

10.09.2026

---

# LVI-OHJE

Lappeenrannan Toimitilat Oy:n ohje  
LVI-teknisten järjestelmien suunnitteluun ja  
toteutukseen.

LVI-projektiohje suunnittelijalle ja  
LVI-urakoitsijalle

## Sisällysluettelo

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Yleistä</b>                                                   | 3  |
| 1.1 Ohjeen tarkoitus                                                | 3  |
| 1.2 Ohjeen tulkinnat                                                | 3  |
| 1.3 CAD-ohjelmistot ja tiedostoformaatit                            | 3  |
| 1.4 Tiedostojen käsittely                                           | 3  |
| <b>2. LVI-suunnitelmien lähtötiedot ja yleiset laatuvaatimukset</b> | 4  |
| <b>3. LVI-suunnitelmien sisältö</b>                                 | 8  |
| <b>4. LVIA-tekniset järjestelmät</b>                                | 10 |
| G1 Lämmitys- ja LTO-järjestelmät                                    | 10 |
| G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät                                     | 14 |
| G3 Ilmanvaihtojärjestelmät                                          | 19 |
| G4 Kylmätekniset järjestelmät                                       | 25 |
| G5 Paineilma- ja kaasuverkostot sekä laitteistot                    | 30 |
| G6 Höyryjärjestelmät                                                | 30 |
| G7 Sprinklerijärjestelmät                                           | 31 |
| G8 Muut LVI-järjestelmät                                            | 32 |
| G9 Eristys                                                          | 33 |
| J7 Rakennusautomaatiojärjestelmät                                   | 35 |

## 1. Yleistä

### 1.1 Ohjeen tarkoitus

Tämä ohje on laadittu yhtenäisen LVI-suunnittelun toimintatavan luomiseksi Lappeenrannan Toimitilat Oy:n hallinnoimien rakennusten rakennushankkeisiin ja ajantasapiirustusten hallintaa varten.

Ohje täydentää Lappeenrannan Toimitilat Oy:n muita rakentamiseen liittyviä ohjeistuksia. Rakennushankkeiden dokumentoinnin järjestelmällisellä ja yhdenmukaisella hallinnalla on tavoitteena tuottaa rakennuksista kattava ja luotettava dokumenttiarkisto ylläpito-organisaation käyttöön.

### 1.2 Ohjeen tulkinnat

Ohjeistus pätee sekä uudisrakennus-, muutos-, laajennus-, ja perusparannuskohteissa, että ajantasaistushankkeissa kattuen LVI-järjestelmien suunnittelun ja toteutuksen.

Ohjeen käytössä on suunnittelijoiden huomioitava rakennusten mahdolliset erikoispiirteet. Ohjeesta poikkeamisesta tulee raportoida syy poikkeamiseen eikä poikkeamista saa tehdä ennen kuin asiasta on saatu tilaajalta kirjallinen lupa.

### 1.3 CAD-ohjelmistot ja tiedostoformaatit

Jokainen suunnitteluosapuoli käyttää haluamaansa CAD-suunnitteluohjelmistoa.

Suunnittelussa ja tiedonsiirrossa noudatetaan Lappeenrannan Toimitilat Oy:n suunnitteluohjetta. kts. [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato)

Kaikki uudiskohteet mallinnetaan LATO:n tietomalliohjeiden ja hankekohtaisten tietomalliohjeiden mukaisesti. [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato).

### 1.4 Tiedostojen käsittely

Suunnittelutiedostoilla tarkoitetaan niitä tiedostoja, jotka luovutetaan muille suunnitteluosapuolille suunnittelu aikana.

Perus- ja ylläpitokorjauskohteissa käytetään olemassa olevaa nimeämiskäytäntöä, jos ei projektissa erikseen todeta tiedostonimien päivitystarvetta.

Suunnittelutiedostonimiä ei saa muuttaa kesken suunnittelun.

Suunnitteluryhmä käy läpi tekniikan pääreitit luonnossuunnitteluvaiheessa keskinäisessä risteilypalaverissa, jonka pohjalta luodaan tarvittavat tekniikkaleikkaukset 2D-muodossa.

