökunnan, lääkkeenjaon ja tutkimushuonetiloissa (yksikössä [dm^3/s], [dm^3/sm^2], [$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$] ja [$1/\text{h}$]) ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen.

Tulo- ja poistoilmapuhaltimien pyörimisnopeus [ilmavirran yksikkö]	Ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta		Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
<u>1/2-nopeus (klo 22-06)</u>				
[dm^3/s]	-	-	9 (5 - 13)	15 (8 - 18)
[dm^3/sm^2]	-	-	0,6 (0,4 - 0,9)	1,0 (0,5 - 1,3)
[$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$]	-	-	4 (3 - 6)	7 (4 - 9)
[$1/\text{h}$]	-	-	0,9 (0,5 - 1,2)	1,4 (0,7 - 1,9)

Tulosten tarkastelu

Ilmanvaihdon päiväaikainen käyttö (ilmanvaihto 1/1-pyörimisnopeudella)

Tutkimukseen valituilla vuodeosastoilla potilashuoneita ja osastojen kansliatiloja tuuletettiin vuodenajasta riippumatta yleisesti ja pitkäkestoisesti. Osastonhoitajien mukaan pääsyyt ikkunatuuletuksen käyttöön olivat huonetilojen tunkkaisuus, epämiellyttävät hajut, ilman liian korkea lämpötila ja kosteus. Hoitajat kokivat potilashuoneiden ilman laadun erityisen huonoksi nukutun yön ja aamupesujen yms. hoitotöiden jälkeen.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 esitetyt ohjearvot potilashuoneiden ulkoilmavirralla ovat olleet $1,2 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ (D2 1987), $1,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ (D2 1978) ja $1,5 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ (D2 2003 ja D2 2010). Ohjearvojen tarkoitus on varmistaa potilashuoneisiin ilmanvaihto, jolla käyttöaikana taataan terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu. Potilashuoneiden tuloilmavirtojen keskimääräiset suunnitteluarvot olivat sairaaloiden osastoilla $1,6 - 2,1 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirtojen suunnitteluarvot $1,6 - 2,3 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Mitatut keskimääräiset tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä $1,5 - 2,1 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirrat $1,3 - 2,6 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Mitatut keskimääräiset ilmavirrat ja suunnitteluarvot olivat melko lähellä toisiaan, mutta yksittäisissä potilashuoneissa oli mitattujen ja suunnitteluarvojen välillä eroja.

Osaston muissa huonetiloissa tuloilmavirtojen keskimääräiset suunnitteluarvot olivat osastoilla $2,2 - 4,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirtojen suunnitteluarvot $2,0 - 4,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Mitatut keskimääräiset tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä $1,1 - 2,2 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirrat $2,0 - 3,4 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Keskimääräiset tulo- ja poistoilmavirrat olivat suunnitteluarvoja pienempiä ja yksittäisissä huonetiloissa oli mitattujen ja suunnitteluarvojen välillä suuria eroja.

Suurimmat ilmavirtojen poikkeamat suunnitteluarvoista olivat osaston toimisto-, tutkimus. yms. huoneissa. Tämä saattaa johtua siitä, että ilmavirtojen tasapainottajat ovat pyrkineet varmistamaan suunnitelman mukaiset tulo- ja poistoilmavirrat osastojen potilashuoneisiin ja ilmavirrat ovat jääneet riittämättömäksi osaston muissa huonetiloissa. Rakennusten ilmanvaihtokoneet ja kanavistot tulee mitoittaa ja toteuttaa siten, että suunnitelman mukaiset ilmavirrat saavutetaan rakennuksen kaikkiin huonetiloihin.

Taulukossa 12 on esitetty mitattujen ilmavirtojen poikkeama suunnitteluarvoihin nähden ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Taulukko 12. Keskimääräisten tulo- ja poistoilmavirtojen poikkeama suunnitteluarvoihin nähden ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen ilmanvaihdon päiväaikaisella käytöllä.

