



**Uimahallien ja kylpylöiden
sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevat
terveydelliset ohjeet**

Terveydeksenne •

STTV

Sisällys

| | |
|---|----|
| ALKUSANAT | 5 |
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 1.1 Tausta..... | 6 |
| 1.2 Uimahalli-ilman erityispiirteet..... | 6 |
| 2 ALLASVEDESTÄ HAIHTUVAT AINEET | 7 |
| 2.1 Trihalometaanit..... | 7 |
| 2.2 Kloramiinit..... | 8 |
| 2.3 Halogenoidut etikkahapot | 8 |
| 2.4 Biologiset epäpuhtaudet..... | 9 |
| 3 UIMAHALLIEN JA KYLPYLÖIDEN ALLASHUONEIDEN ILMASTOINTI | 9 |
| 3.1 Vedestä allashuoneen ilmaan siirtyvien epäpuhtauksien poisto..... | 9 |
| 3.2 Lämmitys ja jäähdytys | 9 |
| 3.3 Kosteus | 10 |
| 4 ILMASTOINNIN MITOITUS | 10 |
| 4.1 Kosteuden hallinta..... | 10 |
| 4.2 Uimahallin painesuhteet | 11 |
| 4.3 Haitallisten aineiden poistaminen allashuoneen ilmasta..... | 11 |
| 4.4 Veden haihdunnan arviointi | 12 |
| 5 UIMAHALLITILOJEN ILMAVIRRAT JA LÄMPÖTILAT | 13 |
| 5.1 Tuloilmavirta | 13 |
| 5.2 Tuloilman johtaminen allashuoneeseen | 13 |
| 5.3 Uimahallitilojen lämpötilat | 13 |
| 6 TERVEYSVALVONNAN TOIMENPITEET | 15 |
| LÄHDELUETTELO..... | 16 |
| LIITE 1: Ilman lx-piirros | |
| LIITE 2: Uimahallien ilmanvaihtolaitteistot | |

Alkusanat

Uimahallien ja kylpylöiden sisäilmaston laatuun ja ilmastoinnin suunnitteluun vaikuttaa monia tekijöitä, joiden yhteensovittaminen on vaikeaa. Ilmastoinnin suunnittelussa on otettava huomioon muun muassa ilman kosteus- ja lämpötilaolosuhteet, allasvedestä haihtuvat terveydelle haitalliset aineet ja sisäilmaston terveellinen laatu sekä kylpöijöille että henkilökunnalle. Ilmastoinnin suunnittelussa on otettava huomioon myös kosteuden aiheuttamat rakennetekniset riskit.

Tässä ohjeessa esitetään uimahallien ja kylpylöiden sekä vastaavien laitosten allas-, pesu- ja pukutilojen ilman laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä ilmanvaihdon mitoituksen ja suunnittelun pääperiaatteet. Ohje on laadittu terveysperusteisista lähtökohdista ja siinä on otettu huomioon myös uimahallin kosteus- ja energiataseet. Tässä ohjeessa ei käsitellä yksityiskohtaisia ilmastointiin liittyviä rakennusteknisiä seikkoja. Tarkemmat ilmastoinnin suunnitteluohjeet annetaan opetusministeriön toimesta laadittavassa LVI-kortissa.

Tämä uimahallien ja kylpylöiden sisäilmaston laatua ja ilmastoinnin suunnittelua käsittelevä ohje on laadittu Artemar Oy:n tutkimusprojektin asiantuntijakonsultin ehdotuksen pohjalta sosiaali- ja terveysministeriön toimeksiannosta. Ohjeeseen on koottu uimahallin ilmastoinnin suunnittelun perusteena käytettävää asiantuntijatieta ja sitä laadittaessa on tehty yhteistyötä opetusministeriön ja Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitto ry:n kanssa.

Kiitän kaikkia henkilöitä ja tahoja, jotka ovat osallistuneet ohjeen valmisteluun.

Helsingissä 3.12.2007

Ylitarkastaja Päivi Aalto

Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus

1 Johdanto

Uimahallien ja kylpylöiden allasvedestä haihtuu allashuoneen ilmaan paljon erilaisia terveydelle haitallisia aineita. Useissa tutkimuksissa on raportoitu sekä aktiivisilla uimareilla että uimahallien työntekijöillä esiintyvistä erilaisista oireista, joista yleisimpiä ovat ylähengitysteiden ja silmien ärsytysoireet.

Tämän ohjeen tavoitteena on esittää uimahallien sisäilman terveydelliseen laatuun vaikuttavat ja ilmastoinnin suunnittelussa huomioon otettavat tekijät terveellisen sisäilman aikaansaamiseksi. Ohje on tehty ensisijaisesti terveydensuojeluviranomaisten avuksi uimahalleista ja kylpylöistä sekä vastaavista laitoksista tehtävien terveydensuojelulain mukaisten ilmoitusten käsittelyyn ja päätöksentekoon.

Ohjeessa on käytetty muun muassa seuraavia lyhenteitä: HTP-arvo = haitalliseksi tunnettu pitoisuus, ppm (parts per million) = miljoonasosa ja cfu (colony forming units) = pesäkkeitä muodostava yksikkö.

1.1 Lainsäädännöllinen tausta

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen (895/1999) 50 §:ssä edellytetään, että rakennuksesta ei saa aiheutua hygienian tai terveyden vaarantumista syistä, jotka liittyvät mm. ilmaan oleviin vaarallisiin hiukkasiin tai kaasuihin taikka rakennuksen osien tai sisäpintojen kosteuteen.

Rakennuksen lämpö-, vesi- ja ilmastointiteknisistä ratkaisuista tulee laatia erillissuunnitelmat. LVI-suunnitelmat on esitettävä kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle, joka tarvittaessa pyytää suunnitelmista lausunnon palo- ja terveydensuojeluviranomaisilta.

Terveydensuojelulain (763/94) 13 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on tehtävä viimeistään 30 vuorokautta ennen toiminnan aloittamista kirjallinen ilmoitus kunnan terveydensuojeluviranomaiselle yleiseen käyttöön tarkoitettun uimahallin tai kylpylän perustami-

sesta tai käyttöönotosta. Vastaava ilmoitus on tehtävä myös uimahallin tai kylpylän toiminnan olennaisesta muuttamisesta.

Terveydensuojeluasetuksen (1280/94) 4 §:n mukaan ilmoituksessa on oltava selvitys ilmanvaihdosta sekä esitettävä muut tarpeelliset tiedot terveyshaitan arvioimiseksi ja mahdolliset toimenpiteet terveyshaitan estämiseksi. Ilmoitukseen on liitettävä myös tarpeelliset piirustukset ja selvitys, kuinka suu- ralle kävijämäärälle uimahalli tai kylpylä on suunniteltu.

Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on tarkastettava ilmoitus viivytyksettä ja tehtävä siitä päätös. Ilmoituksen käsittely edellyttää tarkastuskäyntiä kohteessa. Tarkastuksesta on laadittava pöytäkirja, joka on annettava toiminnanharjoittajalle (Tsa 1280/94, 5 §).

1.2 Uimahalli-ilman erityispiirteet

Uimahallin ilma poikkeaa merkittävästi tavanomaisesta huoneilmasta. Uimahallin ilma on kosteaa, hyvin lämmintä ja siihen siirtyy epäpuhtauksia allasvedestä. Epäpuhtaudet voivat olla sekä kemiallisia että biologisia.

Kylpijät ovat uimahallissa lähes vaatetamattomina ja suuren osan aikaa heidän ihonsa ja uimapukunsa ovat kosteita, jolloin iholta ja uimapuvusta tapahtuva veden haihdunta jäähdyttää ihoa. Kylpijien mukavuuden kannalta ilman tulee olla lämmintä ja niin kosteaa, että iholta tapahtuva haihdunta pysyy riittävän alhaisena.