Mallinnuskohteissa nämä leikkaukset toimivat myös mallinnuksen lähtökohtina, joista ei saa poiketa ilman erillistä sopimista.

Muutoin toimitaan LATO:n-suunnittelu- ja tietomalliohjeiden mukaisesti.

[Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannatoimitilat.fi\)](#)

## 2. LVI-suunnitelmien lähtötiedot ja yleiset laatuvaatimukset

Suunnittelussa noudatetaan seuraavia ohjeita ja määräyksiä:

- 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista
- 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta
- 796/2017 (360/2019) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä
- 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta
- 927/2020 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta
- 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta
- 545/2015 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.
- RT RakMK-21772 Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä (2018)
- 4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä.
- Talotekniikkainfo: Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas 2022
- Talotekniikka RYL 2021/1, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta
- Valtioneuvoston asetus väestösuojan laitteista ja varusteista. Suomen säädöskoelma 409/2011
- Finvac, Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012.
- Sprinklerlaitteistot suunnittelu, asentaminen ja kunnassapito SFS-EN 12845

Suunnitteluprojektin alussa sovitaan suunnitteluryhmän ja rakennuttajan kanssa käytännön toimet suunnitteluprojektin läpivientiin.

Suunnitteluprojektin tavoitteena on tuottaa energiataloudellisesti ja käyttövarmuudeltaan ja sisäilmastoltaan korkealuokkainen suunnitteluratkaisu huomioiden sekä kaupungin ilmasto-ohjelman että kohteen toiminnalliset tavoitteet. Tämä tarkoittaa uudis- ja korjausrakentamisessa entistä tehokkaampaa energiatalouden huomioimista.

LVI-suunnitelmissa esitetään kohteen taloteknisten järjestelmien yksityiskohtaiset tekniset suunnitelmat kaikista kohteessa olevista ja/tai sinne rakennettavista LVI-järjestelmistä.

Hankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan sisäilmaston osalta Sisäilmastoluokitus 2018:n (RT 07-11297) ja LATO:n P1 puhtausohjeen vaatimuksia ja ohjeita.

Käytettävät sisäilmaluokat ovat seuraavat:

**Koulu- ja päiväkotirakennukset:**

- Sisäilmastoluokka S2 kuitenkin niin että operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo lasketaan S3 mukaisesti (lämpötilanhallintaa tehdään rakenteellisin keinoin). Mitoitukset tehdään henkilöperusteisesti maksimihenkilömäärän mukaan. Tiloissa on läsnäolo-, lämpötila- ja hiilidioksidimittaukseen pohjautuva tarpeenmukainen ilmanvaihto.
- Sisäilmastoluokkaa S2 käytetään kaikissa opetus- ja työskentelytiloissa. Eteiset, sosiaalitilat, varastot ja muut toissijaiset tilat ovat Sisäilmastoluokkaa S3. Koneellisesti jäähdytettävät tilat on mainittu erikseen kohdassa G4.
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1.
- Rakennusmateriaalien päästöluokka M1.
- Ilmanvaihtotuotteet (kanavat, kanavaosat, säätö- ja palopellit sekä suodattimet) puhtausluokiteltuja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan edellyttämässä laajuudessa.
- Vuoropäiväkodin ja päiväkodin vuoropäiväkotiryhmien tiloihin suunnitellaan tarvittaessa jäähdytys joko ilmanvaihdon kautta tai erillisjäähdytyksellä ellei ensisijaisilla passiivisilla ratkaisulla saada vaadittuja olosuhteita aikaiseksi.

**Suojelumerkinnällä varustetut rakennukset:**

- Suojeltujen rakennusten osalta suunnittelija varmistaa museoviranomaiselta, miten suojelumääräykset vaikuttavat LVI-suunnittelun kulkuun ja sisäilmaluokkaan. Nämä kohteet sovittava tapauskohtaisesti.

**Museot, arkistot ym erikoistilat:**

- Erikoistilojen osalta noudatetaan museon antamia ohjeita sekä päätearkistojen osalta noudatetaan arkistomääräyksien suunnitteluohjeen vaatimuksia.

