

Opinnäytetyö (YAMK)  
Rakentamisen koulutus  
2019

Jarkko Mikkola

# TALOTEKNIIKAN SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN

- SUUNNITTELUOHJE LVI-JÄRJESTELMILLE

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakentamisen koulutus

2019 | 51 sivua, 29 liitesivua

Ohjaaja Jouko Lehtonen

Jarkko Mikkola

# TALOTEKNIIKAN SUUNNITTELUPROSESSIN KEHITTÄMINEN - SUUNNITTELUOHJE LVI-JÄRJESTELMILLE

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää talotekniikan suunnitteluohjauksen prosessia ja päivittää LVI-suunnitteluohje jota hyödynnetään uudisrakentamisen ja isojen peruskorjauskohteiden LVI-suunnitelmien luomisessa.

Suunnitteluohjeen tilaajana on Turun kaupungin Toimitilojen rakennuttaminen -yksikkö. Yksikön tehtävänä on rakennuttaa kaupungin investointiohjelman mukaisesti rakennuskorjauksia ja uudisrakennuksia. Yksikkö on osaltaan mukana asiantuntijana hankesuunnitelmien laatimisessa ja osallistuu kaupungin tilainvestointiohjelman tekoon.

Suunnitteluohjeen tarkoitus on tuoda yksityiskohtaisemmin esiin rakennuttajan tahtotila rakennettavasta kohteesta ja nopeuttaa suunnittelun aloitusprosessia kertomalla päälinjaukset suunnittelun osalta. Ohjeessa täsmennetään myös suunnittelijoiden tehtäväluetteloa.

LVI-prosessit ovat kohteesta riippuen hyvinkin monimuotoisia ja vaativia. Olosuhteita pitää pystyä seuraamaan ja hallitsemaan etänä, sekä niiden historiatietoja pitää olla käytettävissä. Varsinkin ilmanvaihdon osalta olosuhteet pitää olla todennettavissa. Myös kiristyneet energiamääräykset ja ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton ja puhaltimien SFP-luvun lukuarvojen kiristymiset luovat haastetta onnistuneelle LVI-suunnittelulle.

Suunnitteluohjeessa hyödynnetään kaupungin pitkää historiaa rakennuttamisen osalta. Ohje ei periaatteessa ole koskaan täysin valmis vaan sitä päivitetään aina uusien määräyksien tai ohjeiden tullessa voimaan. Tilojen käyttäjiltä ja kunnossapidolta saadut palautteet tilojen ja laitteiden toimivuuden osalta otetaan myös huomioon.

ASIASANAT:

talotekniikka, LVI-suunnitteluohje, aloitusprosessi

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master's Degree programme in Construction

May 2019 | 51 pages, 29 pages in appendices

Instructor Jouko Lehtonen

Jarkko Mikkola

## PLANNING GUIDE OF HVAC SYSTEM

The purpose of the present Master's thesis was to develop the design management planning process of technical building services and to update the HVAC design guide, which is utilized in creating HVAC plans for new construction and major renovation projects.

The design guide was commissioned by the City of Turku Business Premises Unit. Its task is to contract the building renovation and the construction of new buildings in accordance with the city investment program. The unit is also involved as an expert in the preparation of project plans and participates in drawing up the city investment program.

The purpose of the design guide is to describe the intent of the unit regarding the object to be built in more detail and to speed up the planning process by providing the main guidelines for design. It also specifies the designers' task list.

Depending on the construction object, the HVAC processes are very complex and demanding. It must be possible to track and manage the conditions remotely and their history must be available. Especially in the case of ventilation, the conditions must be verifiable. The tighter energy regulations and the tightening of the heat recovery and the SFP values of ventilation units also pose a challenge for a successful HVAC design.

The planning guide makes use of the city's long history in the field of construction. In principle, the guideline is never complete, it has to be updated constantly when new regulations or instructions come into force. The feedback from the facility users and from the maintenance staff on the functioning of the facilities and equipment is also taken into account.

.

KEYWORDS:

building technology, HVAC design guide, start-up process

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
1.1 Taustaa	6
1.2 Tavoitteet	6
1.3 Menetelmät	7
<b>2 TALOTEKNIIKAN OHJEISTUS</b>	<b>8</b>
2.1 Rakentamismääräyskokoelmien uudistus	8
2.1.1 FINVAC ry:n selvitys ilmamäärien ohjearvoista	8
2.1.2 Ilmavaihdon suuruus muissa maissa	10
2.1.3 Ilmamäärät Pohjoismaissa	12
2.2 Sisäilma	13
2.3 Sisäilman epäpuhtauksia ja niiden vaikutuksia	14
<b>3 LVI-JÄRJESTELMIEN YLEISIÄ LAATUVAATIMUKSIA</b>	<b>15</b>
3.1 Suunnittelijoiden tehtäviä	15
3.2 Urakoitsijoiden vaatimuksia	16
3.3 Energiavaatimukset	16
3.4 E-lukuvaatimus	18
3.5 Lämmityslaitteiden yleiset laatuvaatimukset	19
3.6 Vesi- ja viemärilaitteiden yleiset laatuvaatimukset	20
3.7 Ilmanvaihdon yleiset laatuvaatimukset	24
3.7.1 SFP-luku	27
3.7.2 Ilmanvaihtokanavien ja kanavaosien vaatimukset	28
3.7.3 Ilmanvaihtokoneiden hyötysuhdevaatimukset	32
<b>4 KULUTUSMITTAROINTI</b>	<b>33</b>
<b>5 OHJEIDEN VERTAILU</b>	<b>34</b>
<b>6 OHJEEN KEHITTÄMINEN</b>	<b>36</b>
<b>7 TURUN LVI-OHJE</b>	<b>37</b>
7.1 Hanketiedot	37
7.2 Yleiset vaatimukset	37

7.3 Mallinnus	37
7.4 Kiinteistön liittymistiedot	37
7.4.1 Lämpöenergia	37
7.4.2 Käyttövesi	38
7.4.3 Jäte- ja sadevesiviemärit	38
7.4.4 Lämmitysjärjestelmät	38
7.4.5 Lämmönjakokeskus	38
7.4.6 Paisunta- ja varolaitteet	38
7.4.7 Lämmitysverkostot	38
7.4.8 Lämpöjohtopumput	39
7.5 Käyttöveden ja energianmittaus	39
7.6 Jäähdytysjärjestelmät	39
7.7 Vesi- ja viemärilaitteet	39
7.7.1 Erottimet	40
7.7.2 Käyttövesipumput	40
7.7.3 Pumppaamot	40
7.7.4 Viemärit	40
7.7.5 Vesikalusteet	41
7.8 Ilmanvaihto	41
7.8.1 Puhaltimet	42
7.8.2 Suodattimet	42
7.8.3 Ilmanvaihtokanavat	42
7.8.4 Päätelaitteet	43
7.9 Kaasujärjestelmät	43
7.10 Putki- ja laite-eristykset	43
7.11 Väestönsuojat	43
7.12 Alapohjan järjestelmät ja radonin torjunta	43
7.13 GM-laitetietojärjestelmä	44
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>45</b>
<b>9 YHTEENVETO</b>	<b>46</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>50</b>
<b>LIITTEET</b>	<b>53</b>

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Olen töissä Toimitilojen rakennuttaminen -yksikössä Talotekniikka-asiantuntijana. Vastuualueenani on LVI-teknisten järjestelmien suunnittelun ohjaus. Toteutus- ja takuuvaiheessa toimin työmaalla LVI-valvojana.

Toimitilojen rakennuttaminen- yksikkö rakennuttaa kaupungin investointiohjelman mukaisesti uudisrakennuksia ja rakennuskorjauksia. Yksikkö on osaltaan mukana asiantuntijana hankesuunnitelmien laatimisessa ja osallistuu kaupungin tilainvestointiohjelman tekoon.

Yksikössämme on ollut käytössä jo pitkään suunnittelu-ohjeet ja tämä nyt päivitettävä ohjeistus on pitkälti sen tekstirungon perusta. LVI-ala ja sen määräykset ja ohjeet ovat muuttuneet viime vuosina perusteellisesti. Suurimpana muutoksena on Rakentamismääräyskokoelmien uusiutuminen. Muutoksen seurauksena esimerkiksi entinen D1 (Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot) kutistui sivumäärältään huomattavasti. Uusien määräysten rinnalle tuli perustelumuistioita, sekä esim. FINVAC:in raportti ilmanvaihdon mitoituksista. Sisäilmastoluokka 2008-opas on myös uudistunut oppaaksi Sisäilmastoluokitus 2018.

## 1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esiin yksikkömme näkemys ja vuosien saatossa kerätyn tietotaitomme eri hallintokunnille rakennuttamiemme kiinteistöiden toimivuudesta. Kaiken perustana LVI-suunnitelmien laatimisessa on viranomaisten laatimien rakentamismääräyskokoelmien, sekä asetusten noudattaminen.

Rakentamisen alalla ja varsinkin talotekniikassa kehitys on viime vuosina ollut nopeaa ja laantumisen merkkejä ei ole näköpiirissä, kun halutaan rakentaa entistä turvallisempia ja energiataloudellisempia kiinteistöjä. Nämäkin ohjeet päivittyvät jatkuvasti uusien

määräyksien ja ohjeiden päivittyessä. Otamme myös huomioon käyttäjien, sekä kaupungin kiinteistöjen kunnossapidosta vastaavalta Tilapalvelukeskukselta saadut palautteet kiinteistöjen toimivuudesta.

### 1.3 Menetelmät

Menetelminä on kirjallisuustutkimuksien läpikäynti. Menetelminä käytettiin kirjallisuustutkimusta ja vertailuja vastaaviin suunnitteluohjeisiin verrokkikunnissa.

## 2 TALOTEKNIIKAN OHJEISTUS

### 2.1 Rakentamismääräyskokoelmien uudistus

Rakentamismääräyskokoelmat uudistuivat vuoden 2018 alussa. Ympäristöministeriön mukaan uudistus selkeyttää sääntelyä. Lisäksi yksittäisiä vaatimuksia on vähennetty noin puoleen aiempaan verrattuna. Tämä on tehty rakentamisen laadun vaatimustasoa heikentämättä.

Uudistuksessa vaatimukset ja suosituksina annettavat ohjeet on nyt erotettu toisistaan, helpottaen vaatimusten soveltamista. Myös korjausrakentaminen on uutena kokonaisuutena mukana. Kaikista asetuksista on laadittu myös perustelumuiotio.

Maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen myötä Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk) kaikki osat uudistettiin. Tavoitteena oli, että uudistettua kokoelmaa voidaan käyttää niissä hankkeissa, joiden rakennuslupaa haetaan vuoden 2018 alun jälkeen. Talotekniikkaan liittyvät osat saatettiin asetuksiksi vuoden 2017 aikana samassa aikataulussa kuin kokoelman muutkin asetukset. (Talotekniikkateollisuus 2018, 2)

#### 2.1.1 FINVAC ry:n selvitys ilmamäärien ohjearvoista

Rakentamismääräyskokoelmien uudistukseen liittyen Ympäristöministeriö tilasi selvitykset The Finnish Association of HVAC Societies, FINVAC RY:ltä liittyen ilmamäärien ohjearvoihin. Tavoitteena oli tehdä ehdotus ilmanvaihdon ilmavirtojen ohjearvoksi. Selvitys kohdistui pääosin ilmanvaihdon ulkoilmavirtojen valintaan ja mitoittamiseen. Selvitykseen liitettiin mukaan sekä yleisiä, että rakennustyyppikohtaisia suunnitteluun ja ilmanvaihdon järjestelyyn liittyviä opastuksia. Hankkeen pääpaino oli kohteissa joita rakennetaan paljon ja joiden ilmanvaihdossa on ollut haasteita. (FINVAC 2017, 3)

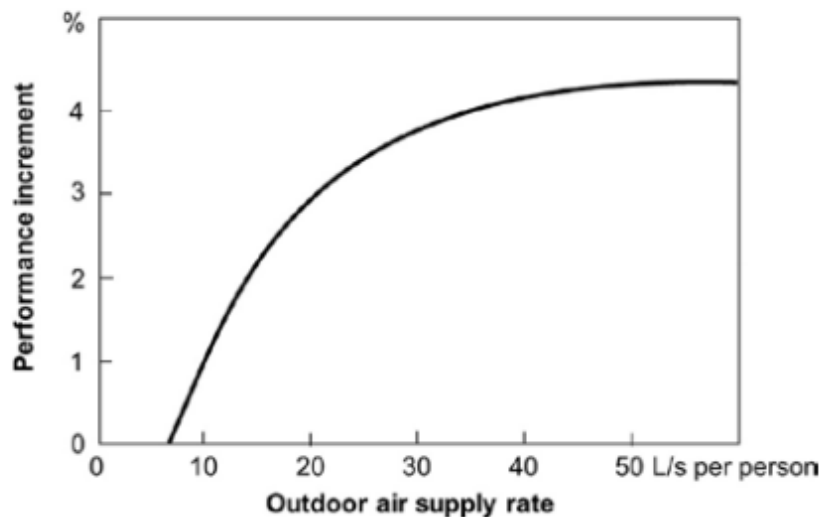
Ilmanvaihtoa koskevat säädökset ovat olleet osana Suomen rakentamismääräyskokoelmaa jo sen perustamisesta, vuodesta 1976 lähtien. Ensimmäinen D2 oli aika suppea, sivuja 10. Laajimmillaan D2 oli vuonna 2010, jolloin sivuja oli 37. Ilmamäärien ohjearvotaulukoissa ei ole tapahtunut suuriakaan muutoksia sitten vuoden 2003. Viimeisen 30 vuoden aikana ohjeen sisältö ei ole juurikaan muuttunut, joten oli perusteltua toteuttaa



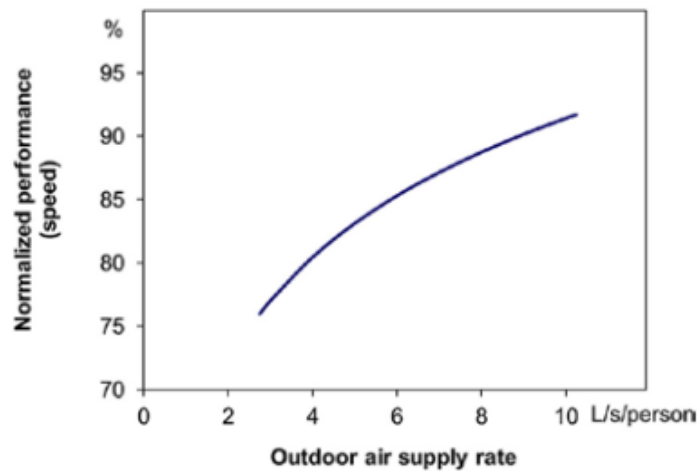
D2 uusimistarveselvitys vuonna 2014. Uusimistarveselvityksen johdosta Ympäristöministeriö päätti toteuttaa FINVACILTA tilaaman selvityksen. (FINVAC 2017, 10)

Selvityksen yksi päämäärinä oli tarkastaa D2/2012- säädöksen liite 1 taulukkoineen. Huomioon piti ottaa myös Suomessa saadut kokemukset ja viimeinen Suomen kannalta relevantti kansainvälinen tieto. (FINVAC 2017, 4)

Sisäilman laadulla ja ilmanvaihdon määrällä on terveysvaikutusten lisäksi muitakin vaikutuksia. Kuvassa 1 on esitetty työn tehokkuuden paranemisesta ilmanvaihdon määrään suhteutettuna. On myös todettua, että ilmanvaihdon määrällä on vaikutusta koululaisten oppimismopeuteen, kuva 2. Ilmanvaihdon määrällä on positiivinen vaikutus työn tehokkuuden osalta aina ilmamäärään 10-20 dm<sup>3</sup>/s,hlö ja oppimistuloksiin selvästi suuremmilla ilmamäärillä mitä asetusalun luonnoksessa esitetty 6 dm<sup>3</sup>/s,hlö saakka. (FINVAC 2017, 6)



Kuva 1. Työn tehokkuuden paraneminen toimistotyössä riippuen ilmanvaihdon määrästä henkilö kohden. (FINVAC 2017, 6)



Kuva 2. Koululaisten oppimishopeuden riippuvuus ilmamäärästä henkilöä kohden. (FINVAC 2017, 6)

Ilmanvaihdon toimivuudella tai toimimattomuudella on selvä aistittava vaikutus ilman laatuun. Raikkaaksi aistitulla sisäilmalla on monia myönteisiä vaikutuksia. (FINVAC 2017, 6)

Sisäilman laadun mittaaminen objektiivisesti on edelleen haastavaa. Tästä syystä ilmanvaihdon määrää käytetään yleisesti ilman laadun ilmaisijana. Henkilökuormitteisissa tiloissa indikaattorina on käytetty ilman hiilidioksidipitoisuutta, jonka suuruus riippuu ilmanvaihdosta ja tilaa kuormittavien henkilöiden määrästä (aineenvaihdunnan hiilidioksidin tuotosta). Sellaisenaan hiilidioksidipitoisuus ei ole kuitenkaan tavanomaisissa pitoisuuksissa haitallinen, mutta sen arvolla pystytään mittaamaan ilman laatua, kun ihmiset ovat tilan pääasiallinen epäpuhtauslähde. (FINVAC 2017, 6)

Hyvä sisäilmasto on yksi rakentamisen tärkeimpiä tavoitteita ellei jopa tärkein. Hyvä sisäilmasto edellyttää esitettyjen asioiden huomioon ottamista hankesuunnittelun, varsinaisen suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa. (LVI 05-10629 2018, 2)

### 2.1.2 Ilmavaihdon suuruus muissa maissa

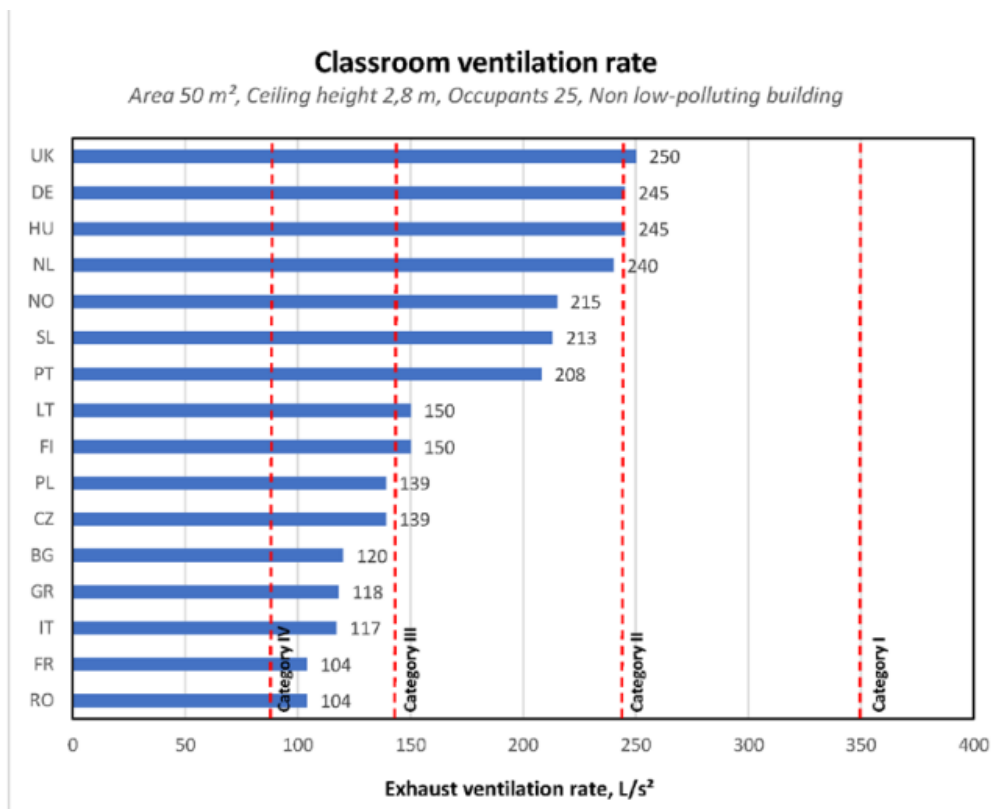
FINVAC ry:n selvityksessä on vertailu myös asuntoilmanvaihdon suuruuksia muiden maiden osalta, mutta otan tässä esiin vain julkisten tilojen eroavaisuuksia.