Toisaalta uimahallin henkilökunta työskentelee samoissa tiloissa kuivana ja kevyesti vaatetettuna, jolloin henkilökunta saattaa altistua liian suurelle lämpökuormalle. Liiallista lämpökuormaa voidaan vähentää riittävällä kylmien nesteiden nauttimisella ja tauottamalla työtä riittävän usein viileämmässä tilassa. Joka tapauksessa uimahallin olosuhteet tulee saattaa sellaisiksi, että ne ovat kohtuulliset sekä kylpijille että henkilökunnalle.

2 Allasvedestä haihtuvat aineet

Altaasta haihtuu veden ohella myös erilaisia allasveden sisältämiä aineita. Näistä merkittävimpiä terveydensuojelun näkökulmasta ovat kloorauksessa veteen muodostuvat klooriyhdisteet, mono-, di- ja trihaloramiinit (NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3) ja trihalometaanit, joita ovat kloroformi (CHCl_3), bromidikloorimetaani (CHCl_2Br), klooridibromimetaani (CHClBr_2) ja bromoformi (CHBr_3). Uimahalli-ilman ”kloorin haju” aiheutuu edellä luetelluista yhdisteistä, etenkin kloramiineista.

Allasvedestä haihtuvien epäpuhtauksien vähentämiseksi on vedenkäsittelyn menetelmillä ja näiden mitoituksella sekä erityisesti asiantuntevalla huollolla oleellinen vaikutus allastilan ilman laatuun. Vedenkäsittelyjärjestelmän mitoitukselta on laadittu LVI-kortti LVI 22–10386 ja allasveden laatuvaatimuksista ja laadun valvonnasta on sosiaali- ja terveysministeriön asetus 315/2002 sekä asetuksen soveltamisopas (6 ja 11). Terveydensuojelulain muutoksen (285/2006) 28a §:n nojalla allasveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä tekevällä henkilöllä on myös oltava laitosteknistä ja allasvesihygienistä osaamista osoittava Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksen antama todistus.

2.1 Trihalometaanit

Trihalometaaneeja (THM) muodostuu kloorin ja orgaanisten epäpuhtauksien reaktiotuotteina. Ne ovat hengitettynä suurina pitoisuuksina myrkyllisiä ja pieninäkin pitoisuuksina niiden epäillään olevan karsinogeenisiä. Trihalometaanit ovat helposti haihtuvia ja siten niiden pitoisuus on suurimmillaan välittömästi veden pinnan yläpuolella uimareiden hengitysvyöhykkeellä. Suomessa sisäilmaiden veden trihalometaanien suurin sallittu pitoisuus on 50 $\mu\text{g/l}$ kloroformina ilmoitettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 315/2002).

Trihalometaanien muodostumista voidaan ehkäistä puhdistamalla vesi hyvin orgaanisista

hiiliyhdisteistä. Orgaanisten hiiliyhdisteiden pitoisuutta kuvaa KMnO_4 -luku (kaliumpermanganaattiluku), jonka tulisi olla mahdollisimman pieni. Sosiaali- ja terveysministeriön allasvesiasetuksessa (315/2002) KMnO_4 -luvun laatuvaatimus on ≤ 10 mg/l. Trihalometaanien muodostumista voidaan myös vähentää pitämällä veden klooripitoisuus alhaisena, uimaveden ilmastuksella puhdistuksen yhteydessä ja suodattamalla vesi aktiivihiilisuotimella. Uimareiden peseytymisellä ja muusta hygieniasta huolehtimisella on suuri vaikutus allasveden epäpuhtauksien määrään. Peseytymisohjeet ja peseytymisen valvonta ovat siten oleellisia tekijöitä myös ilman laadun kannalta.

Saksassa kolmessa uimahallissa tehdyssä tutkimuksessa mitattiin uimareiden ja uinninvalvojien veren ja virtsan trihalometaanipitoisuuksia. Tässä tutkimuksessa suurimmat pitoisuudet todettiin aktiivisimmilta uimareilta. Myös uinninvalvojien veren trihalometaanipitoisuudet olivat kohonneet. Yhden hallin uinninvalvojilla pitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin muiden hallien uinninvalvojilla. Tämän hallin valvomo ei ollut täysin eristetty allashuoneen sisäilmasta. (3)

Allasvedestä haihtuvista trihalometaanista kloroformi on haitallisin ja ihmiselle syöpää aiheuttava aine (Työministeriön päätös 838/1993). Sosiaali- ja terveysministeriö on vahvistanut asetuksella (109/2005) luettelon työpaikan ilman haitallisiksi tunnetuista epäpuhtauksien pitoisuuksista (HTP). Kloroformin pitkäaikaisen altistuksen HTP-arvo 8 tunnin keskipitoisuutena on 2 ppm (tilavuusosuus) ja 10 mg/m^3 (massapitoisuus). Lisäksi aineen kohdalla on HTP-luettelossa huomautus ”iho”, koska kloroformi voi imeytyä elimistöön merkittävässä määrin ihon läpi. (10) Muissa tiloissa tulee ilman epäpuhtauksien pitoisuuden olla korkeintaan kymmenesosa työpaikan ilman HTP-arvoista (14).

Kloroformia siirtyy uimareihin vedestä ihon läpi, vettä nielemällä ja hengitysteitse hengitysilman mukana. Modenassa tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin kloroformipitoisuuksia kylpijoiden veriplasmasta. Vertailuryhmän (40 henkilöä) plasmassa ei havaittu kloroformia (analyysin herkkyys 0,8 nmol/l), mutta uimareiden plasman (127 näytettä) kloroformipitoisuus vaihteli välillä 0,8–25,1 nmol/l. Plasmanäytteiden kloroformipitoisuus korreloi veden ja ilman kloroformipitoisuuksien, altaassa vietetyn ajan sekä uinnin aktiivisuuden kanssa. Korrelaatio oli merkittävä ilman kloroformipitoisuuden kanssa. (7)

Raunemaan et al. tutkimuksessa neljästä suomalaisesta uimahallista mitatut allasveden kloroformipitoisuudet olivat 6,6–40 µg/l. Pienimmät pitoisuudet olivat uimahallissa, jossa vesi otsonoitiin. Viidessä uimahallissa mitattujen allasluoneiden ilman halogenoitujen hiilivetyjen kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 2,4–81,1 µg/m³. Allasveden ja ilman hiilivetyjen pitoisuuksien todettiin korreloivan hyvin keskenään. Jos allasvedessä oli paljon kloroformia, niin sitä oli paljon myös ilmassa. Myös altaassa olevien uimareiden määrä lisäsi sekä veden että ilman kloroformipitoisuutta. (8)

Valkeisen et al. vuonna 2007 valmistuksessa, kymmenen suomalaista uimahallia käsittäneessä tutkimuksessa mitatut uimahallien sisäilman kloroformipitoisuudet olivat välillä 8,9–84,0 µg/m³ (keskiarvo 23,7 µg/m³). Vesihierontalaitteita sisältävillä terapia-allasosastoilla kloroformipitoisuudet olivat keskimäärin suuremmat kuin pääallasosastoilla (29,0 µg/m³). Suomalaisista uimahalleista tehdyissä tutkimuksissa ovat allastiloista mitatut kloroformipitoisuudet olleet siis selvästi alle yhdisteen HTP-arvon. (12)

Jos allasvedessä on kloorin lisäksi bromia, niin reaktiotuotteena voi muodostua myös bromoformia. Hengitysteitse tapahtuvan bromoformialtistuksen on todettu aiheuttavan mm. hengitysteiden ärsytystä sekä silmien vuotamista ja syljen eritystä. Bromoformi on

todettu eläimille syöpää aiheuttavaksi yhdisteeksi. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön vahvistama HTP-arvo bromoformille on 0,5 ppm ja 5,2 mg/m³ (8 h, iho). Suomalaisista uimahalleista mitatut bromoformipitoisuudet ovat kuitenkin olleet hyvin pieniä.