**Toimisto- tai niihin rinnastettavat rakennukset tai rakennuksen osat:**

- Sisäilmastoluokka S2/S3.
- Sisäilmastoluokkaa S2 käytetään kaikissa toimisto- ja neuvottelutiloissa. Näihin tiloihin suunnitellaan tarvittaessa jäähdytys, ellei ensisijaisilla passiivisilla ratkaisulla saada vaadittuja olosuhteita aikaiseksi.
- Eteiset, sosiaalitilat, varastot ja muut toissijaiset tilat ovat Sisäilmastoluokkaa S3.
- Muut kohdat kuten edellä

**Muut rakennukset:**

- Sisäilmastoluokka S2/S3
- Sisäilmastoluokkaa S2 käytetään kaikissa toimisto- ja neuvottelutiloissa. Eteiset, sosiaalitilat, varastot ja muut toissijaiset tilat ovat Sisäilmastoluokkaa S3.
- Muut kohdat kuten edellä

Suunnitteluryhmä käy suunnitteluprojektin alussa yhdessä läpi tilojen yllämpenemiseen liittyvät käyttäjälähtöiset, rakenteelliset, muut sisäiset ja ulkoiset tekijät ja muokkaa sen mukaan suunnitteluratkaisua niin että vaatimukset täyttävään ratkaisuun päästään lähtökohtaisesti ilman koneellista jäähdytysjärjestelmää.

Edellä mainittujen sisäilmaluokituksen mukaisten suunnittelun lähtötietojen lisäksi kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuus on osoitettava uudisrakennuksissa eri tilatyypin lämpötilalaskennalla. Kesäajan huonelämpötilan laskennassa on käytettävä dynaamista

laskentatyökalua. Laskennan tekee LVI-suunnittelija, ellei projektissa ole erikseen muuta sovittu.

Laskennallinen kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää jäähdytysrajan arvoa 25°C käyttötarkoitukseluokissa 3–8 (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017) enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1 päivän ja elokuun 31 päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaista ilmavirtaa käyttäen. Laskennassa on käytettävä ilmavirtaa lukuun ottamatta E-luvun laskennan mukaisia lähtötietoja.

Opetustiloissa sekä henkilökunnan työskentelytiloissa huonelämpötila +27°C ei saa ylittyä ollenkaan dynaamisessa lämpötilasimuloinnissa jäähdytyskauden aikana.

Ulkoilman suunnitteluarvot jäähdytysjärjestelmän suunnittelussa ovat:

- lämpötila +30°C
- entalpia:
  - o Koulut ja päiväkodit, joissa ei toimintaa kesällä, 62 kJ/kg
  - o Rakennukset, joissa on toimintaa ympäri vuoden, 68 kJ/kg
  - o Museot 70 kJ/kg

Teknisten tilojen olosuhdevaatimukset määräytyvät kunkin tekniikan asettamien vaatimusten mukaisesti seuraavasti:

- Sähkökeskukset +15...+35 °C, ylipaineinen (suodatettu ilma)
- Lämmönjakohuoneet +15...+35 °C, alipaineinen (suodatettu ilma)
- Tietoliikenteen palvelin- ja ristikytkentätilat +15...+25 °C, ylipaineinen (suodatettu ilma)
- Muuntamot +15...+35 °C ylipaineinen
- IV-konehuoneet +15...+35 °C
- UPS-tilat +15...+25 °C, ylipaineinen (suodatettu ilma)
- Akkutilat +15...+25 °C, alipaineinen (suodatettu ilma)
- Näyttämötekniikkahuone +15...+30 °C, ylipaineinen (suodatettu ilma)

Äänitekniikan osalta suunnittelija mitoittaa järjestelmät niin ettei seuraavia tyyppitilojen äänenpainetasoja ylitetä järjestelmän normaalissa mitoitusilanteessa.