Kansainvälisen tilanteen kartoittamiseen on tehty raportti Promoting healthy and energy efficient buildings in the European Union, JRC Science for Policy Report. 2016. Raportti

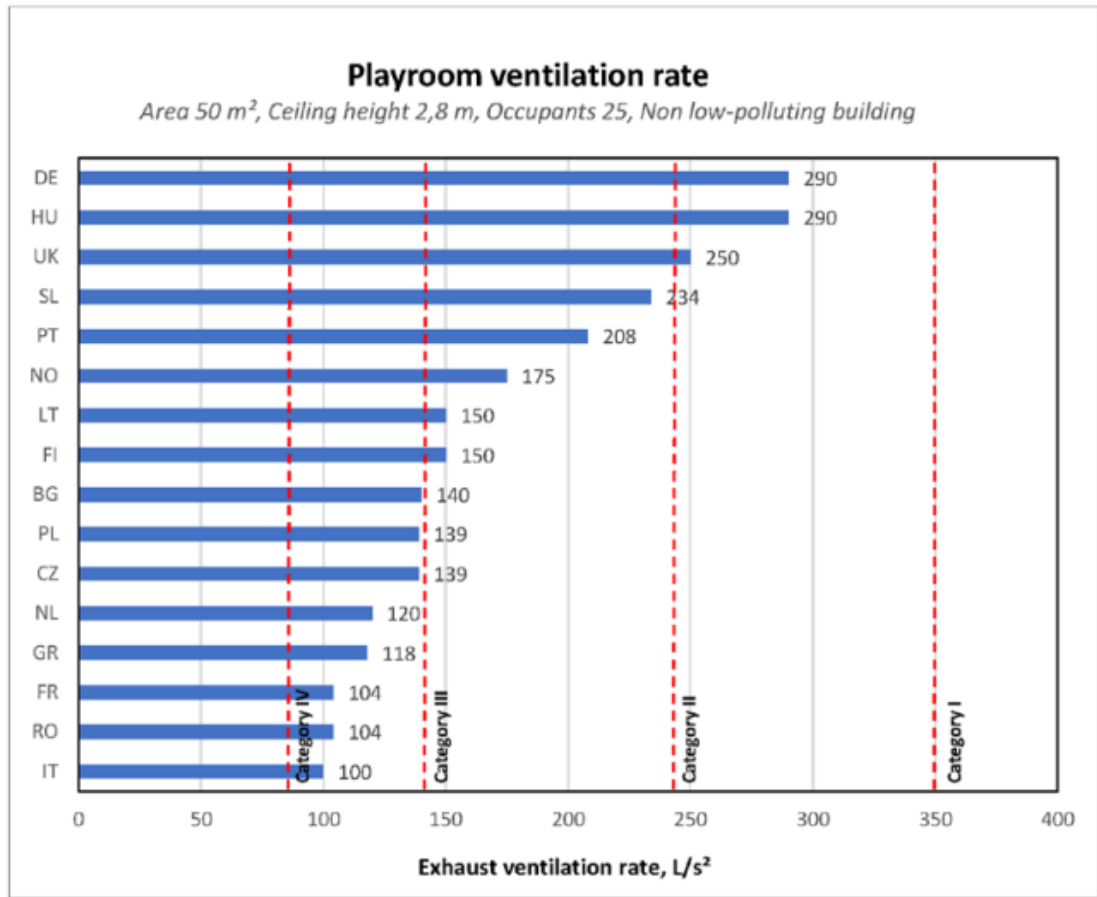
pohjautuu HealthVent-projektiin Health-based ventilation guidelines for Europe, jossa kerätty tietoa eri maiden ilmanvaihdon ohjeista. (FINVAC 2017, 13)

Luokkahuoneiden ja päiväkotien ilmamäärien vertailu on tehty 50 m<sup>2</sup> tiloissa, joihin on ajateltu käyttäjämääräksi 25 henkilöä.

Luokkahuoneiden osalta Suomi (kuva 3) asettuu ilmamäärien vertailussa hieman keskitasoa pienemmäksi. Samalle tasolle kuin Latvia, Puola ja Tšekki. Päiväkotien osalta (kuva 4) D2-ohjeavrot ovat EU-maiden keskitasoa. Pohjoismaiden osalta molemmissa tiloissa Suomi sijoittuu vertailussa kolmanneksi Tanskan ja Norjan jälkeen.



Kuva 3. Luokkahuoneen ilmamäärän suuruus eräissä EU- maissa. Suomen ilmamäärä Sisäilmastoluokan S3 mukainen. (FINVAC 2017, 17)



Kuva 4. Päiväkodin leikkihuoneen ilmamäärän suuruus eräissä EU-maissa. Suomen ilmamäärä Sisäilmastoluokan S3 mukainen. (FINVAC 2017, 18)

Ilmanvaihdon määrää ohjataan Euroopan maissa eritasoisilla säädöksillä ja ohjeilla. Kaikilla on samat intressit eli pyritään turvaamaan sisäilman laatu ihmisten hyvinvoinnin kannalta. Maakohtaisia eroja säädöksissä on. Ne johtuvat erot kulttuureissa, rakennustekniikassa, sekä ihmisten odotuksissa. Yhtenäisiä ohjeita ilmanvaihdosta ei ole. Maakohtaisesti tarkasteltuna voidaan todeta, että Suomessa käytetyt ilmanvaihdon ilmamäärät vastaavat keskimääräistä eurooppalaista käytäntöä ohjeista. (FINVAC 2017, 19)

### 2.1.3 Ilmamäärät Pohjoismaissa

#### Asuinrakennukset

Norjassa määritetään asuntojen ilmanvaihdon vähimmäismääräksi 0,33 dm<sup>3</sup>/s,m<sup>2</sup> käytön aikana ja 0,19 dm<sup>3</sup>/s,m<sup>2</sup>, kun asunto ei ole käytössä. Ruotsissa rakennuslainsäädäntö

määrittelee asuntojen vähimmäisilmanvaihdoksi  $0,35 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$  käytön aikana ja  $0,10 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$ , kun asunto ei ole käytössä. Tanskassa ilmanvaihdon oltava nykyisen lainsäädännön mukaan vähintään  $0,3 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$ . (FINVAC 2017, 23)

Suomessa asuinhuoneiston ulkoilmavirran oltava vähintään  $18 \text{ dm}^3/\text{s}$  (LVI RakMK-00623 2018, 2.) tai  $0,35 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . (LVI 05-10629 2018, 16) Käyttöajan ulkopuolella minimi-ilmanvaihdon määrän on oltava rakennuksessa keskimäärin  $0,15\text{-}0,2 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$  ja ilman on vaihduttava kaikissa tiloissa. (LVI 05-10629 2018, 15)

#### Muut rakennukset

Muita kuin asuinrakennuksia koskevia säädöksiä on pohjoismaissa vähän. Norjassa vähimmäisilmanvaihdoksi määritetään  $0,19 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$ , kun tila ei ole käytössä. Ruotsissa vaatimus on vähintään  $7,2 \text{ dm}^3/\text{s},\text{hlö}$  ja  $0,35 \text{ dm}^3/\text{s},\text{m}^2$ . (FINVAC 2017, 23.) Suomessa muiden rakennusten ilmamäärä on sama kuin asuinrakennuksissa eli  $0,35 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$  tai  $6 \text{ dm}^3/\text{s},\text{hlö}$ .

Tanskassa päiväkodeissa tulee sisään puhallettavan ulkoilman ja poistoilmavirran olla vähintään  $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , lapsi ja vähintään  $5,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ , aikuinen, ja  $0,35 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . Luokkahuoneissa kouluissa ja vastaavissa on sisään puhallettavan ulkoilman ja poistoilmavirran oltava vähintään  $5,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ , henkilö, ja  $0,35 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . Päiväkodeissa sekä koulujen tai vastaavien luokkahuoneissa on myös varmistettava, että sisäilman  $\text{CO}_2$ -pitoisuus ei nouse yli  $1\,000 \text{ ppm}$  mitoitussolosuhteissa. (FINVAC 2017, 23) Suomessa päiväkotien ilmamäärät pyritään mitoittamaan henkilöperusteisesti ja silloin minimi ilmamäärä on  $6 \text{ dm}^3/\text{s},\text{hlö}$ . Kuitenkin on huolehdittava siitä, että koko rakennuksen minimi-ilmamäärä on  $0,35 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . (FINVAC 2017, 8)

## 2.2 Sisäilma

Rakentamisen yksi tärkeimmistä tavoitteista on sisäilmaston hyvä laatu. Sisäilmaston taso kulkee käsi kädessä lämmityksen, ilmanvaihdon, ilmastointilaitteiden kanssa. Myös rakennetulla rakennuksella sen materiaaleilla, sekä varsinkin käytöllä ja kunnossapidolla on vähintään yhtä suuri merkitys sisäilmaston laatuun. Sisäilmasto hyvä laatu edellyttää esitettyjen asioiden huomioon ottamista suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa.

Huono sisäilma on edelleen merkittävä terveyshaitta koko EU:n alueella. EU:n EnVIE-projektissa 2014 (EU-projekti EnVie, Co-ordination action on Indoor Air Quality and Health Effects) on todettu, että sisäilman epäpuhtaudet (tupakansavu pois lukien) aiheuttavat vuosittain kahden miljoonan henkilövuoden menetyksen, ennenaikaisine kuolemi-  
neen ja sairauksineen. Väkiluvuilla suhteutettuna Suomen osuus tästä on 20 000 henkilövuotta. Parantamalla sisäilmaa ja pienentämällä altistusta haitallisille epäpuhtauksille, kuten pienhiukkaset, formaldehydi, haihtuvat kemialliset yhdisteet (VOC) ja radon, tätä lukua voidaan merkittävästi pienentää. Tämä voidaan tehdä vähentämällä epäpuhtauslähteitä tai parantamalla ilmanvaihtoa. (FINVAC 2017, 5)

### 2.3 Sisäilman epäpuhtauksia ja niiden vaikutuksia

#### Hiilidioksidi, CO<sub>2</sub>

Hiilidioksidi on yleinen ilmakehässä oleva kaasu. Sisäilman hiilidioksidi pitoisuutta nostaa ulkoilma ja ennen kaikkea ihmisen uloshengityksen mukana. Sisäilman hiilidioksidi-pitoisuuden arvoa mittaamalla säädetään ilmanvaihtokoneiden tehoa. (LVI 05-10417 2007, 6)

#### Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC

VOC yhdisteet ovat hiilivetyjä ja muita orgaanisia yhdisteitä, jotka esiintyvät sisäilmassa yleensä kaasumaisina. Usein VOC yhdisteitä esiintyy juuri valmistuneissa tiloissa ja niiden rakennus- ja sisustusmateriaaleissa. Oikein mitoitettulla ja säädetyllä ilmanvaihdolla VOC yhdisteiden pitoisuudet laskevat normaalille tasolle vajaassa vuodessa. (LVI 05-10417 2007, 6)

#### Radon

Radonia syntyy maaperässä tapahtuvan luonnollisen radioaktiivisen uraanin hajoamisen tuloksena. Radon on radioaktiivinen, hajuton, kaasumainen aine. (LVI 05-10417. 2007, 6). Radon kulkeutuu rakenteisiin rakenteissa olevien rakojen kautta. Nykyisin uusiin rakennuksiin alapohjan alle asennetaan radonin keruuputkisto, josta johdetaan poistoputki vesikatolle. Tuulettuva alapohja ei tarvitse erillistä keruuputkistoa.

## 3 LVI-JÄRJESTELMIEN YLEISIÄ LAATUVAATIMUKSIA

### 3.1 Suunnittelijoiden tehtäviä

Erityissuunnittelijan pitää huolehtia siitä, että erityissuunnitelmat täyttävät rakentamista koskevat määräykset ja vaatimukset. (Talotekniikkateollisuus. 2018, 1)

Pääsuunnittelijan tehtävänä on huolehtia siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää LVI- laitteistolle asetetut vaatimukset. Erityissuunnittelijat vastaavat, että suunnitelma täyttää osaltaan LVI- laitteistolle asetetut vaatimukset. (Talotekniikkateollisuus 2018, 9)

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan suunnittelutehtäviin kuuluu suunnitella rakennuksen vaippa ja sisärakenteiden ilmanpitävyys, sekä hormivaikutuksen hallinta niin, että edellytykset ilmanvaihdon toiminnalle voidaan varmistaa. Suunnittelulla vältetään myös rakenteissa olevien epäpuhtauksien, maaperässä olevien epäpuhtauksien ja radonin siirtymistä sisäilmaan ja vältetään kosteuden siirtymistä rakenteisiin. (LVI RakMK-00623 2018, 4)

Erityissuunnittelijoiden tehtävät, vaativuusluokat ja suunnittelijoiden kelpoisuudet on määritetty Maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999 120 §:ssä.

Rakennuksen sisäilmaston suunnittelun ja rakentamisen lähtökohta on, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen ja turvallinen sisäilmasto. (Talotekniikkateollisuus 2018, 8)

Uudisrakentamisen kohteissa suunnitelmat tehdään mallintamalla. Peruskorjauskohdeissa mallinnus päätetään erikseen. Eri komponenttien sekä verkostojen geometrian tarkkuustason on oltava sellainen, että kohteen TATE-asennukset on asennettavissa tietomallin perusteella. Geometriamallinnuksen tavoitteena on risteilyvapaa tietomalli, jonka tekemisessä yhdistelmämalli on apuna.

TATE-suunnittelijoiden on tehtävä teknisistä järjestelmistä yhteensovitus tarkastelut kaikkien TATE-järjestelmämallien kesken. Sen jälkeen niitä tarkastellaan rakenne- ja arkkitehtimalleja vastaan.

Jokainen suunnitteluala on velvollinen tekemään omatarkastuksia oman alueen mallinustarkkuudesta suunnittelutyön edetessä. Mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen

hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, suunnittelun alusta ja jatkuen vielä ylläpidon aikana. (LVI 03-10491 2012, 2)

### 3.2 Urakoitsijoiden vaatimuksia

Vastaavat (KVV + IV) työnjohtajat huolehtivat rakennussuunnitelman, erityissuunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn tekemisestä siten, että LVI-laitteistolle asetetut vaatimukset täyttyvät suunnitelman mukaisesti.

### 3.3 Energiavaatimukset

Rakennusten energiantehokkuusdirektiivi (EPBD) edellyttää, että uudet viranomaisten omistuksessa ja käytössä olevat rakennukset ovat 1.1.2019 jälkeen lähes nollaenergia-rakennuksia. Kaikki uudet rakennukset 1.1.2021 jälkeen pitää täyttää sama vaatimus. (Reinikainen ym. 2015, 9)

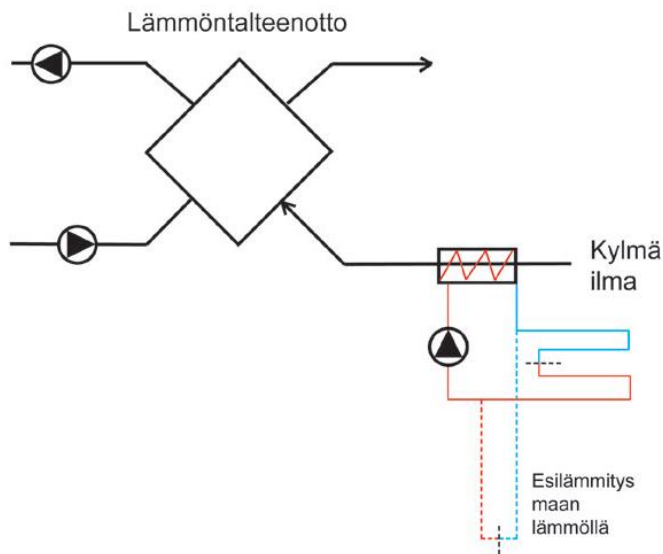
Vuonna 2013 käynnistettiin FinZEB-hanke ja joka päättyi keväällä 2015. Hankkeen käynnistäjinä oli Rakennusteollisuus RT ry, Talotekniikka ry ja ympäristöministeriö. FinZEB-hankkeen tarkoituksena oli määrittellä lähes nollaenergian rakentamisen käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla. (Reinikainen ym. 2015, 5)

ARA:n suunnitteluohjeessa on määritelty lähes nollaenergiatalo: ”*Termillä lähes nollaenergiatalo tarkoitetaan kustannusoptimoinnin kautta saatavaa minimienergia taloa, jonka energiantarpeesta merkittävä osa katetaan rakennuksessa tai sen lähistöllä uusiutuvan energian tuotantona*”. Energiantehokkuusdirektiivi ei määritä suoranaista lukuarvoa vaan jäsenmaat itse määrittelevät kansallinen direktiivi. (ARA 2013, 8)

Uusiutuvan energian tuotanto rakennuksessa kuuluu lähes nollaenergiatalon konseptiin. Energianlähteenä voidaan käyttää esimerkiksi aurinkoa lämmön ja sähkön tuotantoon. Isommissa rakennuskokonaisuuksissa voidaan käyttää myös lämpöenergian huipun tasajana bioöljyllä toimivaa öljykattilaa. (ARA. 2013, 13) Näin on toimittu esimerkiksi Helsingin Sakarimäen koulussa. (Helsinki energia 2019)



Ilmanvaihdossa voidaan hyödyntää maalämpökaivoista saatavaa esilämpöä talvella ja esiviilennystä kesällä. Käyttökustannus tässä tapauksessa on pelkästään kiertovesipumpun sähkönkulutus kuvan 5 mukaisesti. Turun kaupungin Braheskolanissa on vastaava järjestelmä käytössä. Järjestelmä on hyvin yksinkertainen, vähän huoltoa vaativa ja energiataloudellinen.



Kuva 5. Ilmanvaihtokoneen raitisilmakammioon asennetaan esilämmitys-, -viilennyspat-  
teri. Ratkaisu toimii pelkällä kiertovesipumpun energiankustannuksella. (ARA 2013,14)

Isommista kohteista esimerkiksi monitoimitalosta, jossa toimii useita käyttäjäkuntia kuten koulu, päiväkot, terveydenhuolto ja nuoriso on syytä tehdä energiaoptimointi, jonka tuloksena saadaan tietoa energiataloudellisesta rakennuksesta, sekä lämmöntuotantotavasta. Optimoinnin tuloksena saadun toteutustavan toteuttaminen vaatii uutta ajattelutapaa ja yhteisön hyväksymistä uusille energiantoimitustavoille ja –myyjille.

Energiataloudellisesti on järkevää käyttää ensisijaisesti rakenteellisia suojauskeinoja, pienentää sisäisiä kuormitustekijöitä ja rajoittaa ulkoisia ja sisäisiä kuormitustekijöitä, jotta saavutetaan käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto. (Talotekniikkateollisuus 2018, 9) Tavoitteiden määrittelyssä käytetään apuna Sisäilmastoluokitusta 2018.

### 3.4 E-lukuvaatimus

Rakennuksen E-luku on laskennallinen energiantehokkuuden vertailuluku ja jonka yksikönä käytetään kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a). Luku on energianmuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohti vuodessa. Käyttötarkoituksiluokkien raja-arvoja ei saa ylittää. (LVI RakMK-00630 2018, 2)

Ympäristöministeriön asetuksessa on määritelty eri käyttötarkoituksiluokkien enimmäisenergian kulutukseen liittyvät arvot kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a).

Julkisten rakennusten eri käyttötarkoituksiluokkien raja-arvoja kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a):

Taulukko 1. Julkisten rakennusten eri käyttötarkoituksiluokkien raja-arvoja kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a)

(LVI RakMK-00630 2018, 2)

Käyttötarkoituksiluokka	Rakennustyyppi	E-luvun raja-arvo kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> a)
3	Terveyskeskus	100
4	Teatteri, kirjasto, konserttitalo	135
5	Vanhainkoti	160
6	Opetusrakennus ja päiväkot	100
7	Liikuntahalli pl. uimahalli ja jäähalli	100

Käyttötarkoitukseluokan 6 rakennuksessa, jonka lämmitetty nettoala on enintään 1000 m<sup>2</sup> voidaan esitetyn E-luvun arvo ylittää 5 kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a). (LVI RakMK-00630 2018, 2)

## Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot

Ylläolevat arvot ovat eri rakennustyypeille määritellyjä energiatehokkuuden vertailulukujen raja-arvoja. Ympäristöministeriön asetuksessa 1048/2017 on määritelty vastaaville eri käyttötarkoituksiluokkien tiloille energiatehokkuusluokat välille A-G.

Taulukossa 2 on esitetty julkisten rakennusten energiatehokkuusluokkien arvoja kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a) asteikoille A-G:

Taulukko 2. Julkisten rakennusten energiatehokkuusluokkien arvoja kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a) asteikoille A-G.

Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot (LVI RakMK-00631 2018, 24)

Käyttötarkoituksiluokka	Rakennustyyppi	A	G
3	Terveyskeskus	<80	301<
4	Teatteri, kirjasto, konserttitalo	<90	391<
5	Vanhainkoti	<90	451<
6	Opetusrakennus ja päiväkot	<90	361<
7	Liikuntahalli pl. uimahalli ja jäähalli	<90	281<

### 3.5 Lämmityslaitteiden yleiset laatuvaatimukset

Rakennusten lämmittämisellä on suuri taloudellinen merkitys, sillä rakennusten lämmitysenergian osuus on noin 30% Suomen energian käytöstä. Lämmityslaitteilla lämmitetään rakennuksen lisäksi myös käyttövesi, sekä ilmanvaihdon tuloilma. Järjestelmän valintaan vaikuttaa mm. rakennuksen koko, käyttötarkoitus, energiankulutus ja sijainti. (LVI 10-10397 2006, 1)

Lämmöntuotantotapaa valittaessa pitää huomioida hankinta- ja käyttökustannukset, sekä myös energian saatavuus ja mahdolliset varajärjestelmät kustannuksineen. (LVI 10-10397 2006, 7)

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa ja mitoittamisessa oleellisinta on, että sisäilmasto-vaatimukset täyttyvät. (LVI 12-10343 2010, 2) Vesikiertoisten lämmityspattereiden pitää

luovuttaa vaadittu lämpöteho suunnitelluilla lämpötiloilla. Patterin varusteineen ja pintakäsittelyineen pitää kestää normaaleja käyttöolosuhteita ilman haitallista sisä- tai ulkopuolista korroosiota. (LVI 12-10343 2010, 6)

Lämmitysputkien tulee olla mekaanisesti kestäviä ja käytössä pitkäikäisiä sekä happidifфуsiosuojattuja. (LVI 12-10343 2010, 8) Pystyhormiin pystyputkien yhteyteen asennetaan vuotovesikaukalo, josta vuotovesi ohjautuu näkyville. (LVI 20- 10348 2004, 3)

Lattialämmityksessä, jossa on maanvarainen lattiarakenne, eristetään alaspäin suuntautuvan lämpöhäviön vähentämiseksi tavallista lattiarakennetta paremmin; reuna-alueilla 150 mm:n ja muualla 100 mm:n umpisoluinen polystyreenilevy tai vastaava lämmöneristys. Liikuntasaumojen ja kantavien rakenteiden läpiviientien yms. kohdalla lattialämmitysputket eristetään tai asennetaan yhtenäiseen suojaputkeen 300...500 mm liikuntasauman tai läpiviennin molemmin puolin. (LVI 13-10261 1996, 3)

Lämmönjakohuoneen tilavaraus määräytyy valitun lämmöntuotanto tavan mukaan. Mikäli kohteeseen tulee kaukolämpö niin tilan vaatimuksista on kerrottu Rakennusten kaukolämmitys, Määräykset ja ohjeet, julkaisu 2013 oppaassa. Oppaan tarkoitus on edesauttaa suunnittelijaa suunnittelemaan niin, että suunnitelmilla taataan asiakkaiden laitteiden ja lämmönmyyjän kaukolämpöjärjestelmän tehokas toiminta. (Energiateollisuus 2014, 1)

Kohteen lämmöntuotantotapana ollessa maalämpö niin tilojen oltava huomattavasti suurempia mitä esimerkiksi kaukolämmössä. Myös tilan akustiset vaatimukset oltava tarkkaan suunniteltu maalämpöpumpun aiheuttaman käynti- ja runkoäänen vuoksi. Ilmaääneneristävyyttä voidaan parantaa lisäämällä äänieristystä. Äänen kulkeutumista rakenteisiin voidaan vähentää joustavilla liitoksilla ja eristetyillä putkikannakkeilla. Teknisen tilan ilmanvaihto suunniteltava ja toteutettava niin, ettei lämmönkeruunesteen mahdollisesti höyrystyvän etanolin pitoisuus nouse syttymisrajalle. (LVI 11-10624 2018, 5) Lämmönkeruunesteen etanolipitoisuus on yleensä 28-30%, leimahduspiste tällöin +29 °C. (LVI 11-10624 2018, 7)

### 3.6 Vesi- ja viemärlaitteiden yleiset laatuvaatimukset

Uudessa Rakentamismääräyskokoelman säädöksen 1047/2017 kohdan 4§ *Veden laatu* mukaan ”Rakennuksen vesilaitteistoon aiotun veden laadun on oltava erityissuunnitteli-

jan tiedossa laitteiston teknisiä suunnittelua ja korroosion välttämistä varten. Vesilaitteistoon voi johtaa vain talousvedelle asetetut laatuvaatimukset täyttävää vettä”. (LVI RakMK-00622 2018, 2)

Talousveden laatu on Suomessa tunnetusti hyvä ja sen laatua seurataan tarkasti. Aika ajoin talousvesiverkosto pääsee saastumaan esimerkiksi putkirikon tai erheellisen putki-kytkennän takia. Legionella bakteeri on tunnetuin talousveden saastuttaja. Bakteeri voi siirtyä ihmiseen esimerkiksi suihkussa jos suihku on aerosolimaista. Bakteerin ehkäisyssä tärkeintä on pitää kylmä käyttövesi kylmänä (< 20 °C) ja lämmin käyttövesi riittävän kuumana (> 55 °C). (LVI 05-10598 2017, 3)

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan Legionella bakteereita on havaittu vesinäytteistä, joiden lämpötilat ovat olleet 6 - 66 °C, mutta niiden vaurioituminen alkaa jo, kun lämpötila on tasaisesti pitkään yli 46 °C:n. (www.thl.fi. 2019). Veden laadun kannalta on suositeltavaa juoksuttaa vesi kylmäksi ennen veden ottamista juotavaksi tai ruuanlaittoon. (LVI 05-10598 2017, 5)

Vesilaitteistoissa käytettävä vain sellaisia tuotteita jotka soveltuvat talousveden johtamiseen soveltuvia. (LVI RakMK-00622 2018, 2)

Rakennuksen jätevesilaitteistosta ei saa muodostua terveydellistä vaaraa, hajuhaittaa, viemäritulvia, melua eikä ympäristöhaittaa. (LVI RakMK-00622 2018, 4)

Kylmävesilaitteistossa olevan kylmän veden lämpötila saa olla enintään 20 °C. Kylmävesilaitteisto tulee olla suunniteltu ja asennettu niin, että edellä mainittu lämpötilavaade toteutuu. Mikäli kylmävesilaitteisto on ollut käyttämättä vähintään kahdeksan tuntia niin veden lämpötila saa olla enintään 24 °C. Lämminkäyttövesi oltava vähintään 55 °C ja ei saa olla kuumempaa kuin 65 °C. Vesikalusteesta on tultava lämmintä vettä 20 sekunnin kuluessa. (LVI RakMK-00622 2018, 2)

Uusissa rakennuksissa lämpimän käyttöveden kiertojohdossa ei saa käyttää lämmönluovuttimina ns. räppipattereita, eikä lattialämmitystä. (LVI RakMK-00622 2018, 2)

Vesijohdot ja niihin asennettavat laitteet on suunniteltava ja niin, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita mahdollisimman pian. Tämä on erityissuunnittelijan tehtävä. (LVI RakMK-00622 2018, 3) Piiloasennuksessa huomioitava myös putkien vaihdettavuus sekä koko asennusjärjestelmän yhteensopivuus, tyyppihyväksyntä ja vesitiiviys. (LVI 20-10347 2004, 2) Pystyhormiin pystyputkien yhteyteen asennetaan vuotovesikaukalo, josta vuotovesi ohjautuu näkyville. (LVI 20-10348 2004, 3) Vuotovesikaukalo voi olla joko

suppilo putken ympärille tai hormin pohja vesieristetään, josta vuotovesiletku johdetaan hormin ulkopuolelle.

Suunniteltavan vesilaitteiston painehäviöistä on tehtävä painehäviölaskelma. Mikäli paine jakojohdossa on yli 5 bar, on käytettävä paineenalennusventtiiliä. Jos painetaso on niin matala, ettei verkoston painetaso riitä vesilaitteiston vaadittuun virtaamaan niin on käytettävä paineenkorotuspumppua. (LVI RakMK-00622 2018, 3) Paineenkorotusta käytettäessä huomioitava pumpun läheisyydessä olevien vesipisteiden paineenalennus.

Vesijohtoverkoston liian suuri painetaso aiheuttaa häiritsevää virtausääntä. Liian suuri painetaso nostaa veden virtausnopeutta, jolloin virtausäänet voimistuvat. Veden virtauksesta aiheutuva ääniteho on likimain verrannollinen virtausnopeuden kuudenteen potenssiin, joten melko pienikin virtausnopeuden lisäys lisää äänitehoa tuntuvasti. Erityisesti tämä korostuu venttiileissä, kalusteissa, putkikoon muutoskohdissa yms. kohdissa, joissa virtausnopeus on suurimmillaan. (LVI 20-10328 2001, 2)

Erityisalan työnjohtajan (KVV-työnjohtaja) on huolehdittava vesilaitteiston huuhtelusta ennen verkoston käyttöönottoa. (LVI RakMK-00622 2018, 3)

Vesilaitteiston paine ja vesikalusteiden virtaamat pitää olla mitattu, säädetty ja toteutettu suunnitelmien mukaisiksi ennen käyttöönottoa. Tämä on erityisalan työnjohtajan tehtävä. (LVI RakMK-00622 2018, 3)

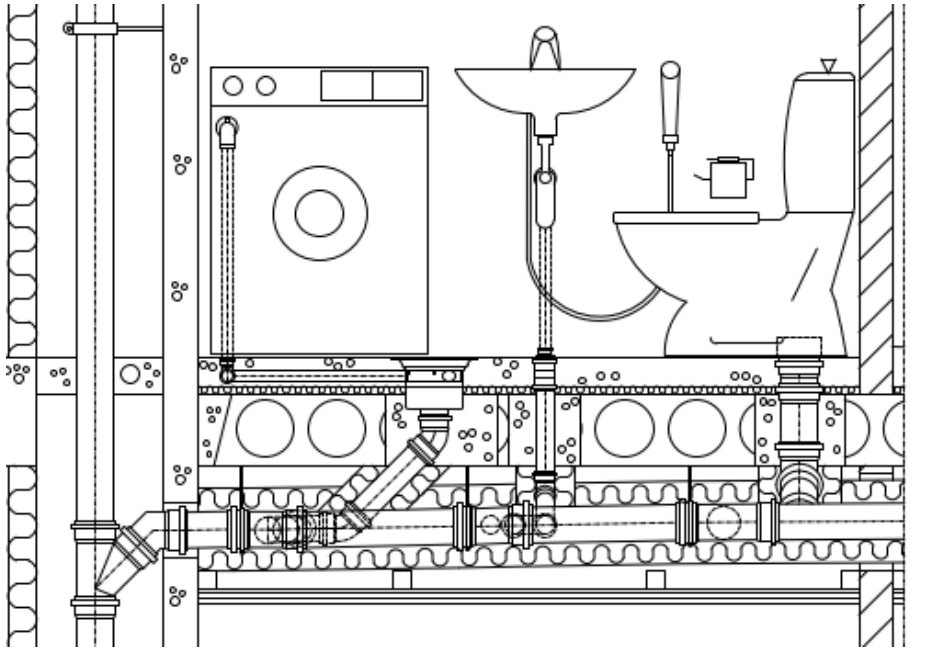
Rakennuksen perusmuurin lävistävä viemäri varustetaan välittömästi perusmuurin ulkopuolella tarkastuskaivolla tai puhdistusputkella. (LVI 23-10207 1993, 2) Tarkastuskaivo voidaan korvata tarkastusputkella jos viemäriputken halkaisija on pienempi kuin 300mm.

Viemärlaitteistoon liitettyyn lattiakaivoon saa liittää enintään kaksi kuivakaivoa, jotka voivat olla enintään kolmen metrin etäisyydellä varsinaisesta kaivosta. (LVI RakMK-00622 2018, 4).

Viemäriin suunnanmuutoksista huomioitava kytkentäviemäriin liittyessä vaakakokojaviemäriin niin liitos pitää toteuttaa 45<sup>o</sup> haarayhteellä. Tämä tilanne tapahtuu kun wc-istuimen kytkentäviemäri liitetään kokoojaviemäriin. (Uponor 2015, 55.)

Viemäriin sijoittamisesta rakennuksen sisällä on aina huomioitava palo- ja äänivaatimukset. Muoviviemäri on palavaan materiaalia ja sen äänieristävyys ominaisuudet ovat aika heikot. Markkinoilla on ns. desibeli- viemäreitä, joiden seinämävahvuutta muuttamalla putki on saatu hieman enemmän ääntä vaimentamaksi. Varsinkin vaakakokoajaviemäriin

sijoittaminen alas lasketun yläpuolella, välipohjaan on ratkaisu, jossa pitää huomioida äänieristäminen. Hyvään lopputulokseen päästään esimerkiksi kuten kuvan 6 tapauksessa eristämällä viemäri mineraalivillalla.



Kuva 6. Vaakakokoajaviemärin eristäminen välipohjassa. (Uponor Oy. 2015, 50.)

Muoviviemärin palonsuojauksessa on käytettävissä useita eri ratkaisuja. Viemärin yleisimmät palosuojaus menetelmät ovat paloluokitellulla mineraalivillalla, rakenteellinen suojaus tai palomansetti. (Uponor 2015, 37)

Muoviviemärin sijainnissa pitää ottaa huomioon myös pintakerrosvaatimukset, jolloin muoviviemärin pinta pitää pinnoittaa palamattomalla rakenteella tai käyttää eri materiaalia olevaa viemäriputkea, esim. valurautaa tai RST. Palosuojauksessa mineraalivillalla parannetaan samalla myös äänieristävyyttä. (LVI 23-10311 2000, 1) Väestösuojan pohjaviemäreiden asennuksessa huomioitava viemäriputken materiaalin muutos muovista valurautaan paineseinän läpiviennin osalta. (LVI 12-10217 1994, 9)

Öljyn- ja rasvanerotimissa oltava täyttymisestä ilmoittava hälytin. Erottimen jälkeen näytteenottokaivo. (LVI RakMK-00622 2018, 4) Erottimien läheisyyteen vesipiste hälytintureiden pesua varten. Väestösuoja tilan sulkuventtiilikaivo ei saa sijaita sulkuventtiilille varatulle alueella. (LVI 06-10502 2012, 4)

Mikäli viemäripiste tai salaojat joudutaan asentamaan padotuskorkeuden alapuolelle niin ne joudutaan pumpaamaan. Pumppaamoiden mitoituksessa pumpun virtaama on oltava yhtä suuri mitä mitoitusvirtaama. Kahden pumpun laitoksissa yhden pumpun on pystyttävä pumppaamaan mitoitusvirtaama. Pumppaamossa tulee olla varatilavuutta esimerkiksi sähkökatkoksen tai konehäiriön vuoksi. (LVI 23-10222 1993, 2)

Hulevesiviemäröinnin pääasiallisena tehtävänä on kerätä ja johtaa pois katu-, tie- ja piha-alueilla sekä rakennusten katoilla muodostuvat hulevedet. (Kuntaliitto. 2012, 43)

Hulevesilaitteisto on suunniteltava niin, että ensisijaisesti pyritään hulevesiä viivyttämään tai imeyttämään kiinteistöllä. Mikäli hulevettä ei pysty imeyttämään niin se tulee johtaa avo-ojaan, vesistöön tai hulevesiverkostoon. Erityisalan työnjohtajan on huolehdittava hulevesiviemäriin tiiveyden tarkastamisesta. (LVI RakMK-00622 2018, 5) Huleveden keräämisessä on huomioitava myös katolta tulevat vedet sekä paannejään muodostuminen, jotka aiheuttavat haittaa jalankululle. Kattovedet tulee johtaa syöksytorvien alta rännikaivojen kautta suoraan sadevesiviemäriin tai imeytysrakenteeseen. (RT 81-11000 2010, 3) Matalissa hulevesikaivoissa <1,5 m suositellaan käytettäväksi jäätymisestokartioita. (LVI 23-10207 1993, 3)

Sisäpuolisen huleveden kannakointiin kiinnitettävä erityistä huomioita varsinkin suunnan muutoksissa. Kulmakappaleet on hyvä lukita mekaanisesti, irtoamisvaaran takia.

Muoviviemärit äänieristetään alas lasketun katon yläpuolella. Äänieristysvillan tiheys  $100 \text{ kg/m}^3$ . (LVI 20-10328 2001, 12) Mikäli pohjaviemärit asennetaan tuuletettuun alapohjaan niin viemäriin eristystarve pitää varmistaa. Tarvittaessa viemärit pitää lämpöeristää.

### 3.7 Ilmanvaihdon yleiset laatuvaatimukset

Ilmanvaihdolla pyritään ylläpitämään hyvää ilmanlaatua tuomalla tiloihin puhdasta ilmaa ja poistaa sieltä epäpuhtauksia. Sisäilmastotekijöille asetetaan tavoitteet joihin voidaan vaikuttaa, sekä jotka voidaan todentaa laskelmin suunnitteluvaiheessa ja mittauksin käyttöönottovaiheessa. (Talotekniikka teollisuus ry 2002, 5)

Yllämainittuja sisäilman laatuun liittyviä suureita ovat:

- hiilidioksidipitoisuus ( $\text{CO}_2$ )
- sisäänpuhallusilman lämpötila kesällä ja talvella



- ilman liikenopeus eli veto
- ilmanvaihdon äänitaso

Ihmisen ja ihmisen tekemien toimintojen takia ympäristöön leviää monia epäpuhtauksia. Ihmisen aineen-vaihdunta tuottaa mm. hiilidioksidia, metaania ja aldehydejä. Hiilidioksidi on yleisesti käytetty ihmisperäisten epäpuhtauksien indikaattori. Hiilidioksidi on terveydelle haitallista vasta melko korkeina pitoisuuksina (yli 5000 ppm) (sisäilmayhdistys.fi, 2019).

Suunnittelulla käyttöaikana tilan hetkellinen sisäilman hiilidioksidin voi olla enintään 1450 mg/m<sup>3</sup> (800 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus) (RakMk-21752 2018, 2) Hengitysluokan mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 200 mg/m<sup>3</sup> (150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (hengitysluokan.fi, 2019)

Ilmanvaihdolla on suuri merkitys kiinteistöjen sisäilmaston laatuun ja energian kulutukseen. Ilmanvaihdon avulla tuotetaan terveellistä ja viihtyisää ilman laatua siten, ettei sisäilmassa olisi liian suuria pitoisuuksia haittaa aiheuttavia epäpuhtauksia.

FINVAC ry. (The Finnish Association of HVAC Societies) teki Ympäristöministeriön pyynnöstä selvityksen, jonka tavoitteena oli tehdä ehdotus ilmanvaihdon ilmajärjestelmien ohjearvoiksi.

Sisäilmastoluokituksen tavoitteet otetaan huomioon rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Tilaaja määrittelee sisäilmaston tavoitearvot yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa. (LVI 05-10627 2018, 3)

Sisäilmastoluokat on jaettu kolmeen luokkaan, S1, S2 ja S3. Sisäilmastoluokassa S1 käytettytyytyväisyys on todennäköisesti suurempaan kuin muissa luokissa. (LVI 05-10627 2018, 5). Taulukossa 3 on kerrottu sisäilmastoluokkien laadullisista tasoista.

## Taulukko 3. Sisäilmastoluokat.

(LVI 05-10627 2018, 5)

S1: Yksilöllinen sisäilmasto	Sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita on tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus
S2: Hyvä sisäilmasto	Sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta tilan yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.
S3: Tyydyttävä sisäilmasto	Sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveysuojelulain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset.

Suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista. Jonkin suureen arvo voidaan määritellä tapauskohtaisesti. (LVI 05-10627 2018, 5)

Turun kaupungin kohteissa sisäilmastoluokka uudisrakentamisessa ja täydellisessä peruskorjauksessa on S2.

Ilmamäärät mitoitetaan ensisijaisesti henkilöluvun mukaan. Ilmamäärien tarkastelussa pitää peilata saatuja tuloksia myös hiilidioksidikuormitukseen. Hiilidioksidikuormituksesta on tehty ohjeistus *Tilan ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuormituksen perusteella*, Liljeström & Vähä-Ruohola Optiplan Oy.

Ilmanvaihtokoneiden mitoituksessa on huomioitava Ekosuunnitelu.info-ohjeet.