2.2 Kloramiinit

Kloramiineista trikloramiini on suhteellisen helposti haihtuva. Trikloramiini saattaa aiheuttaa silmien, nenän ja kurkun ärsytystä, aivastelua, yskää, hengityksen vinkunaa, painon tunnetta rinnassa, hengenahdistusta ja päänsärkyä (1). Useissa artikkeleissa esitetään kloramiinien aiheuttaneen uimareilla tai henkilökunnalla edellä todettuja oireita, mutta ei ole osoitettu, että oireet olisivat varmasti kloramiinien aiheuttamia. Bernard et al. ovat useiden tutkimusten tulosten perusteella esittäneet, että uimahalleissa havaitut veden ja ilman sisältämät hapettavat aineet, kuten kloramiini ja hypokloriitti voivat aiheuttaa keuhkojen pintasolukon muutoksia, jotka saattavat johtaa astmaan (2).

Valkeisen et al. tutkimuksessa uimahallien allastiloista mitatut ilman trikloramiinipitoisuudet jäivät kahta näytettä lukuun ottamatta alle määrittämissä raja-arvoissa. Määrittämissä raja-arvoista ylittäneistä näytteistä toisen, pääallastilasta kerätyn näytteen pitoisuus oli 0,13 mg/m³ ja toisen terapia-allasosastolta kerätyn näytteen pitoisuus oli 0,16 mg/m³. (12) Allasveden tai ilman kloramiinipitoisuuksille ei ole Suomessa asetettu ohje- tai raja-arvoja.

2.3 Halogenoidut etikkahapot

Allasveden kloorauksen sivutuotteina voi syntyä myös halogenoituja etikkahappoja. Uimahalleissa altistuminen voimakkaasti ärsyttävälle kloorietikkahapoille tapahtuu pääasiassa hengitysteitse. Monokloorietikkahapon hetkellisen pitoisuuden HTP-arvo on 1 ppm ja 3,9 mg/m³ (iho) (10).

Allasveden kloorattujen etikkahappojen pitoisuudet korreloivat allashuoneen ilman halogenoitujen hiilivetyjen pitoisuuksien kanssa. Valkeisen et al. tutkimuksessa allastilojen ilman kloorietikkahappopitoisuudet olivat koemittauksissa hyvin pieniä ja jäivät yhtä näytettä lukuun ottamatta alle määrittämissä (12).

2.4 Biologiset epäpuhtaudet

Kosteus on merkittävin mikrobien kasvuun vaikuttava tekijä rakennuksissa ja joidenkin uimahallien yläpohjissa on todettu vakaviakin kosteus- ja mikrobivaurioita. Niiden eräänä syynä on ollut uimahallien sisäpuolinen ylipaine, joka on aiheuttanut kostean halli-ilman virtauksen yläpohjarakenteeseen. (5)

Raunemaan et al. ja Valkeisen et al. tekemissä tutkimuksissa ei kuitenkaan todettu merkittävään aktiiviseen tai laaja-alaiseen mikrobikasvustoon viittaavaa kasvustoa. Valkeisen et al. tutkimuksessa olivat allastilojen ilman sieni-itiöiden keskipitoisuudet vanhoissa halleissa 43 cfu/m^3 ja uusissa sekä peruskorjatuissa halleissa vielä selvästi tätä pienempiä (keskipitoisuus 9 cfu/m^3). Bakteeripitoisuudet olivat niin ikään normaalitasolla, noin $\leq 200 \text{ cfu/m}^3$. (8 ja 12)

Bioaerosoleille ei ole asetettu HTP-arvoja eikä muita terveysperusteisia raja-arvoja. Kohonneena sieni-itiöpitoisuutena pidetään taajamassa sijaitsevilla asunnoilla talviaikaan $100\text{--}500 \text{ cfu/m}^3$ ja kohonneena bakteeripitoisuutena $> 4\ 500 \text{ cfu/m}^3$ (9).

3 Uimahallien ja kylpylöiden allashuoneiden ilmastointi

Allashuoneiden ilmastoinnin tehtävänä on tuottaa allashuoneessa oleskeleville riittävä määrä raitista ilmaa ja poistaa altaasta haihtuvia ja ihmisistä peräisin olevia epäpuhtauksia. Ilmastoinnin tehtävänä on myös osaltaan lämmittää allashuonetta ja sen rakenteita siten, että niihin ei tiivisty kosteutta. Ilmanvaihto tulee mitoittaa ja säätää niin, että huoneilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet ovat sekä kylpöijöille että henkilökunnalle miellyttävät ja rakenteille turvalliset.

3.1 Vedestä allashuoneen ilmaan siirtyvien epäpuhtauksien poisto

Edellä on todettu, että allasvedestä haihtuvat aineet saattavat olla kylpöijöiden terveydelle haitallisia. Ilmastointi on suunniteltava ja mitoitettava niin, että epäpuhtaudet saadaan riittävästi poistetuksi allashuoneesta. Ilmastointisuunnitelmassa on otettava erityisesti huomioon altaan pintatason sekä oleskelualueiden

riittävä ilmanvaihto. Mitoitusta vaikeuttaa se, että allashuoneiden ilmassa esiintyvien haitallisten aineiden enimmäispitoisuuksille ei ole Suomessa asetettu ohjearvoja lukuun ottamatta kloroformia, bromoformia ja monokloorietikkahappoa.

Ilma kohoaa altaista pääasiassa ylöspäin ja kerrostuu 2–3 metrin korkeudelle. Valkeisen et al. tutkimuksessa kymmenestä allastilasta viidessä epäpuhtauksien poistotehokkuus oli puutteellinen ja viidessä hallissa riittävä. Halleissa, joissa ilmanvaihto oli epäpuhtauksien poistumisen kannalta puutteellinen, ilman kloroformipitoisuus oli keskimäärin $22,5 \mu\text{g/m}^3$. Pääallastilojen ilmanvaihtokerroin vaihteli välillä 0,8–3,1 kertaa tunnissa. (12)

3.2 Lämmitys ja jäähdytys

Uimahallien ja kylpylöiden allashuoneet ovat yleensä ilmalämmitteisiä. Kylpöijöiden kannalta miellyttävä allashuoneen lämpötila on

29–32 °C. Tuloilman lämmitys ja ilmavirrat on mitoitettava siten, että niillä voidaan lämmittää allashuoneen ilma tavoitelämpötilaan sekä korvata rakenteiden lämpöhäviöt ja veden haihdunnan ilmasta sitoma lämpö. Allastiloissa saattaa olla myös lattialämmitys, joka lämmittää allastilaa.

Allashuoneet jäähdytetään tarvittaessa ulkoilmalla, joka on käytännöllisesti katsoen aina allashuoneen ilman lämpötilaa viileämpää. Jäähdytystilanteissa tuloilman lämpötila ei saa olla kovin paljon allashuoneen ilmaa viileämpää, sillä suuri lämpötilaero aiheuttaa kylpijöille vedon tunnetta.

3.3 Kosteus

Allashuoneiden ilman kosteus on hallittava ilmanvaihdon avulla. Ilman kosteuden on oltava niin suuri, että kylpijöiden märältä iholta tapahtuva haihdunta ei aiheuta ihon jäähtymistä siinä määrin, että ihminen tuntee vilua. Toisaalta ilman kosteus ei saa nousta niin suureksi, että rakenteisiin tiivistyy kosteutta,

joka saattaa aiheuttaa rakenteiden vaurioitumista ja mikrobiongelmia.

Tavoitekosteus riippuu aina allashuoneen ilman ja allashuoneen rakenteiden lämpötiloista. Kosteuden tunkeutumisesta rakenteisiin voidaan vähentää pitämällä allashuoneen sisäilma riittävän kuivana sekä allashuoneet alipaineisina ulkoilmaan nähden. Ilman sisältämää kosteutta voidaan poistaa lisäämällä kuivaa ulkoilmaa tuloilmaan ja/tai kierrättämällä allashuoneen ilmaa ilmankuivaimen kautta.