Sairaala	Ilmavirtojen poikkeama [%] ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta (minimi – maksimiarvo)		Ilmavirtojen poikkeama [%] ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen (minimi – maksimiarvo)	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
Sairaala A				
potilashuoneet	-13 (-49 – 54)	-19 (-55 – 40)	4 (-26 - 59)	-3 (-38 - 65)
muut huonetilat	-64 (-70 - -52)	-27 (-34 - -19)	-44 (-70 - -19)	-18 (-29 - 4)
Sairaala B				
potilashuoneet	-11 (-32 – 50)	32 (-20 – 380)	-10 (-28 - 70)	19 (-40 - 135)
muut huonetilat	-10 (-25 – 10)	21 (-11 – 147)	-29 (-50 - -15)	-3 (-46 - 140)
Sairaala C				
potilashuoneet	1 (-57 - 213)	9 (-70 - 52)	-9 (-60 - 193)	14 (-45 – 61)
muut huonetilat	-49 (-67 – -32)	-21 (-71 – 160)	-72 (-80 - -60)	-34 (-75 - 130)

Ilmanvaihdon yön aikainen käyttö (ilmanvaihto 1/2-pyörimisnopeudella)

Sairaaloissa A ja B vuodeosastojen ilmanvaihtoa pienennettiin yön ajaksi. Sairaalassa A ilmanvaihto oli yön aikaisella käytöllä klo 21-07 välisenä aikana (10 tuntia) ja sairaalassa B klo 22-06 (9 tuntia). Ilmanvaihdon pienentämisen pääsyyinä on ilmeisesti ollut energiansäästö. On myös esitetty näkemyksiä, että ilmanvaihdon pienentämien vähentäisi ilmanvaihdon meluhaittaa ja sen aiheuttamaa häiriötä potilaiden yönulle.

Potilashuoneista mitatut keskimääräiset tuloilmavirrat olivat ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä $0,4 - 0,8 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirrat $1,0 - 1,1 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Osaston muista huonetiloista mitatut keskimääräiset tuloilmavirrat olivat $0,6 - 0,8 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ ja poistoilmavirrat $0,6 - 1,0 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$. Ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä mitatut tuloilmavirrat olivat 25 - 47 % ilmanvaihdon päiväaikaisen käytöllä mitatuista tuloilmavirtojen arvoista ja poistoilmavirrat 26 - 58 % mitatuista poistoilmavirtojen arvosta.

Huonetilojen tulo- ja poistoilmavirrat eivät täyttäneet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 ulkoilmavirroille esitettyjä ohjearvoja ilmanvaihdon yöaikaisella käytöllä. Ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokkuus ja äänenvaimennus on toteutettava sairaaloissa siten, että vuodeosastojen potilas- yms. huonetilojen ilmanvaihtoa voidaan käyttää siten, että tulo- ja poistoilmavirrat täyttävät rakentamismääräysten ohjearvot myös yön aikana.

Taulukossa 13 on esitetty mitattujen ilmavirtojen keskimääräinen poikkeama suunnitteluarvoihin nähden sairaaloissa A ja B ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen.

Taulukko 13. Keskimääräisten tulo- ja poistoilmavirtojen poikkeama suunnitteluarvoihin nähden ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä.

Sairaala	Ilmavirtojen poikkeama [%] ennen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta (minimi – maksimiarvo)		Ilmavirtojen poikkeama [%] ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen (minimi – maksimiarvo)	
	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta	Tuloilmavirta	Poistoilmavirta
Sairaala A				
potilashuoneet	-	-	-74 (-94 – -43)	-44 (-79 - -6)
muut huonetilat	-	-	-74 (-79 – -64)	-79 (-87 – -6)
Sairaala B				
potilashuoneet	-	-	-60 (-72 – 0)	-43 (-80 - - 20)
muut huonetilat	-	-	-73 (-76 – -65)	-50 (-64 - -20)

Ilmavirtojen tasapainotus

Ilmavirrat tulee tasapainottaa ennen uuden ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönottoa ja tarvittaessa ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton jälkeen. Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus on huoltotoimenpide, jonka jälkeen ilmavirrat on mitattava ja tasapainotettava. Ilmavirtojen tasapainotus ei aina takaa huonetiloihin suunnitelman mukaisia ilmavirtoja. Sairaalassa A osaston muiden huonetilojen keskimääräiset tuloilmavirrat poikkesivat suunnitteluarvoista noin -44 % ja poistoilmavirrat -18 % ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen ja tasapainotuksen jälkeen. Vastaanottotarkastukset tulisi tehdä riittävän edustavin ilmavirtamittauksin ja sallittujen poikkeamien ylityksiä ei pitäisi hyväksyä.