| Tila                                 | Äänenpainetaso dB(A) |
|--------------------------------------|----------------------|
| Majoitushuoneet                      | 28                   |
| Potilashuoneet                       | 28                   |
| Opetustilat, luentosalit, juhlasalit | 33                   |
| Käytävät, aulat ja hallit            | 38                   |
| Lepohuoneet                          | 28                   |
| Päiväkotien ryhmähuoneet             | 33                   |
| Ruokasalit                           | 33                   |
| Sosiaalitilat                        | 38                   |
| Toimisto- ja neuvotteluhuoneet       | 33                   |
| Laboratoriot                         | 38                   |
| Henkilökunnan pukuhuoneet            | 38                   |
| Käytävät, aulat ja hallit            | 38                   |

|               |    |
|---------------|----|
| Keittiöt      | 38 |
| Työpajat yms. | 45 |
| Autohalli     | 55 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rakennuksen ulkopuolella maanpinnan tasolla, parvekkeella tai avattavien ikkunoiden ulkopuolella (796/2019). | 45 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

Teknisissä asiakirjoissa, kuten LVI-työselityksessä, ei pääsääntöisesti mainita kaupallisiin asiakirjoihin kuten urakkarajaliitteeseen kuuluvia asioita.

Laite- ja järjestelmävalintoja tehtäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota järjestelmien energiatehokkuuteen ja elinkaareen.

Suunnitelmia laadittaessa ja laitevalintoja tehtäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota laitteiden käytettävyyteen ja huollon vaivattomuuteen.

Suunnitelmissa esitetään laitemääritykset riittävän tarkasti sekä työselityksessä kuvataan menettelytapa laitteiden vaihdosta vastaavaan tuotteeseen. Suunnitelmissa mainitaan riittävän selvästi, että mikäli urakoitsija vaihtaa esimerkkituotteen toiseen, vastaa urakoitsija tuolloin kaikista tuotteen vaihdosta toisille osapuolille aiheutuvista kustannuksista.

Kaikkien laitteiden on oltava CE-merkittyjä, tyyppihyväksytyjä tai varmennustodistuksella sekä vaatimuksenmukaisuusvakuutuksilla varustettuja laitteita. Suoritusasoilmoitus tulee liittää kaikkien CE-merkittyjen tuotteiden tuotetietoihin.

CE-merkintämahdollisuuden puuttuessa, voi tuotteen kelpoisuuden osoittaa kansallisilla hyväksyntämenettelyillä: tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella ja/tai valmistuksen laadunvalvonnalla. Tyyppihyväksynnän tai varmennustodistuksen myöntämisen edellytyksenä on, että valmistajalla on sopimus laadunvalvonnasta valtuutetun laadunvalvonnan varmentajan kanssa ja että tyyppitestit on tehty akkreditoidussa laboratoriossa.

Huollettavat ja säädettävät laitteet sijoitetaan pääsääntöisesti teknisiin tiloihin ja käytäville. IV-koneet ja puhaltimet sijoitetaan konehuoneisiin. Alakattojen yläpuolella sijaitsevat laitteet merkitään positiointiohjeen (kts. LATO:n RAU-ohje) mukaisesti täydellisillä merkinnöillä huoltoluukkuun tai avattavassa alakatto-rakenteessa alakattorakenteen listaan. Päälaitteet mm. IV-koneet, pumput, kiertoilmakojeet, otsonaattorit sekä ilmamääräsäätimet ja palopellit merkitään muovisilla kilvillä, ei tarroilla. Vaatimukset laitteiden merkinnästä esitetään suunnitteluasiakirjoissa.

LVI-suunnittelija tekee suunnitelmiinsa lämmönjakohuoneesta ja IV-konehuoneista suunnitelmätietoihin perustuvat asennuspiirustukset, leikkaukset ja 3D-havainnekuvat.

Mikäli urakoitsija valitsee suunnitelmista poikkeavat laitteet, päivittää urakoitsija omalla kustannuksellaan asennuspiirustukset ja tekniset laskelmat ennen asennustöiden aloitusta.