Kosteudenpoiston mitoittamiseksi on arvioitava allashuoneissa tapahtuva veden haihtuminen. Ilmanvaihdolla tapahtuvan kosteudenpoiston teho riippuu allashuoneen poistoilman ja allashuoneeseen johdettavan ulkoilman absoluuttisten kosteuksien erosta. Lämpimällä säällä allashuoneen ulkoilmaa vasten olevat rakenteet lämpiävät, jolloin rakenteissa ei tapahdu kosteuden tiivistymistä. Tällöin rakenteiden kannalta voidaan sallia sisäilman suurempi kosteus kuin kylmällä säällä.

4 Ilmastoinnin mitoitus

4.1 Kosteuden hallinta

Allashuoneen absoluuttisen kosteuden terveydellisenä ylärajana voidaan pitää 14,3 g H₂O/(kg kuivaa ilmaa), mikä on noin 20 % pahoinvointirajan alapuolella (13). Vaatimus toteutuu esimerkiksi silloin, kun sisäilman lämpötila on 30 °C ja suhteellinen kosteus 54 %. Usein joudutaan rakenneratkaisujen takia pitämään allashuoneen ilman kosteus tätä alhaisempana. Myös altailta työskentelevän henkilökunnan hyvinvoinnin kannalta on mahdollisesti asetettava matalampi rajakosteus sellaisissa halleissa, joissa henkilökunnalla

ei ole käytettävissään selvästi allashuonetta viileämpää valvomoa.

Lämpimänä vuodenaikana niinä aikoina, kun allashuoneessa ei ole ihmisiä, energiaa voidaan säästää antamalla kosteuden asetusarvon nousta lineaarisesti ulkoilman lämpötilasta riippuen esimerkiksi seuraavasti:

Ulkoilma 0 °C, asetusarvon nousu 0 % ...
ulkoilma +15 °C, asetusarvon nousu 15 %.

Uimahallin toimintavarmuuden kannalta on välttämätöntä, että kosteus pystytään riittävästi poistamaan kaikkina vuodenaikoina

ulkoilmalla riippumatta siitä, millaisia teknisiä ratkaisuja allashuoneen ilman kuivaukseen käytetään. Ulkoilman kuivausteho riippuu sen sisältämästä vesimäärästä (absoluuttisesta kosteudesta). Suurimman kosteudenpoistossa tarvittavan ilmavirran mitoituksessa voidaan käyttää ulkoilman kosteusarvoa, joka on vuoden kosteimman kuukauden absoluuttisen kosteuden keskiarvo. Suomen etelärannikolla se on noin 9 g H₂O/(kg kuivaa ilmaa) ja Lapissa noin 30 % matalampi eli 6,3 g H₂O/(kg kuivaa ilmaa).

Ulkoilman suhteellinen kosteus voi kesällä nousta kosteimman kuukauden keskiarvoa korkeammaksi. Tällöin allashuoneen ilman kosteus nousee jonkin verran suunnitteluarvoa korkeammaksi, mutta se ei ole vaarallista, koska kesällä rakenteet ovat lämpimiä eikä niihin silloin tiivisty kosteutta.

4.2 Uimahallin painesuhteet

Uimahallin ilmastoinnin peruseriaate on, että tilat, joiden ilma sisältää eniten kosteutta, ovat alipaineiset muihin tiloihin nähden.

Seuraavat periaatteet on **otettava huomioon** hallitilojen suunnittelussa ja valvonnassa:

- Allashuoneet ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden.
- Pesuhuoneet ovat alipaineiset allashuoneisiin nähden.
- Klooraus- ja otsonointitilat ovat alipaineiset ympäristöönsä nähden.
- Valvomo- ym. viileät ja kuivat tilat ovat ylipaineisia allashuoneeseen nähden.
- Pukuhuoneet ovat ylipaineisia pesu- ja allashuoneisiin nähden.
- Aula on ylipaineinen pukuhuoneisiin nähden ja suurin piirtein tasapainossa ulkoilmaan nähden.
- Oheistilat ovat ylipaineiset kosteisiin tiloihin nähden.

4.3 Haitallisten aineiden poistaminen allashuoneen ilmasta

Haitallisten aineiden ilmaan siirtymisen mekanismi muistuttaa allasveden ilmaan haihtumista. Täysin samanlaisia mekanismeit eivät kuitenkaan ole keskenään, sillä haitallisten aineiden pitoisuus vedessä on vain suuruusluokkaa 0,00001–0,1 %. Veden ja haitallisten aineiden siirtyminen allashuoneen ilmaan tapahtuu sitä nopeammin, mitä enemmän vettä ja ilmaa liikutetaan. Mitä enemmän vettä haihtuu allashuoneen ilmaan, sitä enemmän siihen siirtyy myös haitallisia aineita, ja sitä enemmän on ilmaa vaihdettava haitallisten aineiden poistamiseksi allashuoneesta.

Allasvettä kertyy allashuoneen ilmaan altaasta haihtumalla ja roiskepisaroina. Pienimmät pisarat jäävät leijumaan allashuoneen ilmaan ja haihtuvat vesihöyryksi. Pisaroista ja allasvedestä siirtyy ilmaan ionimuodossa olevia ja niukkaliukoisia aineita kuten klorideja, kloorietikkahappoja ja mono- ja dikloramiineja. Aerosolikokoisten vesipisaroiden kuivuttua niiden sisältämät ionimuotoiset ja kiinteät hiukkaset jäävät allashuoneen ilmaan leijuviksi, erittäin pienikokoisiksi hiukkasiksi.

Epäpuhtauksien haihduntaan vaikuttavat pääosin samat tekijät kuin veden haihduntaan, jolloin niiden poistoon tarvittava ulkoilmavirta voidaan suhteuttaa siihen. Tämän ulkoilmavirran tuntikeskiarvon on oltava vähintään 30 % sellaisesta laskennallisesta ulkoilmavirrasta, joka tarvitaan kosteuden poistoon, kun allashuoneen ja ulkoilman kosteusero on 5,3 g H₂O/(kg kuivaa ilmaa). Tämä vastaa 57 kg kuivaa ilmaa/(kg haihtuvaa vettä).

Esimerkki: Jos mitoitusilanteen laskennallinen veden haihtuma on 300 kg H₂O/h (ks. laskentamenetelmä luku 4.4), on mitoitusulkoilmavirta edellä mainitulla kosteuserolla laskettuna noin 48 000 m³/h ja 30 % tästä on noin 14 500 m³/h (eli noin 4 000 litraa/s).

Allashuoneen tuloilmaan voidaan sekoittaa palautusilmaa. Tuloilman on kuitenkin sisällettävä riittävä määrä puhdasta ulkoilmaa terveydelle haitallisten ilman epäpuhtauksien laimentamiseksi. Haitallisten aineiden poistamiseksi uimareiden hengitysalueelta ilman virtausnopeuden tulisi olla allasveden yläpuolella vähintään 0,2 m/s tavanomaisissa käyttöolosuhteissa. Allashuoneeseen tuotavan ulkoilmavirran ehdottomana minimiarvona allashuoneen käyttöaikana on Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 mainittu arvo 2 dm³/s/ m².

Allashuoneen ilman laatua tulee ensisijaisesti pyrkiä parantamaan vähentämällä vedestä allashuoneen ilmaan haihtuvien epäpuhtauksien määrää tehostamalla veden käsittelyä. Tehokkaalla veden puhdistuksella estetään kloorattujen yhdisteiden muodostumista.