Alla on esitetty tekijöitä, jotka tulivat esille sairaalan A osaston ilmavirtoja tasapainotettaessa:

- Ilmavirtojen tasapainottajalla tulee olla riittävästi kokemusta ja työaikaa, jotta hän pystyy tekemään tasapainotustyön riittävällä tarkkuudella.
- Puhaltimet ja kanavisto tulee olla oikein mitoitettu ja toteutettu.
- Ilmanvaihtokone ja kanavisto on oltava riittävän tiivis.
- Kanavistossa oltava riittävästi virtaussäätimiä.
- Kiinteässä alakatossa tulee olla vähintään 600 × 600 mm kokoiset miesluukut puhdistusluukkujen ja virtaussäätimien kohdalla.
- Turhat puhdistusluukut saattavat aiheuttaa kanavistoon epätiiviyttä.
- Ilmanvaihtojärjestelmiä puhdistettaessa tulo- ja poistoilmalaitteiden sekä virtaussäätimien säätöosat on palautettava samoihin säätöarvoihin ja päätelaitteet kiinnitettävä samoihin kanava-aukkoihin, joissa ne olivat ennen puhdistusta. Tämä käytäntö helpottaa ilmavirtojen tasapainotustyötä puhdistustyön jälkeen.
- Tasapainotustyössä tulo- ja poistoilmavirrat tulisi pyrkiä tasapainottamaan huonekohtaisesti vähintään ±10 % tarkkuudella.
- Mikäli päätelaitteen tai virtaussäätimestä mitattu virtaaman arvo ei ole järkevä tai poikkeaa laitteen kalibrointikäyrästä, on syy selvitettävä tarkemmin.
- Poistoilmaventtiilien tiivisteet tulisi vaihtaa uusiin puhdistustyön aikana, jos ne ovat vaurioituneet. Tällöin ilmavirtojen mittausta voidaan tehdä myös mittaussondilla.

- Jos poistoilmajärjestelmässä on lämmön talteenottosiirrin, niin usein likaisten tilojen poistoilmavirrat pienenevät lämmönsiirtimen likaantuessa. Tämän vuoksi lämmönsiirtimien puhtauteen ja suodattimien toimintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.
- Alakattojen päälle on yleensä kertynyt pölyä ja niiden avaaminen saattaa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista oleskeluvyöhykkeelle.
- Ilmavirtojen tasapainotuksesta on aina laadittava mittauspöytäkirja.

Yhteenveto

Sairaaloiden vuodeosastoilla potilashuoneiden ilmanvaihto koetaan usein riittämättömäksi ja tämän vuoksi huonetiloja tuuletetaan yleisesti. Osastonhoitajien mukaan pääsyyt ikkunatuuletuksen käyttöön olivat huonetilojen tunkkaisuus, epämiellyttävät hajut, ilman liian korkea lämpötila ja kosteus. Hoitajat kokivat potilashuoneiden ilman laadun erityisen huonoksi nukutun yön ja aamupesujen yms. hoitotöiden jälkeen.

Tutkituilla osastoilla mitatut keskimääräiset tuloilmavirrat olivat ilmanvaihtokoneiden päiväaikaisella käytöllä pääosin suunnitteluarvoja pienempiä. Osastojen potilashuoneissa ilmavirrat olivat melko lähellä suunnitteluarvoja, mutta osastojen muissa huonetiloissa, kuten kanslioissa ja osastohoitajan huoneissa, oli ilmanvaihdon riittävyudessa suuremmat puutteet.

Ilmanvaihdon yön aikaisella käytöllä mitatut tuloilmavirrat olivat 25 - 47 % ilmanvaihdon päiväaikaisen käytöllä mitatuista tuloilmavirtojen arvoista ja vastaavasti poistoilmavirrat 26 - 58 % mitatuista poistoilmavirtojen arvoista. Huonetilojen tulo- ja poistoilmavirrat eivät täyttäneet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 ulkoilmavirroille esitettyjä ohjearvoja ilmanvaihdon yöaikaisella käytöllä.