Suunnitelma- ja urakka-asiakirjoissa esitetään laitteiden koekäyttöön, toimintakokeisiin ja vastaanottoon liittyvät vaatimukset siten että ao toimenpiteet on suoritettu ennen kohteen luovutusta. Urakoitsijoiden omat tarkastukset ja testaukset tulee olla suoritettu ennen rakennuttajan tarkistuksia ja yhteiskoekäyttöä.

Suunnitelma- ja urakka-asiakirjoissa esitetään yksityiskohtaisesti urakoitsijoille kuuluvat velvoitteet luovutuskansioiden, tarkepiirustusten ja huoltokirjan laatimisesta, joista

annetaan viittaukset LATO:n internet-sivustolle [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoumitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato) ao. ohjeiden osioon.

LVI-luovutuspiirustuksissa tulee olla lopulliset ARK-suunnitelmapohjat, joissa on esitetty lopullinen huonenumerointi.

Lämmönjako- ja ilmanvaihtokonehuoneiden seinälle vaaditaan toimitettavaksi käyttöönottoon mennessä laminoidut kytkentäkaaviot sekä IV-konehuoneisiin väritetyt IV-vaikutusaluepiirustukset.

Takuuajan huoltojen suorittamisesta tulee asiakirjoissa esittää yksiselitteiset vaatimukset sekä kenelle huoltotyö ja huoltoon liittyvien tarvikkeiden hankinta kuuluu.

### 3. LVI-suunnitelmien sisältö

LVI- tekniikan suunnitelmat pitävät sisällään seuraavat järjestelmät:

G1 lämmitysjärjestelmät:

- lämmön tuotanto
- lämmön jakelu (lämmitys- ja lämmöntalteenottoverkostot)
- lämmönluovutus
- jäähdytysjärjestelmät (vesikiertoiset jäähdytysjärjestelmät)
- putki- ja laite-eristykset

G2 vesi ja viemärijärjestelmä:

- vedenkäsittelylaitteet
- vesijohtoverkostot
- jätevesien käsittely
- viemäriverkostot
- vesi- ja viemärikalusteet
- putki- ja laite-eristykset

G 3 Ilmastointijärjestelmät:

- ilmastointikoneet
- ilmastointikoneeseen liittyvät koneenosat
- kanavistot
- pääte-elimet
- väestönsuojan ilmanvaihtolaitteet
- radonkanavistot ja puhaltimet
- laite- ja kanavaeristykset

G4 kylmätekniset järjestelmät:

- kylmäkoneistot (jäähdytyskoneet ja keittiön kylmälaitteet)
- kylmä- ja jäähdytysjakelu (kylmäaineputkistot)
- muut erillisjäähdytykset

- G5 Paineilma- ja kaasuverkostot sekä laitteistot:
- paineilma- ja kaasujärjestelmät teknisen työn tiloissa

- G6 Höyryjärjestelmä:
- höyrykehittimet
  - höyry- ja lauhdeputkistot ja armatuurit

- G7 Palontorjuntajärjestelmät:
- alkusammutuskalusto
  - vesisprinklerilaitteet ja -putkistot

- G8 Muut LVI-järjestelmät:
- pölynpoistojärjestelmä esim. tekstiilityön tiloissa
  - purunpoistojärjestelmät teknisen työn tiloissa

- G9 Eristys
- putkistoeristykset
  - kanavaeristykset

LVI-suunnitelmissa esitetään:

- LVI-asemapiirustus, jossa kiinteistön LVI-tekniset liittymät esitetty. Jos kyseessä vanhempi saneerauskohde, korkojärjestelmä mainittava.
- Vesi- ja viemäripohjapiirustukset kaikista kerroksista, kerroskohtaisesti ei osakopioita
- Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien pohjapiirustukset kaikista kerroksista, kerroskohtaisesti ei osakopioita
- Ilmanvaihtojärjestelmien pohjapiirustukset kaikista kerroksista, kerroskohtaisesti ei osakopioita
- Vesikaton osalta voidaan esittää kaikki tekniikat samassa piirustuksessa.
- Muut järjestelmät vastaavasti tarvittaessa
- Leikkauspiirustukset, jos ei mallinnuskohde
- Mallinnuskohteissa esitetään 2D-muodossa mallista otettuja leikkauksia kriittisimmistä kohdista tai esitetään vastaava kohde periaatelikkauksena tasokuvan reunassa.
- Vesikalusteluettelo
- LVI-laitteiden paikannuspiirustukset
- Materiaaliluettelo (ellei työselityksessä)
- Huonelaiteluettelo (ellei työselityksessä)
- LVI-laiteluettelo (ellei työselityksessä)
- LVI-työselitys