4.4 Veden haihdunnan arviointi

Yleensä veden haihdunnan suuruus on ilmastoinnin tärkein mitoittava tekijä. Haihduntaa voidaan kuvata yhtälöllä

$$m'_v = \varepsilon A (p_v - p_{vh}) \quad (1)$$

missä m'_v = veden haihdunta [g H₂O/h],
 ε = kokemusperäinen haihdunta-kerroin [(g H₂O)/(h m² hPa)],
 A = allaspinta-ala [m²],
 p_v = allasveden höyrynpaine (= kylläisen ilman vesihöyryn osapaine allasveden lämpötilassa) [hPa] ja
 p_{vh} = vesihöyryn osapaine allashuoneen ilmassa [hPa].

Kokemusperäisen haihduntakertoimen ε arvo riippuu lähinnä altaan käytön aktiivisuudesta. Suuntaa-antavia kylpyajan maksimi- ε -arvoja ovat seuraavat:

| | ε [(g H ₂ O)/(h m ² hPa)] |
|--------------------|---|
| Yleinen uima-allas | 20 |
| Vapaa-ajan kylpylä | 28 |
| Aaltoallas | 35 |
| Poreallas | 11 |

Porealtaissa on lisäksi otettava huomioon porealtaiden läpi puhallettavan ilman mukanaan tuoma vesihöyry. Porealtaiden aiheuttama haihdunta lasketaan kaavasta

$$m'_v = \varepsilon A (p_v - p_{vh}) + V'_i \sigma_i (x_2 - x_1) \quad (2)$$

missä m'_v = porealtaasta haihtuva vesivirta [g H₂O/h],
 ε = kokemusperäinen haihdunta-kerroin [(g H₂O)/(h m² hPa)],
 V'_i = veteen johdettu ilmastusilmavirta [m³/h],
 σ_i = veteen johdetun ilman tiheys [(kg k.i.)/m³],
 x_1 = allashuoneesta poistuvan ilman kosteus [(g H₂O)/(kg k.i.)],
 x_2 = kylläisen ilman kosteus porealtaan veden lämpötilassa [(g H₂O)/(kg k.i.)]
 k.i. = kuivaa ilmaa.

Eräiden laitteiden suuntaa-antavia haihdunta-arvoja:

| | |
|---------------------------------|---|
| Niskahierontalaitteet | 5 000 – 10 000 g H ₂ O/(h kpl) |
| Vesiliukumäet | 500 g H ₂ O/(h m pituutta) |
| Vesisienet | 3 000 g H ₂ O/h |
| Vesiputoukset, 2–3 m korkeat | 10 000 g H ₂ O/(h m leveyttä) |

5 Uimahallitilojen ilmavirrat ja lämpötilat

5.1 Tuloilmavirta

Kylpyaikoina allashuoneen tuloilmaan on sekoitettava hygieeniseltä kannalta riittävä määrä ulkoilmaa ja allashuoneesta on poistettava vastaava määrä jäteilmaa. Ulkoilmavirtaa lisätään kosteudenpoistotarpeen kasvaessa.

Allashuoneen tuloilmavirran on oltava niin suuri, että allashuoneen ilma sekoittuu kunnolla. Näin vältetään kosteuden tiivistymiseltä kylmille pinnoille ja saadaan altaasta veden pinnalle haihtuvat epäpuhtaudet sekoitetuksi allashuoneen ilmaan ja edelleen poistetuksi jäteilman mukana. Tuloilman allashuoneeseen johtamisen tavasta ja allashuoneen muodosta riippuen ilman vaihtuminen 4–7 kertaa tunnissa on yleensä riittävä. Tuloilmavirran on tuotava allashuoneeseen myös riittävästi lämpöä korvaamaan lämpöhäviöt. Lämmityksen edellyttämä suuri ilmamäärä saattaa olla mitoitettava tekijä.

5.2 Tuloilman johtaminen allashuoneeseen

Poistoilma-aukkojen sijoituksella ei voida kovinkaan paljoa vaikuttaa allashuoneen ilman virtauksiin, vaan tähän vaikuttaa nimenomaan tuloilman puhallus allashuoneeseen. Tuloilma on puhallettava allashuoneeseen siten, että se tuo riittävästi lämpöä kylmille pinnoille kuten ulkoseinille, ikkunoille ja ulkoilmaan rajoittuville katon osille. Lisäksi allashuoneen ilmaa on sekoitettava tuloilmavirtauksen avulla niin, että ilma ei pääse kerrostumaan ja että ilmavirta huuhtelee epäpuhtauksia pois altaiden pinnalta. Tuloilma on toisaalta johdettava halliin niin, että ilmavirta ei aiheuta kylpijälle vedon tunnetta.

Tuloilman puhallus tulisi toteuttaa riittävän suurella (ilmankierto 4–7 kertaa tunnissa), kylmien seinien ja ikkunapintojen edessä alhaalta suoraan ylös puhallettavalla tuloilmavirralla. Katsomoiden, uinninvalvomaiden, uimaopetukseen ja vesiliikunnan ohjaukseen käytettävien reuna-alueiden ja muiden mahdollisten erityistilojen ilmanvaihto tulisi toteuttaa erillisellä tuloilman puhalluksella, jolla on oma lämpötilan säätö.

Ikkunarakenteissa on usein vaakasuoria ulkonevia palkkeja, jotka estävät ikkunoiden tehokkaan huuhtelun alhaalta puhallettavalla tuloilmavirralla. Tällöin kosteuden tiivistymistä ikkunapinnoille voidaan estää esimerkiksi johtamalla tuloilmaa ikkunarakenteiden sisäpuolen runkoprofiilien kautta lasipinnoille tai johtamalla tuloilmaa ikkunan sisäpinnan ja ikkunan eteen sisäpuolelle asennetun suojalasin väliin ja sieltä edelleen allashuoneeseen. Yhtenä vaihtoehtona on myös sähkölämmitteinen lasi. Kosteusvaurioiden estämiseksi hallin alakatto- ym. kotelorakenteet on pidettävä riittävän kuivina ja lämpiminä.

5.3 Uimahallitilojen lämpötilat

Vaatettamaton ihminen menettää iholle jääneen veden haihdunnan johdosta lämpöä. Lämpöhäviön ja haihtumisen vähentämiseksi tulee allashuoneen lämpötilan olla 1–3 °C allasveden lämpötilaa korkeampi, ei kuitenkaan yli 32 °C. Taulukossa 1 on esitetty uimahallitilojen minimi- ja maksimilämpötilat.

TAULUKKO 1. Uimahallitilojen minimi- ja maksimilämpötilat.

| Tila | Huoneilman lämpötila °C | |
|--|-------------------------|-----------------|
| | Minimi | Maksimi |
| Sisääntuloalue, oheistilat ja rappukäytävät | 18 | 22 |
| Pukuhuoneet | 24 | 26 |
| Uinninvalvomo- ja saniteettitilat ¹ | 22 | 25 |
| Henkilökunnan muut tilat | 21 | 23 |
| Suihkuhuoneet saniteettitiloineen | 26 | 28 |
| Allashuone | 29 | 32 ² |

(riippuu allasveden lämpötilasta)

Tiloissa, joissa oleskellaan paljain jaloin, lattian pintalämpötila ei saa olla alle 25 °C. Uimahalleissa, joissa on suuria ikkunapinta-aloja, on huolehdittava, että ikkunapinnoilta ei kulkeudu kylmää ilmaa lattialle.

Lämminvesiallastila on suositeltavaa erottaa muusta allastilasta seinärakenteella ja varustaa kyseisen tilan tuloilma omalla lämpötilan säädöllä.

¹ Uimavalvojille tulee järjestää oma valvomotila, jossa on oma ilmastointinsa.

² Terapia-allashuoneiden ilman lämpötila voi olla korkeampi, sillä terapia-altaiden veden lämpötila saattaa olla jopa 36 °C.

6 Terveysvalvonnan toimenpiteet

Käsitellessään terveydensuojelulain 13 §:n tarkoittamaa ilmoitusta, joka koskee uimahallia, kylpylää tai vastaavaa laitosta, terveydensuojeluviranomaisen tulee varmistaa, että hallin ilmastoinnin suunnittelussa on otettu huomioon tämä ohje. Uimahallien ja kylpylöiden valvonnassa tulee myös kiinnittää huomiota siihen, että sisäilmasto täyttää mahdollisuuksien mukaan tässä ohjeessa esitetyt terveisperusteiset laatusuosituksen.