Mittaustulokset osoittavat, että ilmavirrat on tarkastettava mittauksin ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen jälkeen. Ilmavirtamittaukset tulee tehdä ilmanvaihtokoneiden eri käyttötehoilla ja mittausten tulee olla riittävän edustavat. Tarkastusmittaukset ovat yleensä riittävän edustavia, kun vähintään 30 % päätelaitteiden ja kanavien ilmavirroista mitataan. Mikäli ilmavirrat poikkeavat yli ± 10 % tai tilakohtaiset ilmavirrat yli ± 20 % suunnitteluarvoista, on ilmavirrat tasapainotettava vastaamaan suunnitteluarvoja. Poikkeamien ylityksiä ei tulisi sallia. Ilmavirtamittausten yhteydessä tulee lisäksi tarkastaa, että tilojen väliset paine-erot ovat tarkoituksen mukaiset.

Sairaaloiden vuodeosastoilla toiminta on ympärivuorokautista ja potilashuoneissa oleskelee ja hoidetaan henkilöitä, joiden terveydentila on heikentynyt. Artikkelin kirjoittajien tiedon mukaan vuodeosastojen, ja erityisesti potilashuoneiden, ilmanvaihtoa ei ole tarkoitettu pienennettäväksi yön ajaksi, vaikka se näyttää olevan joidenkin sairaaloiden vuodeosastoilla yleinen käytäntö. Sairaaloiden vuodeosastojen ilmanvaihtoa tulee käyttää tarpeen mukaan ja energiataloudellisesti. Sisäilman laadusta ei kuitenkaan pidä energiansäästösyistä tinkiä.

Huonetilojen käyttötarkoituksen muuttuessa tilojen ilmavirrat tulisi muuttaa huonetilojen tulevaa käyttötarkoitusta vastaavaksi. Ilmanvaihtojärjestelmät on suunniteltava ja toteutettava siten, että järjestelmä- ja tilakohtaiset ilmavirrat on helposti muutettavissa, mitattavissa ja tasapainotettavissa.

Ilmanvaihtojärjestelmiä puhdistettaessa tulo- ja poistoilmalaitteiden sekä virtaussäätimien säätöosat on palautettava samoihin säätöarvoihin ja päätelaitteet kiinnitettävä samoihin kanava-aukkoihin, joissa ne olivat ennen puhdistusta. Tämä käytäntö helpottaa ilmavirtojen tasapainotustyötä puhdistustyön jälkeen.

Kiitokset

Artikkeli perustuu tutkimukseen, joka on tehty Sairaaloiden ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja puhdistuksessa leviävien epäpuhtauksien hallinta -hankkeessa. Tekijät kiittävät lämpimästi Työsuojelurahastoa, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskusta, HUS-Kiinteistöt Oy:tä, Kuopion yliopistollista sairaalaa, Are Oy:tä ja Fläkt Woods Oy:tä hyvästä yhteistyöstä ja tutkimuksen rahoittamisesta. Hankeen loppuraportti julkaistaan kesällä 2010.

Lähteet

D2 (1978) Sisäasian ministeriön määräykset ja ohjeet D2/27.10.1978. Helsinki 1978.

D2 (1987) Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 1987. Helsinki 1987.

D2 (2003) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

D2 (2010) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto.

LVI (1955) Lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden suunnittelun normaaliohjeet. Lämpö- ja vesijohtoteknillinen yhdistys r.y. Helsinki.

LVI (1966) Lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden suunnittelun normaaliohjeet. 2. painos. Lämpö- ja vesijohtoteknillinen yhdistys r.y. Helsinki.

Reijula K. (2005) Sairaaloiden kunto ja ilmanvaihto. Selvityshenkilön raportti. Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistioita 2005:3. Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki 2005.

SFS 5512 (1989) Ilmastointi. Ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmastointilaitoksissa. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Metalliteollisuuden Standardoimiskeskus.