Ilmanjakoa suunniteltaessa on kiinnitettävä huomioita pääte-elimien sijoitteluun huonetilassa. Tulo- ja poistoelimien vierekkäistä sijoittelua on vältettävä. Ilmastoinnin LTO-, lämmitys- ja jäähdytyspatterit suunnitellaan irrotettaviksi ja korjattaviksi. Sijoitettaessa pääte-elimiiä alas lasketun katon yläpuolelle on sen vapaan pinta-alan oltava min. 75% ja jakauduttava tasaisesti huonetilan alueelle. (Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas, Julkaisu 1.2012, 44). Ullakolla ilmanvaihtokanavien puhdistamista varten on kanavistoon asennettava puhdistusluukkuja määräyksien mukaisin välein. Puhdistusluukut

oltava malliltaan ja eristettävyydeltään sellaisia, että kanavaeristeitä pidä avata päästäkseen puhdistusluokkuun käsiksi. (Suomen LVI- liitto 2012, 45) Keittiöissä missä on paljon lämpökuormaa aiheuttavia laitteita, pitää käyttää erillisillä ulkoyksiköillä varustettuja kylmiöitä ja pakastintiloja. (LVI 06-10304 2000, 2) Keittiöissä ilmamäärän määrää pääsääntöisesti keittiön tuottama lämpökuorma. Laitteiden aiheuttamat lämpökuormat, poistojärjestelyt, tuloilman jakotavat ja laitteiden samanaikaiskäyttö vaikuttavat lopulliseen ilmamäärään. (RT 94-11254 2017, 17)

### 3.7.1 SFP-luku

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho eli SFP-luku tarkoittaa ominaissähkötehoa eli sähköverkosta otettua tehoa, joka tarvitaan yhden ilmakehän kuljettamiseen sekunnissa. (LVI 30-10529 2013, 2)

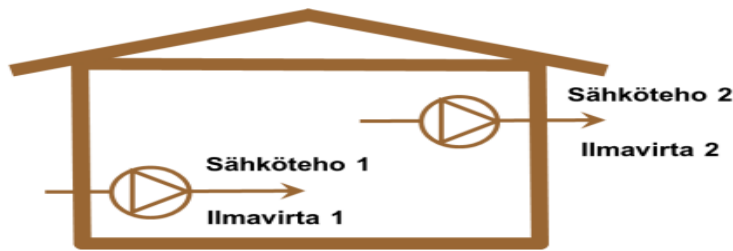
Oikealla ja huolellisella suunnittelulla, sekä laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa rakennuksen ja sen ilmakehänvaihtojärjestelmien sähkönkulutukseen. Sähkönkulutuksella on hyvin merkittävä osuus energian tarpeesta, joten määräysten mukaisella suunnittelulla voidaan merkittävästi vaikuttaa koko rakennuksen elinkaarikustannuksiin ja ympäristökuormitukseen. (LVI-talotekniikkateollisuus ry. 2009, 4)

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP on koko rakennuksen kaikkien puhaltimien yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho [kW] jaettuna koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla [ $\text{m}^3/\text{s}$ ], näistä valitaan suurempi (FläktWoods 2017, 3)

Taulukossa 4 on esitetty SFP-luvun kiristyminen.

Taulukko 4. Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-luku vaatimus rakennusluvan vireilletulovuoden mukaan. (LVI RakMK-00631 2018, 9)

Ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennusluvan vireilletulovuosi		
	-2012	2012-	2018-
Painovoimainen	0,0 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	0,0 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	0,0 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$
Koneellinen poisto	1,5 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	1,0 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	0,9 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$
Koneellinen tulopoisto	2,5 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	2,0 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$	1,8 kW/ $\text{m}^3/\text{s}$



$$\text{SFP} = \frac{P_1 + P_2}{q_2}$$

Kuva 7. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho. (FläktWoods 2017, 3).

SFP= Ominaissähköteho [kW/m<sup>3</sup> / s]

P<sub>1</sub>= Puhaltimen P<sub>1</sub> ottama sähköteho [kW]

P<sub>2</sub>= Puhaltimen P<sub>2</sub> ottama sähköteho [kW]

q<sub>2</sub>= Koko järjestelmän mitoitusjäteilmavirta tai mitoitustuloilmavirta (suurempi näistä [m<sup>3</sup>/s])

Turun Kaupungin kohteissa tällä hetkellä SFP-luku maksimi on 1,6 kW/m<sup>3</sup> / s.

### 3.7.2 Ilmanvaihtokanavien ja kanavaosien vaatimukset

Ilmanvaihtokanavien ja kanavaosien seinämien paksuudet ja materiaalit valitaan niin, että kanava ja kanavaosat kestävät niihin kohdistuvat rasitukset, kuten kuumuuden ja puhdistuksen. Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativan kohteen teräksestä valmistetun kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuus on vähintään 1,25 mm. (Suomen LVI-liitto 2012, 14)

Tavallisen teräslevystä valmistetun kanavan ja kanavaosien seinämäpaksuudet voidaan valita taulukon 5 mukaan seuraavasti:

Taulukko 5. Ilmanvaihtokanavien seinämävahvuudet.

(Suomen LVI-liitto 2012, 14)

<b>Pyöreä kanava</b>	<b>Materiaalin pak- suus</b>
63 - 315 mm	minimi 0,5 mm
400 - 800 mm	minimi 0,7 mm
1000 - 1250 mm	minimi 0,9 mm
<b>Suorakaidekanava</b>	<b>Materiaalin pak- suus</b>
pitempi sivu ≤ 300 mm	minimi 0,5 mm
pitempi sivu 300 - 800 mm	minimi 0,7 mm
pitempi sivu > 800 mm	minimi 0,9 mm.

Kanavien kannakointi taulukon 6 mukaan.

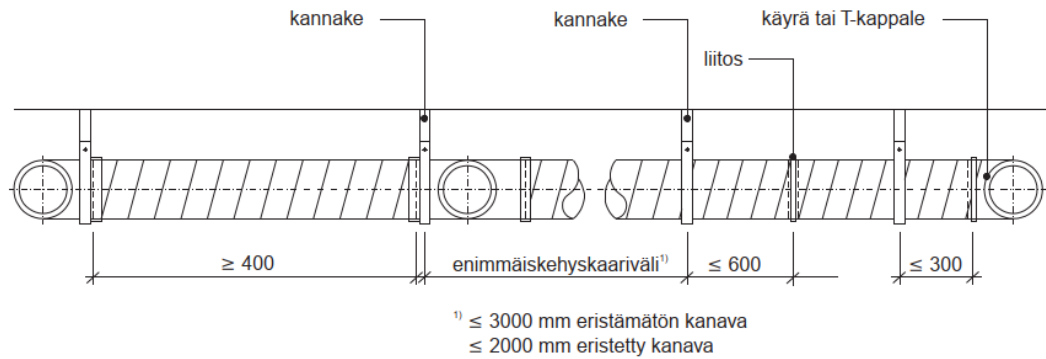
Taulukko 6. Ilmanvaihtokanavien enimmäiskannakointivälit ja aukko-varaukset.

(LVI 12-10370 2004, 17)

*Ilmanvaihtokanavien enimmäiskanna-  
kointivälit ja aukko-varaukset.*

<b>Kanava- koko mm</b>	<b>Enimmäis- kannakointiväli m</b>	<b>Aukko- varaus mm</b>
63	3	80
80	3	100
100	3	125
125	3	160
160	3	200
200	3	250
250	3	315
315	3	400
400	3	500
500	3	630
630	3	800
800	3	1000
1000	3	1250
1250	3	1500

Kuvassa 8 on esitetty kanavaosien vaikutusta kannakkeiden sijoitukseen.



Kuva 8. Liitososien vaikutus kanavien kannakointiväleihin. (LVI 12-10370 2004, 17)

Taulukossa 7 on kerrottu kuinka monta niittiä erikokoiset kanavat tarvitsevat.

Taulukko 7. Popniittien lukumäärä ilmanvaihtokanavien ja osien kiinnityksessä. (LVI 12-10370 2004, 17)

*Popniittien lukumäärä ilmanvaihtokanavien ja osien kiinnityksessä.*

Kanavakoko mm	Popniittien lukumäärä vähintään kpl
63... 250	3
315... 500	4
630... 1250	8

Ilmanvaihtokanavien mitoituksessa tulee huomioida LVI-talotekniikkateollisuuden laatiman SFP oppaassa (Opas ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon määrittämiseen, laskentaan ja mittaamiseen 2009) määritellyt suurimmat kanavanopeuden eri kokoisille kanaville, taulukko 8.

Taulukko 8. Ilmanvaihtokanavien suositellut suurimmat kanavanopeudet.

(LVI-talotekniikkateollisuus ry. 2009, 14)

Kanavakoko	Nopeus
≤ 160 mm	2,5 m/s
200 mm	3 m/s
315 mm	4 m/s
400 mm	4,5 m/s
500 mm	5 m/s
630 mm	6 m/s
800 mm	7 m/s

Kanavien ja siihen liittyvien osien, puhdistusluukkujen sekä säätö- ja palopeltien tulee olla puhdistettavissa standardin SFS-EN 12097:2006 mukaan. Säätö- ja palopellit pitää olla sellaisia, että kanavapuhdistus on mahdollista. Säätöpellit pitää pystyä asentamaan säädön mukaiseen asentoon puhdistuksen jälkeen. Säätöpellin asento pitää pystyä tarkastamaan kanavaa avaamatta. Tiivistemateriaaleista ei saa irrota mitään terveydelle haitallisia tai ilmaa huonontavia aineita. (LVI 05-10627 2018, 21)

Äänenvaimentimien sisäpintojen tulee olla sellaisia, että niistä ei irtoa ilmaan kuituja, hiukkasia tai muita haitallisia aineita. Äänenvaimentimet tulee olla puhdistettavissa ja harjauksen yhteydessäkään niistä ei saa irrota ilmaan mitään edellä mainittuja epäpuhtauksia. Äänenvaimentimien äänitekniset ominaisuudet, puhdistus- ja käyttöohjeet, nimellisilmavirta ja käyttörajoitukset pitää olla saatavilla. Lisäksi äänenvaimentimen valmistajan pitää määritellä käytettyjen tuotteiden hävittäminen ympäristöystävällisesti. (LVI 05-10627 2018, 22)

Väestönsuojaan on saatava kriisin aikana paineventtiilin kautta esisuodatettua ilmaa vähintään 2,7 dm<sup>3</sup>/s varsinaisen suojatilan neliometriä kohti ja suodatuksen aikana vähintään 0,9 dm<sup>3</sup>/s siten, että ilma jakaantuu tasaisesti väestönsuojassa. Väestönsuojan laitteet pitää huoltaa ja niiden toimintakunto varmistaa 10 vuoden välein ja siitä pitää tehdä tarkastuspöytäkirja. (LVI SM- 00476 2011, 3)

### 3.7.3 Ilmanvaihtokoneiden hyötysuhdevaatimukset

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla on suuri merkitys rakennuksen energiankulutukseen. Rakennuksen ilmanvaihdon energiatehokkuus voidaan toteuttaa sisäilman laadusta tinkimättä ottamalla poistoilmasta lämpöä talteen. Rakennuksen tuloilman lämmittämiseen kuluvan energian osuus on noin 30-50% koko rakennuksen lämmitysenergian tarpeesta. Lämmöntalteenotolla tästä energiantarpeesta voidaan kattaa noin 50...80 %. (LVI 38-10454 2010, 1)

Tämän hetkiset määräysten mukaiset Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lämpötilojen hyötysuhteet ovat:

- nestekiertoinen LTO  $\eta_t \geq 68\%$
- vastavirta levylämmönsiirrin  $\eta_t \geq 75\%$

(Komission asetus (EU) N:o 1253/2014. 2014, 11.)



## 4 KULUTUSMITTAROINTI

Kulutusmittarointi toteutetaan Turun kaupungin kulutusmittarointiohje ja -strategia ohjeen mukaan. Ehdotussuunnitteluvaihetta ennen asetetaan mittaroinnin tavoitteet. Tavoitteiden minimitason rakentamismääräyskokoelman mukaan. Tavoitetasojen määrittely tehdään yhdessä hankeorganisaation ja Tilapalvelukeskuksen energia-asiantuntijan kanssa. Taulukossa 9 on esitetty mitattavien energioiden tavoitetaso. (Grotell, Autelo 2017. 4)

Taulukko 9. Mitattavien energioiden tavoitetaso. (Grotell, Autelo, 4.)

Sähkö	Lämpö	Vesi	Jäähdytys	Paikallinen energiantuotanto
Rakennuksen päämittaus (RakMK D3)	Rakennuksen päämittaus (RakMK D3)	Rakennuksen päämittaus (RakMK D3)	Rakennuskohtainen kylmäkulutus	Tuotantomäärä
IV-järjestelmän sähkönkulutus (RakMK D3)	Rakennusosa-/verkostokohtainen lämmönkulutus	Lämpimän käyttöveden kokonaiskulutus (RakMK D3)		
Jäähdytysjärjestelmän sähkönkulutus (RakMK D3)		Suurkuluttajakohtainen vedenkulutus		
Valaistusjärjestelmän sähkönkulutus (RakMK D3)				
Asuin- ja liikehuoneistojen sähkönkulutus (Valtioneuvoston asetus 66/2009)				
Toimialakohtainen sähkönkulutus				

## 5 OHJEIDEN VERTAILU

Turun ohjeiden vertailupohjaksi pyysin neljältä kunnalta vastaavia LVI-suunnitteluohjeita. Helsingistä ja Oulusta saatiin käyttöön kyseiset ohjeet.

Molempien kuntien ohjeet on laadittu nimenomaan julkisten rakennusten rakentamista varten ja molempia voi hyödyntää myös peruskorjauskohteissa.

Oulussa käytössä mallipiirustuksia (ohje s.3), piirustusohjeita, myös muita ohjeita jotka noudettavista täydentää rakentamismääräyskokoelmaa, RT- kortteja ja LVI-Ryl:liä.

Helsingin ohjeessa mainitaan matala ja lähes nollaenergiaratkaisujen sisältyvän ohjeisiin. Käytössä on erillinen malli LVIA-työselitys. Ohjeessa on listattuna noudatettavat asiakirjat ja muut ohjeet.

Molemmat kunnat velvoittavat suunnittelijoiden noudatettavan laatimiaan ohjeita ja mikäli ohjeesta poiketaan niin niistä sovittava erikseen.

Helsingin ohjeistuksessa on paljon kerrottu minimi lukuarvoin tai viitattu viranomaismääräyksiin tai omiin muihin ohjeisiin. (Forsman 2018)

Oulun ohjeistuksessa monessa kohtaa kerrotaan asioista jo vähän työselityksen tasolla, kuten kalustepositiot, sekä linjasäästöventtiileiden numerointi. (Kumpuniemi 2018)

Molemmista ohjeistuksista huomaa pitkän historian ja kokemuksen rakennuttamisesta. Monesti nämä ohjeet päivittyvät aina työmailta saadun hyvän tai huonon kokemuksen kautta.

Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty vertailuja eri kaupunkien kesken.

Taulukko 10. Helsingin ja Oulun energiavaatimukset	
Energiavaatimukset	
Helsinki	Oulu
Lähes nollaenergiarakennus	Ei mainintaa nollaenergiasta
Energia kierrätettävä rakennuksen sisällä	Kestävä kehitys ja energiantaloutta tukevat ratkaisut
Energian syöttämisen mahdollisuus verkkoon ja myyntiä läheisille rakennuksille tutkittava	huomioiden energiasäästösopimus, sekä Tilakeskuksen ohjeet energiankulutuksen vähentämiseksi
E-luku tavoitteet ja tilojen minimiarvot mainitaan	Ei mainintaa E-luvusta
Hankesuunnitteluvaiheessa jo mukana suunnittelijat jotka tekevät energian tavoitekulutuslaskelmat	Ulkopuolinen lämpökuorma pitää minimoida, jotta lisäjäähdetyksen tarve olisi mahdollisimman pieni
Joka suunnitteluvaiheen lopussa tehdään tavoitekulutuslaskelmat	

Taulukko 11. Helsingin ja Oulun LVI-vaatimuksia	
LVI-vaatimukset	
Helsinki	Oulu
Liitetään kaukolämpöön aina kuin mahdollista	Liitetään kaukolämpöön aina kuin mahdollista
Uusiutuvien energialähteiden käyttö tutkitaan tapauskohtaisesti	Muut lämmitysmuodot päätetään Tilakeskuksen kanssa ja tehdään tarvittaessa kannattavuuslaskelmat
Sisäilmastoluokka S2	Sisäilmastoluokka S2
Pyritään hyödyntämään 5-10% uusiutuvia energioita	

## 6 OHJEEN KEHITTÄMINEN

LVI- ohjeistuksia on ollut käytössä jo kauan. Periaatteessa aina kun on rakennettu uutta tai peruskorjattu niin on pitänyt olla jonkin tasoinen ohjeistus, missä tuodaan esiin tilaajan näkemys.

Tarve- ja hankeselvitysvaiheessa ohjeistus on yksinkertainen ja siinä kerrotaan pääperiaatteet ja linjaukset. Mitä pidemmällä projekti etenee niin sitä tarkemmaksi ohjeistus muodostuu.

Nämä suunnitteluohjeet täydentyvät jatkuvasti. Päivityshistoria on hyvä pitää tallessa. Helsingin käyttämä tapa, että päivityslista on heti kansilehden jälkeen on varmasti ihan varteenotettava vaihtoehto. Vaikka määräyksiä on yksinkertaistettu niin silti niihin aina jää tulkinta mahdollisuuksia joita tarjoajat käyttävät hyväkseen. Siksi on entistä tärkeämpää, että tilaaja määrittelee jo hyvinkin varhaisessa vaiheessa oman tahtotilansa urakamuodosta riippuen.

Vertaillen ohjeita Helsingin, Oulun ja Turun kesken niin näyttää siltä, että Helsingin ohjeistuksessa tuodaan enemmän esille suunnitteluun kohdistuvia vaatimuksia, kun Oulun ohjeistus on jo vähän työselityksen omainen. Turun aiemmat ohjeistukset on Helsingin ja Oulun välimaastosta.

Kehittämistä tapahtuu monessa eri muodossa. Verkostoituminen, sähköisen materiaalin lisääntyminen ja uusien ratkaisujen kehittäminen lisää ohjeen kehittämistä ja päivittämistä. Myös suunnitteluvaiheessa eri osapuolilta voi tulla esiin näkemyksiä, jotka on syytä ottaa huomioon.

Alan messutapahtumat, esim. FINNBUILD on hyvä kohtaamispaikka, jossa pääsee konkreettisesti näkemään uusimpia tuotteita tai kuuntelemaan alan luentoja. Suomen LVI-liitto (SuLVI) on LVI-alan yhteistyö- ja koulutusjärjestö. Järjestön tarkoituksena on huolehtia jäsentensä ammatillisen osaamisen kehittymisestä ja verkostoitumisesta, sekä ottaa kantaa alan kehittymiseen. SuLVI vastaa myös kansallisen pätevydentoteamiseliimen FISE Oy:n sihteerijärjestönä LVI-pätevyyksien toteamisesta. (SuLVI ry.2019)

Ohjeessa on myös asennustekniikkaan liittyviä asioita. Niiden paras palaute saadaan työmailta asennusta suorittavalta taholta.

## 7 TURUN LVI-OHJE

### 7.1 Hanketiedot

Tarveselvitys vaiheessa tiedetään lähinnä toimiala(t), ketä kohteeseen tulee. Hanketiedot tarkentuvat projektin edetessä. Lämmitys-, energiantoimitustavat on hyvä tietää jo tässä vaiheessa.

### 7.2 Yleiset vaatimukset

LVI-suunnitelmissa tulee noudattaa voimassa olevia määräyksiä ja ohjeita. Ekosuunnittelun asiakirjoissa olevat alan määräykset myös huomioitava.

Järjestelmiä ja laitevalintoja tehtäessä on huomiota laitteiden ja järjestelmien energiatalouteen ja elinkaarikestävyyteen. Järjestelmävalinnoissa tulee käyttää elinkaarikustannuslaskelmia. Rakennuskohteen rakennustöiden puhtausluokkavaatimus on P1. Puhtausluokkavaatimus huomioidaan materiaaleissa (M1) ja rakentamisessa. Sisäilmaluokkavaatimuksena on S2: Hyvä sisäilmasto.

### 7.3 Mallinnus

Suunnittelutyö tehdään mallintamalla (Taso 3, BIM, IFC tallennusmuoto). Mallintamisessa noudatetaan ohjeistoa Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja suunnittelutehtävien osalta siihen liittyviä eri suunnittelualoja koskevia RT-kortteja kunkin suunnittelualan osalta.

### 7.4 Kiinteistön liittymistiedot

#### 7.4.1 Lämpöenergia

Rakennukset suunnitellaan *lähes nolla energialuokkaan*. Tavoitteena on hyödyntää kohteessa uusiutuvia energialähteitä, maalämpöä, aurinkoenergiaa ym. Tutkitaan kaukolämmön vaihtoehtona käyttää omavaraista energiantuotantoa osana lämmöntuotantoa.

#### 7.4.2 Käyttövesi

Rakennus liitetään Turun kaupungin vesijohtoverkkoon.

#### 7.4.3 Jäte- ja sadevesiviemärit

Rakennus liitetään Turun kaupungin jäte- ja sadevesiviemäriverkkoon.