Allasveden laadulla on merkittävä vaikutus allastilan ilman laatuun. Allasveden laatua tulee valvoa STM:n asetuksen 315/2002 mukaisesti. Jos vesi ei fyysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan täytä asetuksessa säädettyjä laatuvaatimuksia, tulee terveydensuojeluviranomaisten puuttua siihen välittömästi.

Peseytymisohjeissa sekä peseytymisen ja saunan käytön valvonnassa tulee ottaa huomioon uimahallien ja sivutilojen hygieniaoppaan suositukset (4).

Säädökset

Terveydensuojelulaki 763/1994

Terveydensuojeluasetus 1280/1994

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus uimahallien ja kylpylöiden allasvesien laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 315/2002

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus uimahallissa, kylpylässä tai vastaavassa laitoksessa

työskentelevältä vaadittavasta laitosteknisestä ja allasvesihygienisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta 1350/2006

Työministeriön päätös syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä 838/1993

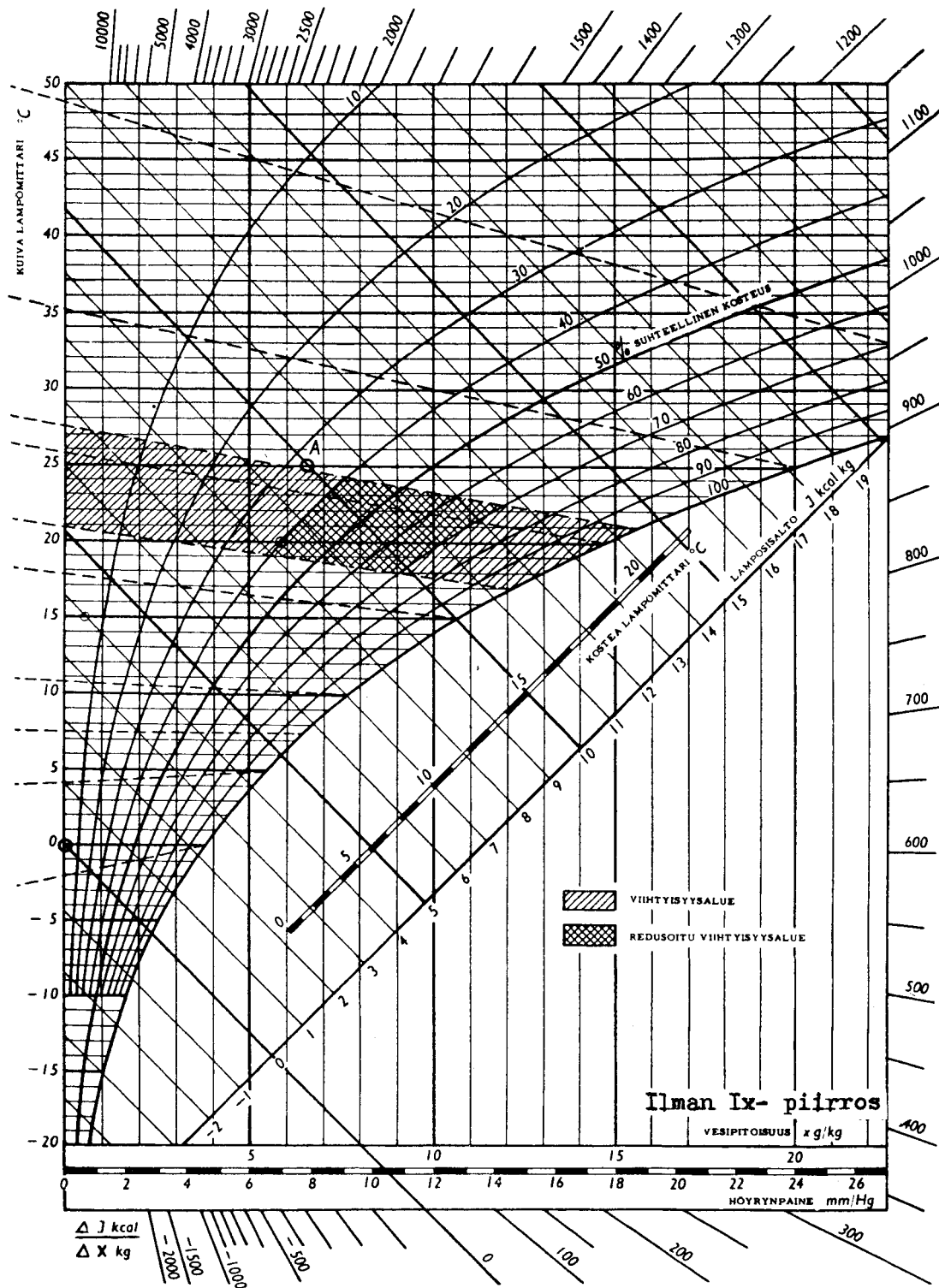
Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Lähdeluettelo

1. Anonym, U. S. department of labor, Occupational safety & health administration, www.osha.gov.
2. Bernard, A., Carbonelle, S., Michel, O., Higuët, S., de Barbure, C., Buchet, J.-P., Hermans, C., Dumont, X., Doyle, I., Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren; unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools, *Occup Environ Med* 2003; 60, s 385-394.
3. Hubner, K., Trihalomethane concentrations in swimmers' and bath attendants' blood and urine after swimming or working in indoor swimming pools, *Arch Environ Health*. 50 (1995), Jan-Feb; (1), ss. 61-65.
4. Keinänen, J., Kivikallio, J., Suontamo, T., Houhala, K., Aurola, R., Välikylä, T. (toim.). Uimahallien ja sivutilojen hygieniaopas. Ympäristö ja Terveys-lehti, Pori, 2002.
5. Lehtinen, T., Ruuska, E. & Viljanen, M. Opetusministeriön liikuntapaikkajulkaisu no 84, Uimahallien ulkovaippa ja sisäilmasto, suunnittelu ja rakentamisopas. Rakennustieto Oy, 2002.
6. Rakennustieto Oy. LVI-kortti LVI 06 – 10188, Uimahallien ja virkistyskylpylöiden LVI-suunnittelu. 1992.
7. Predieri, G., Plasma chloroform concentrations in swimmers using indoor swimming pools, *Arch. Environ. Health* 45 (1990), ss, 175–179.
8. Raunemaa, T., Yli-Pirilä, P., Hirvonen, A., Nuutinen, J., Päivinen, M., Kujala, U., Jauhiainen, T., Korpi, A., Halonen, R., Kokotti, H., Keskkuru, T., Uimahallien ilman aerosolipitoisuudet ja koostumus, ilmanjako, vedenkäsittely sekä uimahallin käyttäjien hengitystiealtistuminen, Loppuraportti, Kuopion ympäristötieteiden laitosten monistesarja 6/2005.
9. Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fyysiset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Oppaita 2003:1.
10. Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot 2007, Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisu 2007:4.
11. Sosiaali- ja terveysministeriö, Opetusministeriö, Suomen Uimaopetus- ja Hengenvälustusliitto ry. Uima-allasveden laatu ja valvonta, Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 315/2002, Uimahallien ja kylpylöiden allasvesien laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista – soveltamisopas, 2002.
12. Valkeinen, R., Kalliokoski, P., Päivinen, M., Patovirta, R.-L., Putus, T., Jauhiainen, T., Reiman, M., Rautiala, S., Rantio, T., Mäkinen, M., Hyttinen, M., Tarhanen, J., Kokotti, H., Korpi, A., Tukiainen, H. Uimahallien allastilojen työolosuhteet ja henkilökunnan hengitystieoireet. Loppuraportti. Työsuojelurahaston hanke 106056. Kuopion yliopisto 2007.
13. Wärme-, Raumlufttechnik, Wasserver- und -entsorgung in Hallen- und Freibädern, Hallenbäder, VDI-Richtlinien 2089 Blatt 1, VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung, Düsseldorf, Juli 1994.
14. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, osa D2. Määräykset ja ohjeet 2003.