Rakennusautomaation suunnittelussa noudatetaan erillistä LATO:n automaatio-ohjetta kts. [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato)

Rakennusautomaatiosuunnitelmissa esitetään:

- LVI-järjestelmien säätökaaviot toimintaselostuksineen ja pisteluetteloineen
- Rakennusautomaation työselustus
- RAU-pohjapiirustukset, joissa esitetään rakennusautomaation säätökaavioissa olevien kenttälaitteiden sijainti

#### 4. LVIA-tekniset järjestelmät

##### G1 Lämmitys- ja LTO-järjestelmät

Rakennus liitetään kaukolämpöverkoston alueella kaukolämpöön. Kauko- tai aluelämpöverkoston ulkopuolella käytetään pääsääntöisesti maalämpöä. Maalämpö-vaihtoehdossa tutkitaan energiapaalujen käyttöä rakennuksen alla ja porakaivojen käyttöä rakennuksen perusmuurin ulkopuolella. Maalämpöjärjestelmän rakentamisen ehdot selvitetään aina ennen suunnittelun aloittamista rakennusvalvonnasta.

Lämpöpumppuratkaisussa pyritään huomioimaan mahdollinen viilennyksen tuottaminen ko. järjestelmillä.

Ns. hybridi-lämmitysjärjestelmien, esim. kaukolämpö-maalämpö, kaukolämpö-ilmavesilämpöpumppu tai vastaavien, suunnittelu vaatii kohdekohtaisen simuloinnin kannattavuuden selvittämiseen, joten niiden suunnittelusta sovittava tapauskohtaisesti rakennuttajan kanssa.

Tehdasvalmis kaukolämmön alajakokeskus sekä kaukolämmön mittauskeskus sijoitetaan lämmönjakohuoneeseen. Alajakokeskus asennetaan vaakasuoraan ja huoltoa tarvitseville sivuille jätetään vapaata tilaa vähintään 600 mm mitattuna lämmönjakokeskuksen uloimman osan ulkopinnasta. Alakeskuksen ohjauskeskuksen eteen jätetään huolto- ja käyttötilaa 1000 mm.

Lämmönjakokeskus kaukolämmön energiamittauksineen sijoitetaan aina rakennuksen alimpaan kerrokseen tehtävään lämmön-jakohuoneeseen.

Eri lämmityspiirit varustetaan omilla lämmönsiirtimillä:  
Ilmanvaihdon lämmitysverkosto 60 / 30 °C

Lattialämmityksen lämmitysverkosto 35 / 30 °C  
Patteripiirin lämmitysverkosto 45 / 30 °C, tarvittaessa 60 / 30 °C

|                                            |         |
|--------------------------------------------|---------|
| Verkostojen rakennepaineet:                |         |
| kaukolämpöverkosto                         | 1.6 MPa |
| patteri- ja ilmanvaihdon lämmitysverkostot | 0,6 MPa |
| LTO- verkostot                             | 0,6 MPa |

Lämmönjakokeskukset varustetaan piirikohtaisilla sivuvirtaussuodattimilla.

Koulujen lämmönjakomuotona on saneerauskohteissa yleensä vesikiertoinen patterilämmitys. Uudiskohteissa käytetään patteri-/lattialämmitystä. Päiväkotien lämmönjakomuotona on lattialämmitys. Kosteisiin tiloihin järjestetään pääsääntöisesti vesikiertoinen lattialämmitys. Lattialämmitysjärjestelmälle rakennetaan oma lämmityspiirinsä lämmönjakohuoneelta alkaen. Tehdasvalmiita pumppu-sekoitusventtiiliryhmiä ei käytetä.