#### 7.4.4 Lämmitysjärjestelmät

Lämmöntuotanto toteutetaan siten, että toteutus lähes nolla energiataloksi on mahdollinen. Lämmöntuotantolähteinä on mahdollista käyttää maalämpöä, aurinkoenergiaa ja kaukolämpöä.

#### 7.4.5 Lämmönjakokeskus

Kaukolämpövaihtoehdossa ovat erilliset lämmönsiirtimet lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesiverkostoille. Maalämpövaihtoehdossa lämpöpumput CE-merkittyjä tehdasvalmiita sarjavalmisteisia laitteistoja.

#### 7.4.6 Paisunta- ja varolaitteet

Suljetut verkostot varustetaan omilla kalvopaisunta-astioilla ja 2 kpl varoventtiileillä.

#### 7.4.7 Lämmitysverkostot

Rakennus varustetaan vesikiertoisella lämmitysjärjestelmällä.

Lämmön talteenottoverkostot tehdään AISI 304 mukaisista ruostumattomista teräsputkista (seinämävahvuus = 2,0 mm).

Aurinkolämmitysjärjestelmät rakennetaan kuten lämmön talteenottojärjestelmät. Putkimateriaalina on kupari tai ruostumaton teräs.

#### 7.4.8 Lämpöjohtopumput

Pumppuina käytetään lähtökohtaisesti ns. kuivamoottoripumppuja. Merkkiä Kolmeks. Pumpun mitoituksessa huomioitava 20% laajennusvara ilman, että pitää vaihtaa sähkömoottoria. Pumppujen täytettävä Ecodesing- direktiivin vaatimukset.

#### 7.5 Käyttöveden ja energianmittaus

Käyttöveden ja energianmittaukset toteutetaan erillisen ohjeen ”Turun Kaupunki kulutusmittaroinnin suunnitteluohje” mukaan.

#### 7.6 Jäähdytysjärjestelmät

Jäähdytysenergian tuotanto pyritään toteuttamaan käyttämällä ensisijaisesti uusiutuvaa energiaa.

Jäähdytysjärjestelmien suunnittelussa tulee ottaa huomioon kiinteistön energiatehokkuus, sekä mahdollisesti tilat jotka vaativat jäähdytystä ympäri vuoden, mm. sähkön serveri ja pääkeskustilat.

Jäähdytettäviä / viilennettäviä tiloja ovat mm. keittiö, kirjasto, hallintotilat (toimistot), atk-luokat, neuvola- ja terveydenhuoltotilat sekä tietojärjestelmä ja turvalaitahuoneet sekä pääkeskustilat. Kesäajan lämpötilojen hallintaa pyritään edesauttamaan rakenteellisin keinoin, passiiviperiaatteella.

#### 7.7 Vesi- ja viemärilaitteet

Vesi- ja viemärisuunnitelmat rakennusmääräyskokoelmien mukaan (1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista, sekä asetuksen taustamateriaalista).

Sisäpuoliset kylmä- ja lämminvesijohdot tehdään saumattomista kupariputkista. Liitokset tehdään kovajuotos-, kartio- ja kapillaariliitoksin, sekä puristusmenetelmin.

Vesijohtojen kytkentäjohdot upotetaan rakenteisiin tai pinnallisesti. Pintaputket kromattuja. *Vesijohtoja ei tuoda missään tiloissa kalusteelle ko. tilan lattian läpi, (vesieristeet ja lattiapinnoitteet tulee olla ehjät, lukuun ottamatta viemärin lävistystä).*

#### 7.7.1 Erottimet

Kouluissa erikoisvarustetut luokat varustetaan paikallisin erottimin. Keittiöihin asennetaan rasvanerottimet.

#### 7.7.2 Käyttövesipumput

Käyttövesipumput ovat vakionopeus keskipakoispumppuja ja niiden tulee olla energia-  
tehokkuusluokkaa A.

#### 7.7.3 Pumppaamot

Pumppaamot ovat rakenteeltaan lujitemuovisia. Pumppaamon halkaisijan tulee olla vähintään 1000 mm huollettavuuden varmistamiseksi. Pumppaamot varustetaan kahdella pumpulla.

#### 7.7.4 Viemärit

Ulkopuoliset jäte- ja sadevesiviemärit tehdään T8 luokan maahan asennettavista PVC- tai PP-muoviviemäriputkista. Sisäpuoliset pohjalaatan alapuoliset jäte- ja sadevesiviemärit ovat Uponal PVC- putkea tai Uponor PP-putkea. Keittiön rasvaviemärit muovillista HST-putkea. Sisäpuoliset pohjalaatan yläpuoliset jäte- ja sadevesiviemärit ovat Uponor PP-putkea.

Kaikki pohjaviemärit video kuvataan ja dokumentoidaan. Kuvaus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Heti asennustöiden jälkeen, sekä ennen kohteen vastaanottoa. Ulkopuoliset viemärit kuvataan ennen vastaanottoa. Salaojat rakennetaan tekniseen salaojitukseen tarkoitettusta putkesta Uponor – Tupla, asennusluokka SN 8. Ulkopuoliset viemärit kuvataan ennen vastaanottoa.



### 7.7.5 Vesikalusteet

Vesikalusteet ovat toiminnaltaan vipu- ja termostaattikäyttöisiä sekä elektronisia. Elektroniset vesikalusteet tulevat pisiaareihin, terveydenhoitotiloihin ja tarvittavin osin keittiöön. Vesikalusteet ovat esim. Oras Oy:n tuotteita. Pesualtaat ja wc-istuimet ovat esim. IDO Oy:n tuotteita. Päiväkotien sekoittajat varustetaan turvanupilla. Pöytäsekoittajat, joissa on kääntyvä juoksuputki on juoksuputken liikerata rajoitettava niin ettei se käänny altaan yli.

Lattiakaivot muovia, paitsi keittiössä kaivot ja lattia-altaat ovat haponkestävää terästä.

Pikapalopostit ovat pinta- tai uppoasennettavia arkkitehtisuunnitelmien mukaan. Pikapalopostin koko mitoitetaan 19 mm mukaan. Pikapalopostit varustetaan käsisammuttimin 6,0 kg.

### 7.8 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon on oltava terveellinen, turvallinen ja toteutettava viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa.

Ilmanvaihtosuunnitelmien pitää noudattaa Ympäristöministeriön asetusta uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, sekä asetuksen taustamateriaalista. Käytetään mieluummin useampia koneita, kuin ilmamääräsäätimiä. Ilmanjaon periaatteena sekoittava ilmanjakoa. Seinäpuhallus on kielletty ainakin päiväkotien ja koulujen ryhmä- ja luokkatiloissa.

Ominais sähköteho ja lämmöntalteenoton hyötysuhteet

Koko ilmanvaihtojärjestelmän ominais sähköteho vaatimus  $1,6 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$ , käytettävällä ilmamäärällä mitattuna.

Lämmön talteenoton vuosihyötysuhde vaatimus 75 - 80 %.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhteet ovat:

- nestekiertoinen LTO  $\eta_t \geq 68\%$
- pyörivä LTO  $\eta_t \geq 80\%$

- vastavirta levylämmönsiirrin  $\eta \geq 75\%$

Tulo- ja poistoilmakoneet ovat teräslevykoteloituja sarjavalmistaisia, sekä otsapinta-alaltaan yhdenmukaisia koneita. Ilmanvaihtokoneiden tulee täyttää koneiden ekologisen suunnittelun vaatimukset.

Ilmanottosäleiköt sijoitetaan niin, että ulkopuolinen lumi ja kosteus eivät pääse ilmanvaihtojärjestelmään. Raitisilmakammiot suunnitellaan siten, että lumi tai sadevesi ei kulkeudu ilmavirran mukana ilmanvaihtojärjestelmään. Ilman virtausnopeus kammiossa mitoitetaan 1,0 m/s.

### 7.8.1 Puhaltimet

Puhaltimen voimansiirrosta ei saa päästä ilmaan mitään ilman laatua huonontavia epäpuhtauksia. Moottori on valittava siten, että se ei likaa ilmaa. Moottorit mitoitetaan siten, että ne kestävät ylikuormittumatta puhaltimien jatkuva käytön, vaikka ilmavirtaa kuristetaisiin 10 %:iin mitoitusarvosta. Puhaltimet moottoreineen ja käyttöineen mitoitetaan niin, että ilmavirtaa voidaan nostaa 20% ja painetta samanaikaisesti 45% mitoitusarvosta.

### 7.8.2 Suodattimet

Tuloilmakoneiden suodattimet kahdessa portaassa: esisuodatus EU 5, hienosuodatus EU 7. Pyörivän lämmöntalteenottojärjestelmän koneissa hienosuodatin asennetaan LTO kiekon jälkeen. Poistoilmakoneiden suodattimet luokkaa EU 7.

### 7.8.3 Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavat tehdään sinkitystä teräspellistä SFS 3281 ja SFS 3282. Kanavien ja kanavaosien on täytettävä M1 puhtausluokkavaatimukset. Kanavat kiinnitetään ja kannakoidaan siten, että ne pysyvät palotilanteessa paikoillaan vähintään niiltä vaaditun palonkestoajan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E7 mukaisesti.

#### 7.8.4 Päätelaitteet

Päätelaitteiden asennustapa ja tyypit on selvitettävä arkkitehdin kanssa. Suunnittelija tarkastaa tuloilmalaitteiden heittokuviot esim. käyttämällään suunnitteluohjelmistolla tai laitevalmistajan valintaohjelmalla. Päätelaitteiden valinnassa huomioitava myös niiden aiheuttama äänitaso. Seinäpuhallusta ei sallita normaalin huonekorkeuden tiloissa.

#### 7.9 Kaasujärjestelmät

Suunnittelijan tulee sopia mitoituserusteet ja verkostojen laajuus käyttäjän kanssa. Keskuslaitteiden sijoitus ja tilantarve määritellään luonnosvaiheessa.

#### 7.10 Putki- ja laite-eristykset

Eristystuotteina käytetään LVI ohjekortin LVI 50-10344 ja standardin SFS 3976 vaatimukset täyttäviä eristeaineita, päällysteitä ja tarvikkeita. Eristysmateriaaleihin ja asennuksiin nähden noudatetaan voimassa olevia palomääräyksiä, niiden sovellutuksia ja standardeja SFS 3976 ja SFS 3978.

#### 7.11 Väestönsuojat

Rakennuksen väestönsuoja varustetaan lakien ja määräysten mukaisilla VSS - laitteistoilla. Rauhanajan ilmanvaihto myös huomioitava.

#### 7.12 Alapohjan järjestelmät ja radonin torjunta

Rakennettaessa tuulettuva alapohja (ryömintätila) tulee sen ilmasto-olosuhteisiin kiinnittää erityistä huomiota. Tärkeää on huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta, lämpöolosuhteista ja kosteuden hallinnasta. Maanvaraisessa laatassa tulee kiinnittää huomiota radonin torjuntaan. Lattialaatan alle asennetaan radonputkisto, jonka kokoojaputkisto johdetaan vesikatolle.

### 7.13 GM-laitetietojärjestelmä

Suunnittelijat toimittavat tarvittavat tiedot huoltokirjakoordinaattorille. Koordinaattori lähettää suunnittelijoille ohjeistuksen, sekä mallikaaviot.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Alan kirjallisuutta on paljon ja viimeisen voimassaolevan määräyksen tai ohjeen löytäminen on välillä haastavaa. Rakentamismääräyskokoelmien päivittäminen ja sivumäärien pieneminen tavallaan selkeytti asioita. Toki rakentamismääräyskokoelmien taustamateriaalit isoinen sivumäärineen pysyy edelleen mukana. Sisäilmastoluokitus 2018 on myös selkeyttänyt asioita. Toki ei sitäkään ihan ristiriidattomaksi ole saatu. Asioilla on lähes aina monta puolta, olkoot vaikka kyseessä päiväkodin leikki- ja lepo huoneen mitoituskriteerit, että pitääkö mitoittaa henkilö- vai pinta-ala perusteisesti unohtamatta energian kulutuksen minimointia.

Rakentamismääräyskokoelman säädökset ovat määräyksiä, joiden noudattaminen on ehdotonta, mutta sitten on erilaisia tulkintaohjeita, LVI- ja RT- kortteja, valmistajien omia ohjeita, Kuntaliiton ohjeet jne. Eli haastavaa on se mistä löydät sen parhaan tiedon.

Osa-alueina jos mietitään niin vesi- ja viemäritekniikka ovat varmasti vähiten päivittyvät tekniikat. Huleveden poisjohtaminen kiinteistöjen tontilta viivytyksaltainen tai kosteikkoinen varmasti vielä kehittyvät.

Energian tuotanto ja jakelutavat, sekä ilmanvaihto ovat varmasti aloja jotka muuttuvat jatkossakin eniten. Kiristyvät energiamääräykset pakottavat kiinteistöjen omistajat miettimään tehokkaampia keinoja saadakseen kohteensa kuluttamaan vieläkin vähemmän energiaa turvallisuudesta tinkimättä. Ilmanvaihdon osalta halutaan sammuttaa ilma- vaihto ainakin osaksi aikaa vuorokaudesta ja vastaavasti käyttöaikoina ilmamäärien lisäämistä mietitään.

## 9 YHTEENVETO

Tavoitteena LVI-suunnitteluohjeilla on tuoda esille meidän näkemyksemme ja vuosien saatossa keräämämme tietotaitomme eri hallintokunnille rakennuttamiemme kiinteistöiden toimivuudesta. Kaiken perustana LVI-suunnitelmien laatimisessa on viranomaisten laatimien rakentamismääräyskokoelmien, sekä asetusten noudattaminen.

Menetelminä oli kirjallisuuslähteiden läpikäynti, joita on Rakentamismääräyksen lisäksi Rakennustieto Oy:n LVI-kortistot, laitevalmistajien suunnittelu- ja asennusohjeet, Kuntaliiton ohjeet, sekä tutustuminen muiden kuntien vastaaviin ohjeistuksiin.

Rakentamismääräyskokoelmat uudistuivat vuoden 2018 alussa. Ympäristöministeriön mukaan uudistus selkeyttää sääntelyä. Lisäksi yksittäisiä vaatimuksia on vähennetty noin puoleen aiempaan verrattuna. Tämä on tehty rakentamisen laadun vaatimustasoa heikentämättä.

Rakentamisen yksi tärkeimmistä tavoitteista on sisäilmaston hyvä laatu. Sisäilmaston taso kulkee käsi kädessä lämmityksen, ilmanvaihdon, ilmastointilaitteiden kanssa. Myös rakennetulla rakennuksella sen materiaaleilla, sekä varsinkin käytöllä ja kunnossapidolla on vähintään yhtä suuri merkitys sisäilmaston laatuun. Sisäilmaston hyvä laatu edellyttää esitettyjen asioiden huomioon ottamista suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa.

Erytyssuunnittelijan pitää huolehtia siitä, että erityissuunnitelmat täyttävät rakentamista koskevat määräykset ja vaatimukset. Pääsuunnittelijan tehtävänä on huolehtia siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää LVI- laitteistolle asetetut vaatimukset. Erytyssuunnittelijat vastaavat, että suunnitelma täyttää osaltaan LVI- laitteistolle asetetut vaatimukset.

Vastaavat (KVV + IV) työnjohtajat huolehtivat rakennussuunnitelman, erityissuunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn tekemisestä siten, että LVI- laitteistolle asetetut vaatimukset täyttyvät suunnitelman mukaisesti.

Uudisrakentamisen kohteissa suunnitelmat tehdään mallintamalla. Peruskorjauskoh-teissa mallinnus päätetään erikseen. Eri komponenttien sekä verkostojen geometrian tarkkuustason on oltava sellainen, että kohteen TATE-asennukset on asennettavissa tie-tomallin perusteella. Geometriamallinnuksen tavoitteena on risteilyvapaa tietomalli, jonka tekemisessä yhdistelmämalli on apuna.

TATE-suunnittelijoiden on tehtävä teknisistä järjestelmistä yhteensovitusarkastelut kaik-kien TATE-järjestelmämallien kesken. Sen jälkeen niitä tarkastellaan rakenne- ja arkki-tehtimalleja vastaan.

Rakennusten energiantehokkuusdirektiivi (EPBD) edellyttää, että uudet viranomaisten omistuksessa ja käytössä olevat rakennukset ovat 1.1.2019 jälkeen lähes nollaenergia-rakennuksia. Kaikki uudet rakennukset 1.1.2021 jälkeen pitää täyttää sama vaatimus.

Rakennusten lämmittämisellä on suuri taloudellinen merkitys, sillä rakennusten lämmi-tysenergian osuus on noin 30% Suomen energian käytöstä. Lämmityslaitteilla lämmitet-tään rakennuksen lisäksi myös käyttövesi, sekä ilmanvaihdon tuloilma. Järjestelmän va-lintaan vaikuttaa mm. rakennuksen koko, käyttötarkoitus, energiankulutus ja sijainti.

Lämmöntuotantotapaa valittaessa pitää huomioida hankinta- ja käyttökustannukset, sekä myös energian saatavuus ja mahdolliset varajärjestelmät kustannuksineen.

Uudessa Rakentamismääräyskokoelman säädöksen 1047/2017 kohdassa 4§ *Veden laatu* sanotaan seuraavaa ”Rakennuksen vesilaitteistoon aiotun veden laadun on oltava erityissuunnittelijan tiedossa laitteiston teknisiä suunnittelua ja korroosion välttämistä varten. Vesilaitteistoon voi johtaa vain talousvedelle asetetut laatuvaatimukset täyttävää vettä”.

Vesilaitteistoissa käytettävä vain sellaisia tuotteita jotka soveltuvat talousveden johtami-seen soveltuvia.

Rakennuksen jätevesilaitteistosta ei saa muodostua terveydellistä vaaraa, hajuhaittaa, viemäritulvia, melua eikä ympäristöhaittaa.

Kylmävesilaitteistossa olevan kylmän veden lämpötila saa olla enintään 20 °C. Kylmävesilaitteisto tulee olla suunniteltu ja asennettu niin, että edellä mainittu lämpötilavaade toteutuu. Mikäli kylmävesilaitteisto on ollut käyttämättä vähintään kahdeksan tuntia niin veden lämpötila saa olla enintään 24 °C. Lämminkäyttövesi oltava vähintään 55 °C ja ei saa olla kuumempaa kuin 65 °C. Vesikalusteesta on tultava lämmintä vettä 20 sekunnin kuluessa.

Uusissa rakennuksissa lämpimän käyttöveden kiertojohdossa ei saa käyttää lämmönluovuttimina ns. rätipattereita, eikä lattialämmitystä.

Vesijohdot ja niihin asennettavat laitteet on suunniteltava ja niin, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita mahdollisimman pian. Erityisalan työnjohtajan (KVV-työnjohtaja) on huolehdittava vesilaitteiston huuhtelusta ennen verkoston käyttöönottoa. Vesilaitteiston paine ja vesikalusteiden virtaamat pitää olla mitattu, säädetty ja toteutettu suunnitelmien mukaisiksi ennen käyttöönottoa. Tämä on erityisalan työnjohtajan tehtävä.

Viemärin sijoittamisesta rakennuksen sisällä on aina huomioitava palo- ja äänivaatimukset. Muoviviemäri on palavaan materiaalia ja sen äänieristävyys ominaisuudet ovat aika heikot. Markkinoilla on ns. desibeli- viemäreitä, joiden seinämävahvuutta muuttamalla putki on saatu hieman enemmän ääntä vaimentamaksi. Varsinkin vaakakokoajaviemärin sijoittaminen alas lasketun yläpuolella, välipohjaan on ratkaisu, jossa pitää huomioida äänieristäminen. Hyvään lopputulokseen päästään esimerkiksi kuten kuvan 6 tapauksessa eristämällä viemäri mineraalivillalla.

Ilmanvaihdolla pyritään ylläpitämään hyvää ilmanlaatua tuomalla tiloihin puhdasta ilmaa ja poistaa sieltä epäpuhtauksia. Sisäilmastotekijöille asetetaan tavoitteet joihin voidaan vaikuttaa, sekä jotka voidaan todentaa laskelmin suunnitteluvaiheessa ja mittauksin käyttöönottovaiheessa.

LVI- asioiden kehittyminen on jatkuvaa. Varsinkin ilmanvaihtoon ja energiankulutukseen liittyvät asiat ovat koko ajan esillä. Ilmanvaihto on välttämätön rakennuksissa ja se kuluttaa energiaa. Vastaavasti energiaa pitää säästää, pitää kehittää vähemmän kuluttavia tapoja liikuttaa ilmaa tai kerätä energiaa ympäristöstä.