Liite 1



Ilman Ix-piirros.

Liite 2

Uimahallien ilmanvaihtolaitteistot

1 Menetelmät

1.1 Lämmön talteenotto rekuperatiivisilla lämmönsiirtimillä

Lämmön talteenotto rekuperatiivisilla lämmönsiirtimillä tarkoittaa sitä, että lämpöä siirtyy seinämän läpi ja mahdollisesti vielä väliainevirran välityksellä lämpimämmästä ilmapirrasta kylmempään. Tavallisimmat laitteistot ovat glykolipatteriparit ja ristivirta-levylämmönsiirtimet ("LTO-kuutiot"). Näiden menetelmien tavanomainen lämpötilahyötysuhde on noin 50 %. Markkinoille on tullut myös suurikokoisia, erityisesti uimahalliolosuhteisiin mitoitettuja levylämmönsiirtimiä, joiden lämpötilahyötysuhde on noin 70 % sekä kaksivaiheisia levylämmönsiirtimiä, joilla saavutetaan uimahalliolosuhteissa noin 80 % lämpötilahyötysuhde.

1.2 Lämmön talteenotto regeneratiivisilla lämmönsiirtimillä

Regeneratiivisten lämmönsiirtimien käyttö uima-allastilojen ilmastoinnissa on suomalainen erikoisuus. Regeneratiivisella lämmönsiirtimellä tarkoitetaan lämpöä varaavaa massaa, joka ensin varaa itseensä lämpöä lämpimästä ilmapirrasta ja sitten luovuttaa tämän lämmön kylmempään ilmapirtaan. Tällainen järjestelmä on esitetty kuvassa 1.

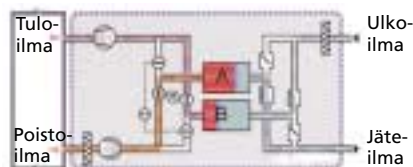
Uima-allastiloihin sovellettuna menetelmän ongelmana on, että siinä palautuu uima-allastilaan sekä lämpöä että kosteutta 40–60 % poistoilman mukana järjestelmään tulevasta kosteudesta. Tämä aiheuttaa vastaavan suuruisen lisän ilmanvaihtotarpeeseen jolloin menetetään hyvän lämpötilahyötysuhteen tuoma säästö.

Kosteuden palautuminen on myös menetelmän hyvä puoli, sillä ilmanvaihdossa voidaan käyttää suurta ulkoilmavirtaa allas-

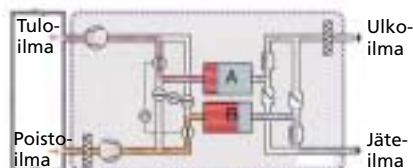
huoneen ilman silti kuivumatta liikaa. Etu on merkittävä sisäilman hygienian kannalta.

1.3 Kiertoilmakuivaus

Kiertoilmakuivauksella tarkoitetaan järjestelmiä, joissa uima-allastilan poistoilmasta poistetaan kosteutta ja näin kuivattu ilma palautetaan takaisin uima-allastilaan. Kiertoilmakuivausta voidaan käyttää uima-allastilan lepoaikoina, jolloin siellä ei ole ihmisiä. Tavanomaisin sovellus on kompressorilämpöpumppu, jonka höyrystinpatteri (ilmavirtaa jäähdyttävä patteri) on poistoilmavirrassa ja lauhdutinpatteri (lämmittävä patteri) on tuloilmavirrassa. Järjestelmä jäähdyttää poistoilmavirtaa, jolloin siitä lauhtuu pois kosteutta. Poistoilma jatkaa matkaansa lämpöpumpun lauhduttimelle, jossa ilmapirrasta äsken poistettu lämpö palautetaan siihen. Näin saadaan uima-allastilaan palautettua kuivattua ja lämmitettyä ilmaa. Menetelmän sähkönkulutus on suuri.



Vaihe 1



Vaihe 2

Kuva 1. Lämmön talteenotto regeneratiivisella lämmönsiirtimellä.

1.4 Kiertoilmakuivauksella varustettu ilmanvaihto

Kiertoilmakuivauksella varustetulla ilmanvaihdolla voidaan hoitaa uima-allastilan lämmitys, kosteudenpoisto ja ilmanvaihto kohtuullisella energiankulutuksella. Kuvassa 2 on esitetty erään tällaisen järjestelmän toiminta. Lepoaikoina kosteudenpoisto tapahtuu pääasiassa kiertoilmakuivauksen avulla. Kylpyaikoina tuloilmavirta sisältää 30–100 % ulkoilmaa.

2 Kosteudenpoistomenetelmien energiankulutus

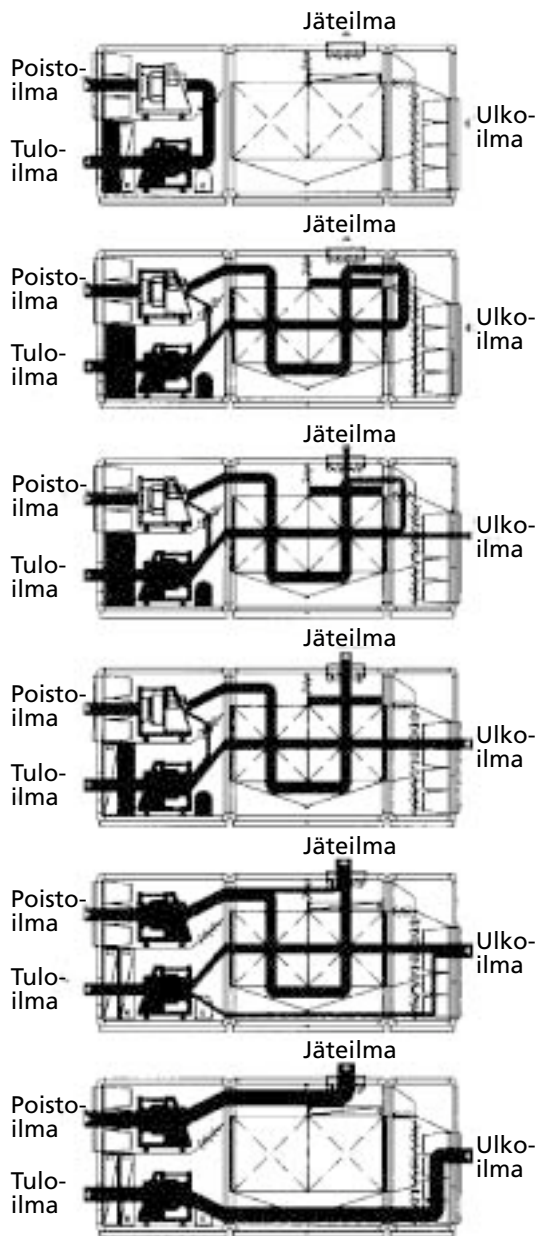
Kuvassa 3 on esitetty lämpöpumpun kompressorien sähkön kulutus eri tavoin tehdyissä kiertoilmakuivauksissa. Sähkön kulutus menetelmästä riippuen on 0,225–0,445 kWh/(kg poistettua vettä).

Jos uima-allastilasta poistetaan kosteus ilmanvaihdolla ilman lämmön talteenottoa, niin ilmanvaihdossa tarvittavan ulkoilman lämmittäminen uima-allastilan lämpötilaan ja allasvedestä veden höyrystymiseen kuluvan lämmön (0,45 kWh/kg haihtunutta vettä) korvaaminen allasveteen kuluttaa lämpöä keskimäärin n. 1,2 kWh/(kg poistettua vettä).