Turku aikoo olla hiilineutraali vuonna 2029 eli tuottaa sen verran päästöjä mitä voidaan ilmakehästä sitoa. Me olemme ottaneet omalta osalta haasteen vastaan jo valmistuneissa kohteissa. Syvälahden koulussa on kaukolämmön rinnalla maalämpö, jolla tuotetaan kiinteistön vaatima jäähdytysenergia, sekä talvikautena maalämpöreiästä saadaan lämpöä kiinteistön tarpeisiin. Yli-Maarian koulu saa energiansa kaukolämmöstä ja sähköverkkoa ladataan aurinkopaneeleilla. Turku Energian mukaan vuonna 2020 50% kaukolämmöstä tuotetaan uusiutuvalla polttoaineella.

Visioita ja mahdollisuuksia tällä saralla on vaikka kuinka paljon. Visioita mietittäessä pitää aina muistaa Turun kaupungin omistajuus Turku Energiasta, joka ohjaa myös meidän toteutustapoja.

## LÄHTEET

ARA (Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus). 2013. Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 2.

BuildingSMART Finland. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Tietomalliselostus.

Energiateollisuus. 2013. Rakennusten kaukolämmitys K1 Määräykset ja ohjeet. 2014. Energiateollisuus.

Energiavirasto. 2019. <https://ekosuunnittelu.info/vaatimus/ilmanvaihtokoneet/>. Viitattu 28.03.2019.

Euroopan unioni. 2014. Komission asetus (EU) N:o 1253/2014.

FINVAC. 2017. Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet, loppuraportti ympäristöministeriön hankkeista.

FINVAC. 2017. Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa.

Forsman. 2018. LVI(A)- SUUNNITTELUOHJE. 2017. HELSINGIN KAUPUNKI. Sähköpostilla 12.11.2018.

Grotell, Autelo. 2017. Turun Kaupunki. Kulutusmittarointiohje ja – strategia.

Helsinki Energia. 2019. <https://www.helen.fi/yritys/energia/kehityshankkeet/sakaranmaki/>. Viitattu 12.05.2019.

Hengityслиitto. 2019. <https://www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuhautet/hiilidioksidi>. Viitattu 15.03.2019

Kumpuniemi. 2018. SUUNNITTELUOHJE LVI- suunnittelu. 2017. Oulun Tilakeskus. Sähköpostilla 12.11.2018.

LVI 05- 10417. Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. Rakennustieto Oy. 2007.

LVI 05-10598. Hygienia sisätiloissa, Yleiset perusteet 2017. Rakennustieto Oy. 2017.

LVI 05-10629. Sisäilmastoluokitus 2018. Rakennustieto Oy. 2018.

LVI 06-10304. Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. Rakennustieto Oy. 2000.

LVI 06-10502. S1-luokan teräsbetoniväestösuojaan LVIS- laitteet. Rakennustieto Oy. 2012.

LVI 06-10600. Sisäliikuntatilojen LVIA-suunnittelu. Rakennustieto Oy. 2017.

LVI 10-10397. Rakennusten lämmitys. Rakennustieto Oy. 2006.

LVI 11-10472. Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus. Rakennustieto Oy. 2011.

LVI 11-10624. Maalämpöpumput. Rakennustieto Oy. 2018.

LVI 12-10217. Putkien läpiviennit. Rakennustieto Oy. 1994.

LVI 12-10343. Vesikiertoinen patterilämmitys. Rakennustieto Oy. 2010.

LVI 12-10370. Putkistojen ja kanavien kannakointi. Rakennustieto Oy. 2004.

LVI 13- 10261. Vesikiertoinen lattialämmitys. Rakennustieto Oy. 1996.

- LVI 20-10328. Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001.
- LVI 20-10328. Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy. 2001.
- LVI 20-10347. Vesi- ja viemärikalusteiden asennus. Rakennustieto Oy. 2004.
- LVI 20-10348. Putkistojen asennus. Rakennustieto Oy. 2004.
- LVI 23- 10207. Jäte-, sade- ja kuivatusvesikaivot. Rakennustieto Oy. 1993.
- LVI 23-10104. Pohjaviemäreiden suunnittelu. Rakennustieto Oy. 1988.
- LVI 23-10208. Erottimet. Rakennustieto Oy. 1993.
- LVI 23-10222. Pumppaamot. Rakennustieto Oy. 1993.
- LVI 23-10311. Muoviviemäreiden palo- ja äänitekninen asennusohje. Rakennustieto Oy. 2000.
- LVI 23-10564. Hulevesien hallinta. Rakennustieto Oy. 2015.
- LVI 30-10529. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. Rakennustieto Oy. 2013.
- LVI 37-10513. Radonin torjunta. Rakennustieto Oy. 2012.
- LVI 38-10454. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Rakennustieto Oy. 2010.
- LVI 50-10344. Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus. Rakennustieto Oy. 2003.
- LVI 50-10345. Taloteknisten eristeiden mitoitus ja käyttö. Rakennustieto Oy. 2002.
- LVI RakMK- 00622. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1047/2017. Rakennustieto Oy. 2018.
- LVI RakMK- 00623. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Suomen säädöskokoelma 1009/2017. Rakennustieto Oy. 2018.
- LVI RakMK-00630 Ympäristöministeriön asetus 1010/2017 uuden rakennuksen energiantehokkuudesta. Rakennustieto Oy. 2018.
- LVI RakMK-00631 Ympäristöministeriön asetus 1048/2017 rakennuksen energiatodistuksesta. Rakennustieto Oy. 2018.
- LVI SM-00476. 2011. Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta. Suomen säädöskokoelma 506/2011.
- Mäkinen FläktWoods Oy. 2017. Ominaissähköteho SFP.
- Reinikainen, E.; Loisa, L. & Tyni, A. 2015. FlnZEB- hanke. Lähes nollaenergiarakennuksen käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla.
- RT 81-11000. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Rakennustieto Oy. 2010.
- RT 94-11254. Ammattikeittiöt. Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. 2017.
- Sisäilmayhdistys. 2019. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Epapuhtaudet-ja-niiden-torjunta>. Viitattu 28.03.2019.
- Suomen LVI- liitto. 2012. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas.

Suomen LVI-yhdistys. 2019. <https://sulvi.fi/> . Viitattu 17.04.2019.

Talotekniikka info. 2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/esipuhe>. Viitattu 06.02.2019

Talotekniikka teollisuus ry. 2002. Päiväkotien ilmanvaihto-opas. 2002.

Terveys ja hyvinvoinnin laitos (THL). 2019. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/legionel-labakteerit-vesijarjestelmissa/ymparistotekijat-ja-torjuntamahdollisuudet>. Viitattu 15.03.2019

Uponor Oy. 2015. Kiinteistöviemärin käsikirja.

**SUUNNITTELUOHJE  
LVI-JÄRJESTELMÄT  
20.5.2019**

**TURUN KAUPUNKI  
KAUPUNKIYMPÄRISTÖTOIMIALA  
KAUPUNKIRAKENTAMINEN  
TOIMITILOJEN RAKENNUTTAMINEN**

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE</b>	<b>57</b>
1.1 Hankkeen laajuustiedot	57
<b>2. YLEISTÄ</b>	<b>57</b>
2.1 LVI- järjestelmien yleiset laatuvaatimukset	57
2.2 Puhtausluokkavaatimus	58
2.3 Sisäilmaluokka	58
2.4 Takuuajan huollot	58
2.5 Mallinnus	59
<b>3. LIITTYMISTIEDOT KUNNALLISTEKNIikkaAN JA LÄMMÖNTUOTANTO</b>	<b>60</b>
3.1 Lämpöenergia	60
3.2 Käyttövesi	60
3.3 Jäte- ja sadevesiviemärit	60
<b>4. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT</b>	<b>61</b>
4.1 Lämmöntuotanto	61
4.2 Lämmönjakokeskus	62
4.3 Paisunta- ja varolaitteet	62
4.4 Lämmitysverkostot	62
4.5 Lämpöjohtopumput	63
4.6 Lämmönluovuttimet	64
4.7 Käyttöveden ja energianmittaus	64
<b>5. JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT</b>	<b>65</b>
5.1 Jäähdytysenergian tuotanto	65
5.2 Jäähdytettävät tilat	65
5.3 Huoneilman jäähdytys	65
<b>6. VESI- JA VIEMÄRILAITTEET</b>	<b>66</b>
6.1 Vesijohdot	66
6.2 Erottimet	66
6.3 Rasvanerotin	67
6.4 Venttiilit	67
6.5 Käyttövesipumput	67

6.6 Pumppaamot	67
6.7 Viemäriverkostot	68
6.8 Viemäreiden kannakointi	68
6.9 Salaoja- ja sadevesiviemärit	69
6.10 Salaoja- ja sadevesikaivot	69
6.11 Vesi- ja viemärikalusteet	70
<b>7. ILMANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT</b>	<b>71</b>
7.1 Ilmanvaihtojärjestelmät yleistä	71
7.2 Ominaislämpöteho ja lämmöntalteenoton hyötysuhteet	72
7.3 Ilmanvaihdon palvelualueet	72
7.4 Seisokkiajan ilmanvaihto	72
7.5 Puhallinkammiot ja koteloidut kojeet	73
7.6 Ilmanottosäleiköt ja tuloilmakammiot	73
7.7 Puhaltimet	74
7.8 Huippuimurit	74
7.9 Suodattimet	75
7.10 Kanavat ja puhdistusluukut	75
7.11 Lämmitys- ja jäähdytyspatterit	77
7.12 Lämmön talteenotto	77
7.13 Äänenvaimennusverhoukset	78
7.14 Palopellit	78
7.15 Päätelaitteet	78
7.16 Ulkoilmakanavat	79
7.17 Ulospuhallushajottajat	79
7.18 Kuivauskaapit	79
<b>8. KAASUJÄRJESTELMÄT</b>	<b>79</b>
<b>9. PUTKI- JA LAITE-ERISTYKSET</b>	<b>80</b>
<b>10. VÄESTÖNSUOJAJÄRJESTELMÄT</b>	<b>80</b>
10.1 Väestönsuojalaitteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
<b>11. ALAPOHJAN JÄRJESTELMÄT JA RADONIN TORJUNTA</b>	<b>81</b>
11.1 Maanvarainen laatta	81
11.2 Tuulettuva alapohja	81

**12. GM-LAITETIETOJÄRJESTELMÄ**

**81**



Tilaaaja:  
Turun kaupungin Kaupunkiympäristötoimiala  
Kaupunkirakentaminen / Toimitilojen rakennuttaminen  
Linnankatu 90E  
20100 Turku

Hanke:  
XXXXXXXX

## ■ LVI-JÄRJESTELMÄT

### 1. RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE

XXXXXX

Kaupungin osa:

Kortteli:

Tontti:

Turku

Hankkeen laajuustiedot

Pinta- ala XXXX m<sup>2</sup>

Bruttoala XXXX m<sup>2</sup>

Tilavuus XXXXX m<sup>3</sup>

### 2. YLEISTÄ

#### 2.1 LVI- järjestelmien yleiset laatuvaatimukset

LVI-suunnitelmissa tulee noudattaa voimassa olevia määräyksiä ja ohjeita. Ekosuunnittelun asiakirjoissa olevat alan määräykset myös huomioitava. Järjestelmiä ja laitevalintoja tehtäessä on huomiota laitteiden ja järjestelmien energiatalouteen ja elinkaarikestävyyteen. Järjestelmävalinnoissa tulee käyttää elinkaarikustannuslaskelmia. Laitteiden valinnoissa on käytettävä viimeisintä ja CE-merkinnällä varustettua teknologiaa. Suunnittelija

vastaa LVI- tuotteiden kelpoisuuden tarkistamisesta (CE-merkintä, tyyppi-hyväksyntä, standardinmukaisuus, virallinen laadunvalvontamenettely). Laittevalintoja tehtäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota laitteiden käytettävyyteen ja huollettavuuteen. Suunnitelmien lisäksi suunnittelija laatii LVI-työselostuksen.

Suunnitelmien LVI- laitteet nimiöidään GM- laitetietokannan mukaan.

Suunnittelijan tulee olla tiiviissä yhteistyössä viranomaisten kanssa, sekä huolehtia siitä, että suunnitelmat ovat hyväksytyinä ja käytettävissä rakennustöiden alkaessa.

Asiakirjoissa pitää olla selkeä maininta siitä toimintatavasta jos urakoitsija haluaa vaihtaa suunnitelman mukaisen järjestelmän tai laitteen mitä suunnitelmissa on.

Mikäli urakoitsija haluaa vaihtaa suunnitelman mukaisen järjestelmän tai laitteen niin urakoitsijalle kuuluu kaikki välilliset ja välittömät kustannukset jotka aiheutuvat vaihdosta, mm. suunnitelmien päivitykset, sekä valvojen vaihtoehtotuotteiden selvittämiseen kulunut aika.

LVI-suunnittelija on velvollinen osallistumaan yhteistoimintakäyttöihin ja pitämään niistä pöytäkirjaa.

Mikäli kohde rakennetaan toimintamallin esim. Kuivaketju10 mukaan niin sen vaatimukset otettava myös huomioon suunnittelussa.

## 2.2 Puhtausluokkavaatimus

Rakennuskohteen rakennustöiden puhtausluokkavaatimus on P1. Puhtausluokkavaatimus huomioidaan materiaaleissa (M1) ja rakentamisessa.

## 2.3 Sisäilmaluokka

Rakennuksessa on tavoitteena hyvä sisäilman laatu S2.

## 2.4 Takuuajan huollot

Yleisten takuuajan toimenpiteiden lisäksi seuraavat huollot ja tarkastukset:

- huonetilojen lämpötilamittaukset ensimmäisenä talvena. Mittauksista laaditaan pöytäkirja
- paisunta-astioiden vastapaineen tarkastaminen
- suljettujen piirien verkostopaineen tarkastaminen
- mudanerottiminen yms. tyhjennys
- lämpöpumppujen paineastia- ja kylmäaineasetusten vaatimat tarkastukset

Takuutöiden suorittamisesta pitää saada kuittaus kiinteistöhoitajalta. Takuutöihin liittyvät työt eriteltävä tarkemmin LVI-työselityksessä.

## 2.5 Mallinnus

Suunnittelutyö tehdään mallintamalla (Taso 3, BIM, IFC tallennusmuoto). Mallintamisessa noudatetaan ohjeistoa Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja suunnittelutehtävien osalta siihen liittyviä eri suunnittelualoja koskevia RT-kortteja kunkin suunnittelualan osalta.

LVI- suunnittelija mallintaa seuraavat järjestelmät ja laitteet:

- kaikki lämmön- ja jäähdytyslähteet
- LVI- järjestelmistä kaikki laitteet, putket, kanavat, venttiilit, pääte-elimet, säleiköt, ulospuhallushajottajat yms.

Eri komponenttien sekä verkostojen geometrian tarkkuustason on oltava sellainen, että kohteen TATE-asennukset on asennettavissa tietomallin perusteella. Geometriamallinnuksen tavoitteena on risteilyvapaa tietomalli, jonka tekemisessä yhdistelmämalli on apuna.

Yhdistelmämallissa objektien tulee sijaita absoluuttisessa korkeusasemassa.

TATE-suunnittelijoiden on tehtävä teknisistä järjestelmistä yhteensovitus-tarkastelut kaikkien TATE-järjestelmämallien kesken. Sen jälkeen niitä tarkastellaan rakenne- ja arkkitehtimalleja vastaan.

Jokainen suunnittelija on lisäksi velvollinen tekemään omatarkastuksia oman alueen mallinnustarkkuudesta suunnittelutyön edetessä.

Kohteen reikäkuvat tehdään mallintamalla. Rakennesuunnittelija tekee TATE- suunnittelijoiden toimittamien reikävarausobjektien perusteella 2D-

reikäpiirustukset mittaviivoilla ja mitoituksilla varustettuna sekä tulostaa ja toimittaan piirustukset jakeluun (YTV2012, osa 5, kohta 5.4.2, Vaihtoehto 2). Reikävarausobjektien koko ja sijainti toleranssi on nolla cm. Reikäkuviin mallinnetaan 38 mm tai suuremmat reiät. Elementteinä rakennettaviin seiniin mallinnetaan kaikki reiät riippumatta reiän koosta.

Suunnittelijoiden tulee osallistua kaikkiin yhteensovituspalavereihin. Yhteensovituspalavereihin on toimitettava kaksipäivää ennen eri osapuolille suunnitteluvaiheilmoitus (YTV2012 malli: Tietomalliselostus).

### **3. LIITTYMISTIEDOT KUNNALLISTEKNIikkaAN JA LÄMMÖNTUOTANTO**

#### **3.1 Lämpöenergia**

Rakennukset suunnitellaan *lähes nolla energialuokkaan*. Tavoitteena on hyödyntää kohteessa uusiutuvia energialähteitä, maalämpöä, aurinkoenergiaa ym. Tutkitaan kaukolämmön vaihtoehtona käyttää omavaraista energiantuotantoa osana lämmöntuotantoa.

Kiinteistö varustetaan kaukoluettavalla energiamittauksella. Mahdollisia alamittauksia tehdään tarvittavin osin.

Kulutusmittarointi toteutetaan Turun kaupungin kulutusmittarointiohje ja -strategia ohjeen mukaan.

#### **3.2 Käyttövesi**

Rakennus liitetään Turun kaupungin vesijohtoverkkoon. Suunnittelijan varmistettava vesijohtoverkon ylläpitäjältä tonttiliittymän sijoitus. Varaudutaan käyttöveden takamittauksiin. Mittarit etäluettavia.

#### **3.3 Jäte- ja sadevesiviemärit**

Rakennus liitetään Turun kaupungin jäte- ja sadevesiviemäriverkkoon.

## 4. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

### 4.1 Lämmöntuotanto

Lämmöntuotanto toteutetaan siten, että toteutus lähes nolla energiataloksi on mahdollinen.

Lämmöntuotantolähteinä on mahdollista käyttää maalämpöä, aurinkoenergiaa ja kaukolämpöä. Luonnosvaiheen selvityksissä tutkitaan myös muita lämpöpumppuratkaisuja (ilma-ilma tai ilma-vesi). Pyritään selkeään ratkaisuun välttämällä täysin hajautettuja lämmöntuotantomalleja. *Tutkitaan paras vaihtoehto oman energiatuotannon hyödyntämiseksi ja ostoenergian minimoimiseksi järjestelmän toimintavarmuudesta tinkimättä.*

Maalämpövaihtoehdossa tutkitaan energiapaalujen käyttöä rakennuksen alla ja porakaivojen käyttöä rakennuksen perusmuurin ulkopuolella (riippuen tarvittavasta lämpötehosta). Lämpöpumppuratkaisussa pyritään huomioimaan mahdollinen viilennyksen tuottaminen ko. järjestelmillä.

Aurinkolämpöä käytetään soveltuvin osin rakennuksen pohjalaatan alla olevien maalämpökaivojen kesäaikaiseen lämmityslataukseen, lämmitysverkoston sekä mahdollisesti ilmanvaihdon tuloilman etulämmitykseen tuloilmakammioissa. Kesäaikana ja rakennuksen käyttöaikojen ulkopuolella aurinkolämmityksen teho saattaa tulla liian suureksi kulutukseen nähden. Näissä tapauksissa siirretään aurinkolämmityksen tehoa maalämpökaivoihin ja lämmitysjärjestelmiin tai kaukolämpöön. Mikäli rakennukseen tulee kaukolämpöjärjestelmä (osaksi tai kokonaan) tutkitaan kaukolämmön paluveden käyttöä maalämpökaivojen kesäaikaiseen lämmityslataukseen.

#### 4.2 Lämmönjakokeskus

Kaukolämpövaihtoehdossa ovat erilliset lämmönsiirtimet lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesiverkostoille. Lämmönsiirtimet ovat juotettuja levylämmönvaihtimia. Varaudutaan eri lämmityspiirien lämpöenergian mittaamiseen. Kaukolämpöpaketin pääpumput ovat taajuusmuuttajilla varustettuja. Pääpumpuille vakionopeus varasarjat, jotka kiinnitetään lämmönjakohuoneen seinään.

Maalämpövaihtoehdossa lämpöpumput CE- merkittyjä tehdasvalmiita sarjavalmisteisia laitteistoja. Varaajat ovat tehdasvalmiita eristettyjä lämpöpumppujen ulkopuolisia varusteita. Lämpöpumput mitoitetaan siten, että huippu- ja kesäajan tehontarve on tehokkaasti tuotettavissa. Varaajat toimivat myös aurinkoenergian varastointiyksikköinä.

#### 4.3 Paisunta- ja varolaitteet

Suljetut verkostot varustetaan omilla kalvopaisunta-astioilla ja 2 kpl varoventtiileillä. Varoventtiilit ja paisuntaputki mitoitetaan paineastiastandardin mukaisesti. Paisunta-astiat varustetaan huoltosulkuventtiilillä, jonka kahva otetaan pois. Paisunta-astian ja huoltosulun väliin tyhjennysventtiili.

#### 4.4 Lämmitysverkostot

Rakennus varustetaan vesikiertoisella lämmitysjärjestelmällä.

Lämpöjohtoverkostot rakennetaan pohjamaalatuista teräsputkista. DN 10 – 40 lämpöjohdot rakennetaan keskiraskaista kierteittävästä teräsputkista LV 0400. Liitokset tehdään kierreosilla tai hitsaamalla. Suuremmat johdot tehdään teräsputkista LV 0320 hitsaus- ja laippaliitoksin. Vaihtoehtoisesti voidaan osa verkostosta tehdä sähkösinkitystä teräsputkesta jossa on, sekä ulko- ja sisäpinta sinkitty esim. Geberit Mapress järjestelmäputki 1.0215.

Lattialämmityksen syöttöputkistot jakotukeille tehdään teräsputkilla kuten patteri- ja ilmanvaihtoverkostoissa. Liitokset tehdään kierreosilla tai hitsaamalla. Valuun asennettavat lattialämmitysjohdot tehdään tarkoitukseen soveltuvalla happidiffuusiosuojatulla muoviputkella. Jakotukkikaapista mahdollinen vuotovesi näkyviin.

Lämmön talteenottoverkostot tehdään AISI 304 Mukaisista ruostumattomista teräsputkista (seinämävahvuus = 2,0 mm). Liitokset tehdään hitsaamalla tai laipoin. LTO:n sulku- ja säätöventtiilit sekä muut putkistovarusteet ovat haponkestävää terästä AISI 316. Liitokset tehdään hitsaamalla tai laipoin.

Aurinkolämmitysjärjestelmät rakennetaan kuten lämmön talteenottojärjestelmät. Putkimateriaalina on kupari tai ruostumaton teräs. Putkistovarusteet kuten em. verkostossa. Materiaali- ja liitostapavaatimus käytettävän liuosnesteeseen mukaisesti (pakkasenkestovaatimus), joko kapillaarijuottamalla tai hitsaamalla. Aurinkolämmitysverkoston koepaine 10bar.

Korkeusasemien muutoskohtiin pitää huomioida ilmanpoistimet. Ilmanpoistimet pitää olla huollettavissa ja niiden yhteyteen asennettava sulkuventtiili.

#### 4.5 Lämpöjohtopumput

Pumppuina käytetään lähtökohtaisesti ns. kuivamoottoripumppuja. Merkkiä Kolmeks. Pumpun mitoituksessa huomioitava 20% laajennusvara ilman, että pitää vaihtaa sähkömoottoria.

Lämmitysverkostot ja ilmanvaihtoverkosto varustetaan omilla pumpuilla. Pääpumput ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä keskipakoispumppuja. Tuloilmakoneiden jälkilämmityspattereiden pumput ovat vakionopeuspumppuja, suurin sallittu kierrosnopeus 1500 rpm, vesi-glykoliverkossa 3000 rpm. Lattialämmityspumpussa yllälämpösuoja. Pumput kolmevaiheisia. Pääpumput varustetaan varasarjoilla, jotka ovat vakionopeuspumppuja. Pumpuista saatava tila- ja hälytystiedot rakennusautomaatioon. Pumpun yli paine-ero mittausta.

Pumppujen täytettävä Ecodesign- direktiivin vaatimukset.

#### 4.6 Lämmönluovuttimet

Lämmönluovuttimena toimii vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Päiväko-deissa ja neuvoloissa lattialämmitys. Lämmityksen ja jäähdytyksen saman-aikainen käyttö on estettävä kaikissa tapauksissa. Tiloihin, joissa saman-aikainen lämmitys ja jäähdytys suunnitellaan rakennusautomaatioon liitet-tävät sähköiset toimilaitteet lämmitysverkostojen osiin.

Lämpöpatterit varustetaan esisäädettävillä termostaattisilla patteriventtiileillä. Yleisten tilojen patteriventtiilit varustetaan ”kovis”- suojilla. Ilmanvaihtokonehuoneen lämpöpatterit kytketään IV-verkostoon käsisäätöpyörällä, joka lukitaan auki asentoon.

Lattialämmitys varustetaan tarvittavilta osin huonetermostaateilla.

Ilmanvaihtojärjestelmien ilman lämmitys tuloilmakoneiden vesikiertoisilla pattereilla. Tuloilmakoneiden pattereiden mitoituksessa on huomioitava matalat mitoituslämpötilat. Tuulikaapit varustetaan ilmanvaihtoverkostoon liitettävillä vesikiertoisilla oviverhokojeilla. Päiväkotien oviverhokojeissa ovikytkimen lisäksi pitää tilassa olla lisäaikakytkin. Oviverhokojeet liitetään rakennusautomaatioon.

Pääsisäänkäyntien tai piha-alueen sulanapidon tarve pitää ensisijaisesti estää rakenteellisin keinoin. Mikäli sulanapitoa tarvitaan, toteutetaan se kaukolämmön paluuvettä hyödyntäen. Kytkenät Energiateollisuus ry K1-ohjeen mukaan.

#### 4.7 Käyttöveden ja energianmittaus

Käyttöveden ja energianmittaukset toteutetaan erillisen ohjeen ”Turun Kau-punki kulutusmittaroinnin suunnitteluohje” mukaan. Viimeisin päivitys 11.1.2019.



## 5. JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT

### 5.1 Jäähdytysenergian tuotanto

Jäähdytysenergian tuotanto pyritään toteuttamaan käyttämällä ensisijaisesti uusiutuvaa energiaa.

Jäähdytysjärjestelmien suunnittelussa tulee ottaa huomioon kiinteistön energiatehokkuus, sekä mahdollisesti tilat jotka vaativat jäähdytystä ympäri vuoden, mm. sähkön serveri ja pääkeskustilat.

Keittiöiden kylmiö- ja pakastehuoneet suunnitellaan suorahöyrysteisinä. Laitteiden ulkoyksiköt sijoitetaan rakennuksen vaipan ulkopuolelle. LVI-suunnittelija määrittelee kylmäaineputkiston alustavan reitin. Lopullisen reitityksen ja mitoituksen tekee valittu laitetoimittaja. Laitetoimittajan pitää hyväksyttää suunnitelmansa rakennuttajalla ennen laitetoimituksia.

### 5.2 Jäähdytettävät tilat

Jäähdytettäviä / viilennettäviä tiloja ovat mm. keittiö, kirjasto, hallintotilat (toimistot), atk-luokat, neuvola- ja terveydenhuoltotilat sekä tietojärjestelmä ja turvalaitehuoneet sekä pääkeskustilat. Kesäajan lämpötilojen hallintaa pyritään edesauttamaan rakenteellisin keinoin, passiiviperiaatteella.

### 5.3 Huoneilman jäähdytys

Jäähdytys / viilennys toteutetaan tuloilman jäähdytyksellä ja vesikiertoisilla puhallinkonvektoreilla (tekniset tilat). Mikäli jäähdytystarve on vain yksittäisissä tiloissa, esimerkiksi sähkötila niin jäähdytys voidaan toteuttaa yksittäisillä suorahöyrsteisellä jäähdytyksellä. Jäähdytyksen ja lämmityksen samanaikainen käyttö estettävä. Laittevalinnoissa (mitoitus) huomioidaan määräysten mukaiset äänitasovaatimukset. Jäähdytystehontarve tulee saavuttaa määräysten mukaisilla äänitasoilla.

## 6. VESI- JA VIEMÄRILAITTEET

### 6.1 Vesijohdot

Vesi- ja viemärisuunnitelmat rakennusmääräyskokoelmien mukaan (1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, sekä asetuksen taustamateriaalista).

Vesijohtojen kytkentäjohdot upotetaan rakenteisiin tai pinnallisesti. Pintaputket kromattuja. *Vesijohtoja ei tuoda missään tiloissa kalusteelle ko. tilan lattian läpi, (vesieristeet ja lattiapinnoitteet tulee olla ehjät, lukuun ottamatta viemärin lävistystä).*

Vesijohtojen huuhtelusta erillinen maininta LVI-työselostuksessa. Suunnittelijan on varmistettava vesijohdon painetaso liityntäkohdassa, sekä määriteltävä mahdollinen paineenalennus tai paineenkorotus.

Sisäpuoliset kylmä- ja lämminvesijohdot tehdään saumattomista kupariputkista. Liitokset tehdään kovajuotos-, kartio- ja kapillaariliitoksien, sekä puristusmenetelmin.

Sisäpuoliset rakenteiden sisään jäävät vesijohdot tehdään ristiinsilloitusta muoviputkesta Esim. Wirsbo-Pex. Liitokset tehdään järjestelmään kuuluvilla liitinosilla ja hanakulmarasioilla. Kaikki muoviset vesijohdot asennetaan järjestelmään kuuluvaan suojaputkeen vaihdettaviksi johdoiksi.

Kylmävesijohdot eristetään sarjan 21 mukaisesti höyrytiiviksi alumiinipinta- tai mineraalivillamuotilla. Lämminvesijohdot eristetään sarjan 23 mukaisesti. Pinnoite Isogenopak. Teknisissä tiloissa, kellarikerroksissa, poistumisteillä ja konehuoneissa pinnoitemateriaali alumiinipelti.

### 6.2 Erottimet

Erottimet kohteen mukaan. Kouluissa erikoisvarustetut luokat (esim. kuvaamataito, FY-KE) varustetaan paikallisin erottimin ja laimentimin, esim LabraLVI.

Erottimet oltava harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1825-1 mukaisia

### 6.3 Rasvanerotin

Keittiön viemäreitä varten asennetaan lujitemuovinen rasvanerotin. Keittiöiden rasvanerottimet mitoitetaan ruoka annosten mukaan. Rasvanerottimen täyttymishälytys sijoitetaan keittiöön näkyvälle paikalle. Hälyttimestä tieto myös taloautomaatioon. Ankkurointipohjalaatta ja mahdollinen kuormantasauslaatta kuuluu rakennusurakkaan, laattojen mitoittaminen rakennesuunnittelijalle. Rasvanerotin mitoitetaan valmistuskeittiön mitoituksen mukaisesti. Myöskin erottimen yläosa, eli huoltokaivon osuus pitää tuulettaa. Rasvanerottimen jälkeen näytteenottokaivo. Erottimen läheisyyteen vesipiste helpottamaan pinnankorkeusantureiden pesua. Mikäli erotin sijoitetaan sisätiloihin niin erotin pitää tyhjentää ulkoseinässä olevan imuboxin kautta.

### 6.4 Venttiilit

Sulkuventtiilit messinkisiä palloventtiileitä enintään DN 50 saakka. DN 65 ja suuremmat sulkuventtiilit ovat hitaasti suljettavia valurautaisia venttiileitä. Lämminvesijohtojen kertsäätöventtiilit ovat messinkisiä esim. Oras 4100. Paineenalennusventtiilin tarve laskettava kulloisen kohteen verkostonpaineen mukaan, huomioiden pikapalopostien ja valmistuskeittiölaitteiden vaatima verkoston painetaso.

### 6.5 Käyttövesipumput

Pumput ovat vakionopeus keskipakoispumppuja ja niiden tulee olla energiatehokkuusluokkaa A. Juoksupyörät ja pesät pronssia sekä akselit haponkestävää terästä. Pumput merkkiä Kolmeks.

### 6.6 Pumppaamot

Pumppaamot ovat rakenteeltaan lujitemuovisia. Pumppaamon halkaisijan tulee olla vähintään 1000 mm huollettavuuden varmistamiseksi. Pumppaamot varustetaan kahdella pumpulla ja johtein. Pumppaamoiden alle tehdään betoniset ankkurointilaatat. Ankkurointilaatat kuuluvat rakennusurakkaan, laattojen mitoittaminen rakennesuunnittelijalle. Suunnitelmissa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset sähkökatkon aiheuttamat ongelmat poh-

javeden nousussa. Mikäli alueella on suurta pohjavesi määrää, varaudutaan pohjaveden pumppaamiseen erillisellä uppopumpulla jonka voimalllähteenä on aggregaatti.

## 6.7 Viemäriverkostot

Ulkopuoliset jäte- ja sadevesiviemärit tehdään T8 luokan maahan asennettavista PVC- tai PP-muoviviemäriputkista.

Sisäpuoliset pohjalaatan alapuoliset jäte- ja sadevesiviemärit ovat Uponal PVC- putkea tai Uponor PP-putkea. Liitokset tehdään järjestelmään kuuluvien kumirengasliitos osin.

Keittiön rasvaviemärit muhvillista HST-putkea.

Sisäpuoliset pohjalaatan yläpuoliset jäte- ja sadevesiviemärit ovat Uponor PP-putkea. Huomioitava palo- ja äänivaatimukset. Sisäpuolisissa sadevesiverkosto voidaan vaihtoehtoisesti käyttää myös sähkömuhvi liitoksia. Sisäpuoliset sadevesiviemärit pitää koeponnistaa.

Kaikki pohjaviemärit video kuvataan ja dokumentoidaan. Kuvaus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Heti asennustöiden jälkeen, sekä ennen kohteen vastaanottoa. Ulkopuoliset viemärit kuvataan ennen vastaanottoa.

## 6.8 Viemäreiden kannakointi

Pohjalaatan alapuolella ryömintätilassa ja maanvastaisen kantavan laatan alla tehdään kaikki viemäreiden kannakoinnit jäykin putkikannakkein (esim. Hiltin kannake). *Reikänauhaa kannakkeena ei hyväksytä*. Pohjalaatan alapuolella olevien kannakkeiden materiaali on *haponkestävä teräs*. Tuulettuvassa alapohjassa kannakemateriaalina voidaan käyttää kuumasinkittyjä. Pohjalaatan yläpuolella viemäreiden kannakointi tehdään tehdasvalmisilla putkisangoilla, materiaali sinkittyteräs tai vastaava. Viemäriin alle jäykistävä rakenne peittosyvyyden ollessa yli 500 mm.

## 6.9 Salaoja- ja sadevesiviemärit

Perustusten kosteuseristykset ja salaojasorastukset rakennetaan siten, että kapilaarinen veden vaikutus estetään rakenteissa (sis. lvi-, geo- ja rakennesuunnitelmat). Salaojasepelinä käytetään 8-16 mm sepeliä, hiekkaa ei perustusrakenteissa hyväksytä.

Pihakallistukset tehdään rakennuksesta pois päin viettäväksi sekä suunnitellaan sadevesiviemäriverkostot kaivoineen piha- alueille. Kaikki kattovesisyöksytorvet putkitetaan sadevesiviemäriverkoston.

Kiinteistön sisäpuoliset sadevesiviemärit kondensieristetään. Putkiston suunnanmuutokset (käyrät) lukitaan.

Salaojat rakennetaan tekniseen salaojitukseen tarkoitetusta putkesta Uponor – Tupla, asennusluokka SN 8. Putkiyhteinä käytetään Uporen- sadevesijärjestelmän yhteitä, asennusluokka SN 8. Salaojat suunnitellaan kattamaan koko alapohja niin, että vältetään mahdollisuuksien mukaan veden kerääntyminen alapohjarakenteisiin. Suurissa pohjapinta-aloissa salaojat suunnitellaan myös keskelle rakennusmassaa. Mikäli salaojan asennussyvyudeksi tulee yli 1,5 m, suunnitellaan ko. paikkaan kaksi putkea rinnakkain (esim. pengerrakenteet).

Syöksytorvet haponkestävää teräsputkea (s=2,0 mm), maanpinnasta 2,0 m ylöspäin. Kannakointi tukevin kannakkein. Syöksytorvet liitetään suoraan muoviputkeen. Maanpinnan yläpuolelle ~500m syöksytorveen puhdistusluukku. Pintavesikaivon kytkentäviemäri minimikoko 160.

Ulkopuoliset viemärit kuvataan ennen vastaanottoa.

## 6.10 Salaoja- ja sadevesikaivot

Salaojakaivot tehdään muovista. Salaojakaivojen pienin halkaisija 400 mm. Sadevesi-, jätevesi- ja tarkastuskaivot tehdään muovista. Pienin halkaisija 560 mm. Yli 2,0 m syvät salaojakaivot tehdään betonirenkaista Ø 800. Mikäli jäte- tai sadevesijärjestelmässä kaivon syvyys on yli 2,5 m tehdään se Ø 800 muoviputkesta tai betonirenkaista. Pintavesikaivon kytkentäviemäri minimikoko 160.

### 6.11 Vesi- ja viemärikalusteet

Vesikalusteet ovat toiminnaltaan vipu- ja termostaattikäyttöisiä sekä elektronisia. Elektroniset vesikalusteet tulevat pisuaareihin, terveydenhoitotiloihin ja tarvittavin osin keittiöön. Vesikalusteet ovat esim. Oras Oy:n tuotteita. Pesualtaat ja wc-istuimet ovat esim. IDO Oy:n tuotteita. Päiväkotien sekoittajat varustetaan turvanupilla. Pöytäsekoittajat, joissa on kääntyvä juoksuputki on juoksuputken liikerata rajoitettava niin ettei se käännä altaan yli. Liikuntapaikkojen suihkut joko painonapilliset ja kosketusvapaat. Päiväkoiteja varten on luotu vesikalusteista mallilista. RST-pöytien sekoittajat oltava kohtisuoraan käyttäjää kohti. Altaan nurkassa tai sivussa ei saa olla.

Lattiakaivot muovia, paitsi keittiössä kaivot ja lattia-altaat ovat haponkestävää terästä. Lattia-altaat, joissa pinta-ala on suuri, ritilät tehdään useasta osasta (siivousta helpottamaan). Siivouskeskusten lattia-aitaiden ritilöiden kestävä lattiapesukoneen paino. Tilat, joissa on lattiakaivojen kuivumisvaara varustetaan kaasutiivein vesilukoin (lämmönjakohuoneet, iv-konehuoneet). Tiloissa (esim. kuvaamataito, FY-KE) joissa on mahdollista päästä viemäriverkostoon kiintoainetta, maalia tms. niin tilojen altaat varustetaan esim. LabraLVI:in hajulukkoerottimilla ja laimentimilla.

Pikapalopostit ovat pinta- tai uppoasennettavia arkkitehtisuunnitelmien mukaan. Pikapalopostin koko mitoitetaan 19 mm mukaan. Pikapalopostit varustetaan käsisammuttimin 6,0 kg. Käsisammuttimet ovat toimintaperiaatteeltaan nestesammuttimia. Pikapaloposteista tulee luovuttaa painekoe- ja virtaamantestauspöytäkirjat ennen kohteen luovutusta. Pikapalopostien värin määrittää arkkitehti.

## 7. ILMANKÄSITTELYJÄRJESTELMÄT

### 7.1 Ilmanvaihtojärjestelmät yleistä

Ilmanvaihdon on oltava terveellinen, turvallinen ja toteutettava viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa.

Ilmanvaihtosuunnitelmien pitää noudattaa Ympäristöministeriön asetusta uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, sekä asetuksen taustamateriaalista. Pyritään hyvään sisäilmastoon välttämällä minimiratkaisuja (ilmamäärät, koneiden lukumäärät). Henkilölukumäärä tulee olla tiedossa suunnitelmia laadittaessa. Tavoitteiden määrittelyssä käytetään apuna Sisäilmastoluokitusta 2018. Sisäilmastoluokka uudisrakentamisessa ja täydellisessä peruskorjauksessa S2, mitoitus henkilöperusteisesti. Peruskorjauskohteessa missä ilmanvaihtokanavistoa ei uusita pyritään sisäilmastoluokkaan S2. Päiväkodeissa, kouluissa mitoittava tekijä on käyttäjä lukumäärä.

Ennen suunnittelutyöhön ryhtymistä suunnittelijan on esitettävä mitoitusperusteet.

Jäähdytettäviä / viilennettäviä tiloja ovat keittiö, kirjasto, hallintotilat (toimistot), atk-luokat, neuvola- ja terveydenhuoltotilat sekä tietojärjestelmä ja turvalaitehuone. Kesäajan lämpötilojen hallintaa pyritään edesauttamaan rakenteellisin keinoin, passiiviperiaatteella.

Järjestelmät tulee suunnitella niin joustaviksi kuin mahdollista huomioiden eri tilojen erilaiset käyttötarpeet ja käyttöajat. Käytetään tarpeenmukaista ilmanvaihtoa järjestelmissä, joissa sillä on selkeästi saavutettavissa energiansäästöä sekä riittävää määrää koneita joustavuuden aikaansaamiseksi (koneiden lukumäärä voi olla tavallista suurempi).

Käytetään mieluummin useampia koneita, kuin ilmamääräsäätimiä. Ilmanjaon pääperiaatteena sekoittava ilmanjakoa. Seinäpuhallus on kielletty ainakin päiväkotien ja koulujen ryhmä- ja luokkatiloissa.

Äänen siirtyminen tiloista toiseen pitää estää vaimennuksilla. Äänenvaimentimen sijaitessa esim. luokkahuoneen puolella pitää huomioida äänen siirtyminen vaimentimen ja seinän väliseltä osuudelta.