Jos lämmön talteenottoon käytetään levylämmönsiirintä tai glykolipatteriparia, joiden lämpötilahyötysuhde on 50 %, niin haihdunnan aiheuttama lämmön kulutus on n. 0,9 kWh/(kg poistettua vettä).

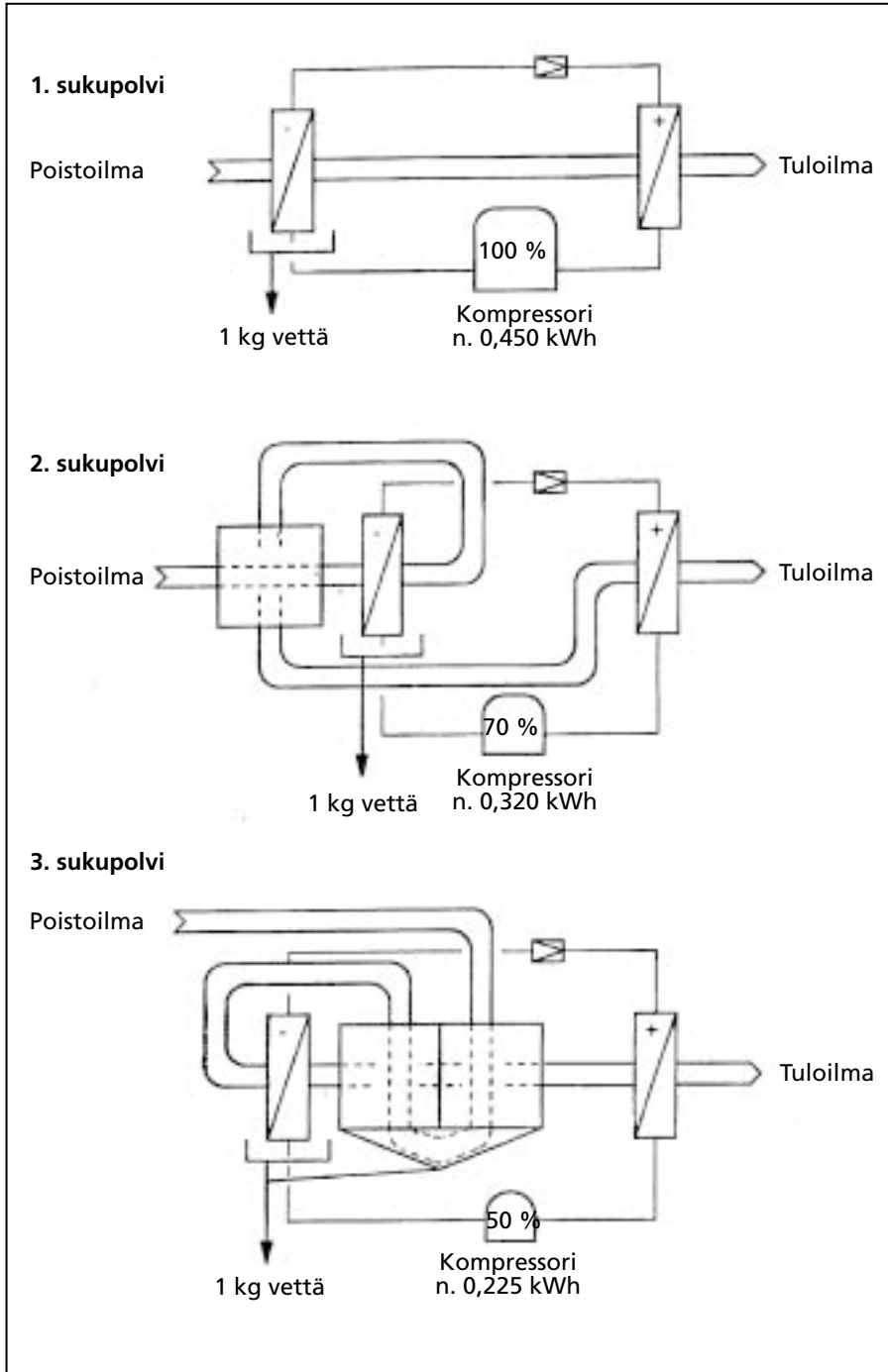
Jos ilman kuivaukseen ja ilmanvaihtoon käytetään kaksivaiheisen levylämmönsiirtimeen ja lämpöpumpun yhdistelmää (kuva 2), niin energian kulutukset lepoaikoina ja kylpyaikoina ovat erisuuruisia:

- Lepoaikana kosteudenpoisto tuottaa ylimääräistä lämpöä läpäisyhäviöiden korvaamiseen n. 0,49 kWh/(kg haihtunutta vettä) ja kuluttaa sähköä n. 0,23 kWh/(kg poistettua vettä).
- Kylpyaikana kosteudenpoisto kuluttaa lämpöä n. 0,20 kWh/(kg poistettua vettä) ja sähköä n. 0,11 kWh/(kg poistettua vettä).



Kuva 2. Kaksivaiheisen levylämmönsiirtimen ja kompressorilämpöpumpun yhdistelmän toiminta-tavat.

- 1 **Lämmitys lepoaikana silloin, kun ei ole kosteudenpoistotarvetta.** Tuloilmapuhallin kierrättää allashuoneen ilmaa kiertovesipatterin kautta, joka lisää siihen tarvittavan lämpömäärän.
- 2 **Kosteudenpoisto ja lämmitys lepoaikana.** Laitteisto kierrättää osan allashuoneen poistoilmavirrasta kosteudenpoiston kautta. Lämpöpumpun höyrystinpatteri jäähdyttää ilmavirtaa, jolloin siitä lauhuu (nesteytyy) pois kosteutta. Kaksivaiheinen levylämmönsiirtin tehostaa tätä jäähdytystä vähentäen tarvittavaa lämpöpumpun kompressorityötä. Lämpöpumppu siirtää lämpöä höyrystinpatterilta lauhdutinpatterille ja edelleen allashuoneen tuloilmaan. Samoin lämpöpumpun tekemän työn tuottama lämpö siirtyy lauhdutinpatterilla allashuoneen tuloilmavirtaan. Tarvittaessa lämpöä lisätään kiertovesipatterin avulla.
- 3 **Kylpyaikana laitteisto sekoittaa kiertoilmaan hygieeniseltä kannalta tarpeellisen määrän ulkoilmaa.** Kylmä ulkoilma tehostaa levylämmönsiirtimen toimintaa ja parantaa merkittävästi kosteudenpoistotehoa.
- 4 **Kosteudenpoisto lämpimällä säällä.** Ulko- ja jäteilmavirrat suurenevat. Levylämmönsiirtin ottaa lämpöä talteen. Lämpöpumppu käy lämmitystarpeen mukaan.
- 5 **Kosteudenpoisto lämpimällä säällä ulkoilmavirran avulla.** Lämpöpumppu on yleensä pysähdyksissä. Lämmön talteenottoa rajoitetaan lämmönsiirtimen ohituksilla.
- 6 **Jäähdytys hellesäällä.** Jos allashuone tulee liian lämpimäksi, niin levylämmönsiirtimen täysi ohitus kytkeytyy käyntiin ja ulkoilmavirta lisääntyy nimellisilmavirtaa suuremmaksi. Ei lämmön talteenottoa.



Kuva 3. Kiertoilmakuivaimien kehitys. Kompressorilämpöpumpun ja kaksivaiheisen levylämmönsiirtimen yhdistelmällä kuivauksen sähkönkulutus on saatu vähennettyä puoleen verrattuna pelkällä lämpöpumpulla tehtävään kuivaukseen.

STTV Sosiaali- ja terveydenhuollon
tuotevalvontakeskus

Säästöpankinranta 2 A

PL 210

00531 Helsinki

Puh. (09) 3967 270

Faksi (09) 3967 2797

sttv@sttv.fi

www.sttv.fi