Vetokaappien, purunpoiston yms. järjestelmien suunnittelussa huomioitava korvausilman saanti.

## 7.2 Ominais sähköteho ja lämmöntalteenoton hyötysuhteet

Koko ilmanvaihtojärjestelmän ominais sähköteho vaatimus  $1,6 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$ , käytettävällä ilmamäärällä mitattuna.

Lämmön talteenoton vuosihyötysuhde vaatimus 75 - 80 %.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhteet ovat:

- nestekiertoinen LTO  $\eta_t \geq 68\%$
- pyörivä LTO  $\eta_t \geq 80\%$
- vastavirta levylämmönsiirrin  $\eta_t \geq 75\%$

Laskenta suoritetaan yhtä suurilla ilmamassavirroilla kuivissa olosuhteissa, joissa kosteus on 0 % ja ulko- ja poistoilman lämpötilaero  $20 \text{ °C}$  (ulkoilma  $+5 \text{ °C}$  ja poistoilma  $+25 \text{ °C}$ ).

Ominais sähköteho ja lämmöntalteenoton hyötysuhteet ovat aina minimissään voimassa olevien määräysten mukaisia.

## 7.3 Ilmanvaihdon palvelualueet

Ilmanvaihtojärjestelmät suunnitellaan ja rakennetaan siten, että saavutetaan tehokas energiatalous. Koneitten ryhmittely palvelualueittain tulee tehdä niin, että koneitten käyntiajat saadaan palvelualueitten mukaisesti. Tilojen ilmamääriä on voitava säätää kone- ja vyöhykekohtaisesti käyttötarpeen ja kuormituksen mukaan, ei ilmamäärä säätimillä.

Rakennus jaetaan käyttöaikojen, kuormituksen, paloalueitten tai ilman suuntien mukaisiin ilmanvaihdon palvelualueisiin.

## 7.4 Seisokkiajan ilmanvaihto

Rakennuksen käyttöaikojen ulkopuolinen (seisokkiajan) ilmanvaihto on esitettävä suunnitelmassa. Suunnittelija ilmoittaa suunnitteluasiakirjoissa millä ilmanvaihtokonemäärillä ja ilmavirroilla seisokkiajan ilmanvaihto toteutuu.



## 7.5 Puhallinkammiot ja koteloidut kojeet

Tulo- ja poistoilmakoneet ovat teräslevykoteloituja sarjavalmisteisia, sekä otsapinta-alaltaan yhdenmukaisia koneita. Ilmanvaihtokoneiden tulee täyttää koneiden ekologisen suunnittelun vaatimukset.

Koneiden lukumäärät ilmanvaihtosuunnitelmien mukaisesti. Konehuoneet tehdään määräysten mukaisesti huomioon ottaen olemassa olevat tilat.

Kojeet pyritään asentamaan palkkialustalle, joissa säädettävät jalat. Palkkialustan korkeus min. 150 mm.

Kojeiden sisään tulevat pyörivät ja tärisevät osat tärinä eristetään koteloringosta tärinänvaimentimin ja joustavin liitososin.

Koneiden pattereiden väliin min. 250 mm avattavat väliosat, ellei laiteluettelossa muuta määrätä.

Ilmanvaihtokoneet mitoitetaan huomioiden matalat mitoituslämpötilat, lämmön talteenoton vuosihyötysuhde vaatimus 75 - 80 % sekä ilmanvaihdon ominaissähköteho vaatimus 1,6 kW / (m<sup>3</sup>/s). Koteloiduissa koneissa otsapintanopeus ei saa ylittää arvoa 1,6 m/s.

Ilmanvaihtokoneet suunnitellaan ja toimitetaan sähkökytkentöineen valmiina. Koneet varustetaan loisteputkivalaisimin tai led-valaisimin (hehku- tai halogeenilamppua ei hyväksytä). Koneiden moottorien turvakytkimet tulee olla valmiiksi johdotettuna tehtaalla sekä turvakytkimet paikoilleen asennettuna. Koneet toimitetaan moottorin alustan ja rungon välisellä maadoituskaapelilla MK 16 mm<sup>2</sup> (kevi) varustettuna.

## 7.6 Ilmanottosäleiköt ja tuloilmakammiot

Ilmanottosäleiköt sijoitetaan niin, että ulkopuolinen lumi ja kosteus eivät pääse ilmanvaihtojärjestelmään. Ulkoilmasäleikön on oltava luokiteltu standardin SFS-EN 13030 mukaisesti. Raitisilmakammion pohjan vedenpoisto huomioitava. Ilman nopeus säleikössä alle 2,0 m/s

Raitisilmakammiot suunnitellaan siten, että lumi tai sadevesi ei kulkeudu ilmavirran mukana ilmanvaihtojärjestelmään. Ilman virtausnopeus kammi-

ossa mitoitetaan 1,0 m/s. Raitisilmakammioihin vedenpoistot ja kammioiden viemäreihin vesilukot. Kammioiden sisäpinnat tehdään pestäviksi ja kammioiden sisäpinnat eivät saa olla savua muodostavaa materiaalia. Ilmanottosäleikköjen värin määrittelee arkkitehti

### 7.7 Puhaltimet

Puhaltimen voimansiirrosta ei saa päästä ilmaan mitään ilman laatua huonontavia epäpuhtauksia. Moottori on valittava siten, että se ei likaa ilmaa. Moottorit mitoitetaan siten, että ne kestävät ylikuormittumatta puhaltimien jatkuva käytön, vaikka ilmavirtaa kuristettaisiin 10 %:iin mitoitusarvosta. Puhaltimet moottoreineen ja käyttöineen mitoitetaan niin, että ilmavirtaa voidaan nostaa 20% ja painetta samanaikaisesti 45% mitoitusarvosta. Puhaltimet kammio puhaltimia PM moottorilla. Puhaltimien taajuusmuuttajat liitetään taloautomaatioon.

Taajuusmuuttajilla varustetun puhaltimien puhallinmoottorien laitekilvissä on ilmoitettava kyseisen moottorin suurin käyttötaajuus, jota ei saa ylittää ja alin käyttötaajuus mitä ei saa alittaa.

### 7.8 Huippuimurit

Huippuimurit toimitetaan sadekatoksilla varustettuina ja niiden tulee olla suoraan ylöspäin puhaltavaa tyyppiä, joiden melutaso on alhainen (esim. STEF, FläktWoods Oy).

Vaatimukset huippuimureille:

- Puhaltimen suurin kierrosluku on 1500 rpm.
- Moottorin suojausluokka IP 44.
- Siipipyörän on oltava paikalleen asennettuna dynaamisesti tasapainotettu.
- Puhaltimet ovat keskenään samanlaisia ja saman valmistajan yhtä, ylöspäin puhaltavaa konetyyppiä.
- Koneet ovat sivulle kääntyviä ja varmuusketjulla sekä turvakytkimellä varustettuja.

- Ellei suunnitelmissa ole toisin esitetty varustetaan huippuimurit takaiskupelleillä.
- Huippuimurin kattoläpiviennin nosto min. 800 mm kattopinnasta.
- Huippuimurit asennetaan läpivientikappaleen päälle, joka on pelti villa - rei'itetty pelti-rakenteella

Wc- ja sosiaalityötiloilla sekä siivous- ja varastotiloilla tarvittaessa erilliset tajuusmuuttajaohjatut poistopuhaltimet. Teholtaan pienet puhaltimet valitaan kaksi nopeuskäyttöisinä. "Isot" poistopuhaltimet varustetaan neste lämmöntalteenotolla, mikäli se on energiataloudellisesti perusteltavissa, esimerkiksi keittiöt.

Teknisten tilojen poistot varustetaan erillisin huippuimurein. Vetokaapit, kuvaamataidon kohdepoisto (savenpolttouuni) ja teknisen työn kohdepoistot varustetaan erillisin huippuimurein. Huippuimureiden värit määrittelee arkitehti.

## 7.9 Suodattimet

Tuloilmakoneiden suodattimet kahdessa portaassa: esisuodatus EU 5, hienosuodatus EU 7. Pyörivän lämmöntalteenottojärjestelmän koneissa hienosuodatin asennetaan LTO kiekon jälkeen.

Suodatinkehysten on oltava suodattimissa kiristettäviä ja niiden on tiiveysluokaltaan vastattava suodatusastetta.

Poistoilmakoneiden suodattimet luokkaa EU 7.

## 7.10 Kanavat ja puhdistusluukut

Ilmanvaihtokanavat tehdään sinkitystä teräspellistä SFS 3281 ja SFS 3282. Pyöreät kanavat tehdään kierresaumatuista kanavista. Kanavien ja kanavaosien on täytettävä M1 puhtausluokkavaatimukset. Kanavaosina käytetään tehdasvalmisteisia standardisoituja tiivisteellisiä osia. Lähtökaulusten käyttö sovittava erikseen tapauskohtaisesti. Erityistilojen kuten

koulujen, terveysasemien ja laboratorioiden vetokaappien kanavamateriaalina haponkestävä teräs. ATEX- asiat pitää myös huomioida. Poistoilmakanavien eristys LTO:n jälkeen L50 höyrytiivis, verhotaan pellillä. Paloeristykset tehdään määräysten mukaisesti.

Kanavat kiinnitetään ja kannakoidaan siten, että ne pysyvät palotilanteessa paikoillaan vähintään niiltä vaaditun palonkestoajan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E7 mukaisesti (maininta työselitykseen). Ulla-koilla kanavia ei saa kannakoida vesikattorakenteista. Kanavien kiinnityksissä ei sallita ruuvikiinnityksiä.

Kanavamitoituksessa, sekä virtausnopeus määrittelyssä huomioitava SFP-oppaan kriteerit:

- ≤ 160 mm 2,5 m/s
- 200 mm 3 m/s
- 315 mm 4 m/s
- 400 mm 4,5 m/s
- 500 mm 5 m/s
- 630 mm 6 m/s
- 800 mm 7 m/s

Tulo- ja poistoilmakanavistoihin asennetaan puhdistusluukut siten, että koko kanavisto on helposti tarkastettavissa ja puhdistettavissa. Sääto- ja palopellit ym. toimilaitteet varustetaan puhdistusluukuilla, jos ne eivät ole helposti irrotettavissa puhdistusta varten.

Mikäli kanavat lävistävät höyrysulun, tulee lävistyskohta tiivistää huolella. Myös alakaton ja kanavan välinen rako tulee tiivistää. Kammioihin asennettavien puhdistusluukkujen minimikoko 600\*600 mm.

Säätopellit:

- pääkanava
- kokoojakanava
- liitäntäkanava

### 7.11 Lämmitys- ja jäähdytyspatterit

Lämmityspatterin otsapinnalla ilman virtausnopeus saa olla enintään 2,0 m/s ja jäähdytyspatterissa 2,0 m/s. Puhdistusta varten patterit on molemmilta puoliltaan varustettava osilla, jotka mahdollistavat puhdistamisen. Patterit mitoitetaan huomioiden lämpöpumppuratkaisu (matalat mitoituslämpötilat).

*Lämmitys-, lämmön talteenotto- ja jäähdytyspatterin toisella sivulla tulee olla väliosa putkikytkentöjä varten (mahdollistaa putkikytkennät ja huolto-  
luukkujen avaamiset koneessa).*

Maa- ja aurinkolämmitystä käytettäessä tuloilman esilämmitykseen tuloilmakammioissa, käytetään lämmönsiirtoon lamelli LTO-pattereita.

### 7.12 Lämmön talteenotto

Lämmön talteenotto toteutetaan niin energiatehokkaasti kuin mahdollista huomioiden sähköenergian tarve. Lämmön talteenottojärjestelmäksi valitaan ensisijaisesti pyörivä siirrin. Järjestelmäksi valitaan nestekiertoinen lämmön talteenottojärjestelmä tai levylämmönsiirrin, mikäli poistoilman epäpuhtauksien, kojehuoneen tilanpuutteen tai muun syyn johdosta pyörivää siirrintä ei voida käyttää.

Sosiaalitilojen ja keittiön koneet tulee varustaa lämmön talteenotolla. Valmistus- ja lämmityskeittiöiden poistoilmasta tulee lämpö ottaa talteen joko nestekiertoisella lämmön talteenotolla tai levylämmönsiirtimellä. Keittiöiden (yli 0,3 m<sup>3</sup>/s) poistokanavisto tai huuva tulee varustaa laitteistolla, jolla rasva hajotetaan siten, että se ei tartu kanavistoon eikä lämmön talteenottopatteriin. Lämmön talteenottopatterin lamellivälin tulee olla normaalia harvempi ja patterin tulee kestää painepesu. Poistoilma tulee puhdistaa ennen lämmön talteenottoa esim. otsonoinnilla. Huuviin muodostuva kondensivesi pitää johtaa pois hallitusti.

Maalämpöä käytettäessä tuloilman esilämmityksen lämmönsiirtoon käytetään tehokasta lämmöntalteenottopatteria.

### 7.13 Äänenvaimennusverhoukset

Ilmanvaihtokoneet varustetaan tehdasvalmisteisilla äänenvaimentimilla. Laitteilla äänenvaimentimet siten, että määräysten mukaiset äänitasot saavutetaan. Äänenvaimentimien lamellien tulee olla ulosvedettäviä. Lamellien pinnoitteen tulee olla vesipesun kestävä. Äänenvaimentimien sisäpintojen tulee olla sellaisia, että niistä ei irtoa ilmaan kuituja, hiukkasia tai muita haitallisia aineita. Äänenvaimentimet tulee olla puhdistettavissa ja harjauksen yhteydessäkään niistä ei saa irrota ilmaan mitään edellä mainittuja epäpuhtauksia.

### 7.14 Palopellit

Palopellit suunnitellaan tyyppihyväksytyillä RakMK E7 ohjeiden mukaisilla palopelleillä. Palopellit varustetaan sähköisin asennonosoittimin (IU), jotka johdotetaan palopeltien hälytyskeskukseen (SU). Palopellit ovat toiminnaltaan lämpösulakkeella ja mikrokytkimellä varustettuja. Summahälytys palopeltien hälytyskeskuksesta siirretään rakennusautomaatioon. Palopellit varustetaan puhdistusluukuin.

LVI-suunnittelija laatii palopeltikaavion ja paikantamispiirustuksen, jossa esitetään kaikki rakennuksessa olevat palopellit, keskuskeskukset tunnuksineen ja sijaintitietoineen.

### 7.15 Päätelaitteet

Päätelaitteiden asennustapa ja tyypit on selvitettävä arkkitehdin kanssa. Sijoitukset esim. alakattoihin vaatii tarkastelun yhdessä arkkitehdin ja sähkösuunnittelijan kanssa.

Päätelaitteiden malli, koko ja suunniteltu ilmamäärä merkitään piirustuksiin. Suunnittelija tarkastaa tuloilmalaitteiden heittokuviot esim. käyttämällään suunnitteluohjelmistolla tai laitevalmistajan valintaohjelmalla. Päätelaitteiden valinnassa huomioitava myös niiden aiheuttama äänitaso.

Tuloilmaelimet ovat pääosin kattohajottajia varustettuna liitäntälaatikolla, jossa mittaus- ja säätöelimet. Poistoilmaelimet ovat pääosin säleiköitä varustettuna liitäntälaatikolla ja yhteiskanavaventtiileitä.

Seinäpuhallusta ei sallita normaalin huonekorkeuden tiloissa.

#### 7.16 Ulkoilmakanavat

Raitisilmakanavat lämpöeristetään L100 höyrytiiviksi.

#### 7.17 Ulospuhallushajottajat

Ulospuhallushajottajien kattoläpiviennit ja jalustat tehdään muototeräsrunkoisina pelti - villa - pelti rakenteina. Jalustan kansi ulospäin viettävä. Sadesuojukset tehdään sinkitystä pellistä arkkitehdin määrittelemään värisävyyden. Sadesuojukset esim. mallia EYMA / Fläkt. Etäisyys kattopinnasta ulospuhallushajottajan alareunaan min. 800mm. Ulospuhallushajottajien suuntaus sovittava erikseen.

#### 7.18 Kuivauskaapit

Kuivauskaapit kondensoivia. Kuivauskaappien läheisyyteen lattiakaivo. Mikäli kuivauskaapit ”ei kondensoivia” niin poistoletku johdetaan poistoilma-venttiiliin läheisyyteen.

## 8. KAASUJÄRJESTELMÄT

Suunnittelijan tulee sopia mitoitusperusteet ja verkostojen laajuus käyttäjän kanssa. Keskuslaitteiden sijoitus ja tilantarve määritellään luonnosvaiheessa.

Järjestelmistä on olemassa ohjeistus ”Peruskoulun käsityön opetustilojen suunnitteluopas”. Ohjeistus ei ole enää voimassa, mutta sitä voidaan käyttää soveltuvin osin.

## 9. PUTKI- JA LAITE-ERISTYKSET

Eristystuotteina käytetään LVI ohjekortin LVI 50-10344 ja standardin SFS 3976 vaatimukset täyttäviä eristeaineita, päällysteitä ja tarvikkeita. Eristysmateriaaleihin ja asennuksiin nähden noudatetaan voimassa olevia palomääräyksiä, niiden sovellutuksia ja standardeja SFS 3976 ja SFS 3978.

Lämpöjohdot eristetään sarjan 23 mukaisesti, Pinnoite Isogenopak. Teknisissä tiloissa, kellarikerroksissa, konehuoneissa ja poistumisteillä pinnoitemateriaali alumiinipelti. Kylmässä ullakkotilassa kulkevat tulo-, poisto- ja jäteilmakanavat paloeristetään EI120.

Viemärit äänieristetään alakaton yläpuolisissa tiloissa. Eristen päittäisaumat tiivistetään joko teippaamalla tai rautalangalla punomalla.

Lämmön talteenottoputkistot varusteineen eristetään solukumi-eristeellä esim. Armaflex tai vastaava. Pinnoitus kuten aiemmin mainittu.

## 10. VÄESTÖNSUOJAJÄRJESTELMÄT

Rakennuksen väestönsuoja varustetaan lakien ja määräysten mukaisilla VSS -laitteistoilla. Rauhanajan ilmanvaihto myös huomioitava.

Rakenne- ja LVI-suunnittelijan laadittava leikkauskuva alapohjasta, mistä selviää pohjaviemäreiden sijainti alapohjassa. Sulkuventtiilikaivon huolto-ohje tulee olla näkyvillä.

Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta LVI SM-00476 2011



## 11. ALAPOHJAN JÄRJESTELMÄT JA RADONIN TORJUNTA

### 11.1 Maanvarainen laatta

Maanvaraisessa laatussa tulee kiinnittää huomiota radonin torjuntaan. Lattialaatan alle asennetaan radonputkisto, jonka kokoojaputkisto johdetaan vesikatolle. Putkiston pohjalaatan yläpuolinen osa tulee tehdä kaasutiiviiksi. Kokoojaputken pää vesikatolla ei saa olla 8 m lähempänä ilmanottoaukkoja. Kokoojaputki varustetaan tarvittaessa poistopuhaltimella. Poistopuhallin suunnitellaan asiakirjoihin (vähintään) varauksena, joka on huomioitava myös sähkösuunnittelussa. Radonputki kondenssieristettynä kattoläpivientiin / huippumuriin saakka.

Radonin torjunnan suunnittelevat rakenne- ja lvi-suunnittelija yhteistyössä.

### 11.2 Tuulettuva alapohja

Rakennettaessa tuulettuva alapohja (ryömintätila) tulee sen ilmasto-olosuhteisiin kiinnittää erityistä huomiota. Tärkeää on huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta, lämpöolosuhteista ja kosteuden hallinnasta. Ryömintätila varustetaan valoin, riittävällä määrällä pistorasioita (230 V ja 400V) sekä olosuhteita mittaavilla lämpötila- ja kosteusantureilla.

Tuulettuvat alapohjaratkaisut eivät tarvitse radonputkistoja. Suunnitellaan koneellinen tuuletus tai vastaava järjestelmä alapohjan olosuhteiden hallintaan. Tuulettuvan alapohjan suunnittelussa otettava myös huomioon RakMK- 21749 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.

## 12. GM-LAITETIETOJÄRJESTELMÄ

Suunnittelijat toimittavat tarvittavat tiedot huoltokirjakoordinaattorille. Koordinaattori lähettää suunnittelijoille ohjeistuksen, sekä mallikaaviot.

Kaikki huoltokirjaa varten laaditut dokumentit tulee varustaa tunnistetiedoilla, joista ilmenee: kohde / kohteen tiedot, yrityksen ja laatijan nimet, asiakirjan nimi, tiedoston nimi, laadintapäivämäärä ja sivumäärä.

Jarkko Mikkola

Turun Kaupunki

Kaupunkiympäristötoimiala

Kaupunkirakentaminen, Toimitilarakennuttaminen