Suurissa rakennuskokonaisuuksissa lämmitysverkostot jaetaan vyöhykkeisiin.

Lämmitysputkistot tehdään pääosin teräsputkista; lattialämmitysputkistot ovat happidifфуusiosuojattua muoviputkea. Lämmitysverkostot varustetaan sulku- ja linjasäätöventtiileillä, ilmakelloilla, sulku- ja säätöventtiileillä sekä kiintopisteillä ja paisuntaelementeillä tai -lenkeillä. Lisäksi lattialämmitysverkostot varustetaan tehdasvalmisteisilla jakotukkikaapeilla. Jakotukkikaappeihin asennetaan vuotovesihälytysanturit, jotka liitetään valvontajärjestelmään.

Lattialämmitystukit varustetaan tukkikohtaisilla sulkuventtiileillä, lämpötilamittareilla sekä piirikohtaisilla virtausindikaattoreilla.

Lattialämmitystukin koteloon kiinnitetään oveen laminoitu pohjapiirustus, josta ilmenee piirien positiot, lattialämmitysjohdon asennusreitit ja huonenumerot, joita piirit palvelevat.

Sulkuventtiilit ovat täysaukollisia palloventtiileitä. Jokainen lämmitysverkosto varustetaan omalla paisunta-astialla ja varoventtiilillä sekä rakennusautomaatioon kytkettävällä paineanturilla.

Palokatkoissa huomioitava, ettei käytetä palokatkomateriaaleja, joilla on syövyttäviä ominaisuuksia kuten grafiittipitoiset palokatkomassat, suoraan kiinni teräsputkiin ulkopuolisen korroosiovaaran vuoksi.

Lämpömäärät mitataan järjestelmittäin. Alamittaukset liitetään Kaupungin kiinteistövalvontajärjestelmän Desigo CC kautta Granlund Manager kulutuseurantaohjelmaan. Päämittaukset luetaan kulutuseurantaohjelmaan energialaitoksen järjestelmistä.

Pattereille suunnitelmissa merkitään patterin tyyppi, patteriventtiilin mitoitusarvot sekä patterin lämmönluovutusteho. Linjasäätöventtiileille merkitään virtaama- ja paine-eroarvot. Linjasäätöventtiilit numeroidaan eri verkostojen mukaan juoksevilla numerolla.

Tuulikaapit varustetaan oviverhokojeilla, jotka liitetään ilmanvaihdon lämmitysverkostoon.

Päiväkotien ja koulujen märkäeteiset varustetaan oviverhokojeilla. Ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereille tehdään erilliset säätöryhmät, jotka sijoitetaan ilmanvaihtokonehuoneisiin.

Lämmityksen ja jäähdytyksen samanaikainen käyttö on estettävä pääosin kaikissa tapauksissa. Poikkeuksena erikoiskohteissa, joissa kesäaikana joudutaan lämmittämään ja jäähdytyksellä kuivaamaan.

Lattialämmityksen huoneiden lämpötilamittaukset tehdään rakennusautomaatioon liitettävillä lämpötila-antureilla. Lattialämmityspiirien toimilaitteventtiilit ovat 24V 0..10 V moottoritoimilaitteellisia säätäviä venttiileitä.

Missään lämmitys- ja jäähdytyspiireissä toimilaitteventtiileiden säätävänä toimilaitteena ei saa käyttää termoelementtejä. Säätöviestin on lisäksi aina tultava VAK:sta huoneanturin mittauksen perusteella.

Termostaattien rajoitukset asennetaan seuraaviin lämpötiloihin:

- toimistot 21 °C

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| • opetustilat                   | 20 °C |
| • päiväkodit oleskelutilat      | 21 °C |
| • kenkä- ja märkäeteiset        | 19 °C |
| • käytävät, joissa oleskellaan  | 20 °C |
| • käytävät, joissa ei oleskella | 19 °C |
| • tuulikaapit ja porrashuoneet  | 17 °C |
| • hoitolaitokset oleskelutilat  | 23 °C |
| • keittiöt                      | 20 °C |
| • teknisen käsityön luokkatilat | 19 °C |
| • sähkö- ja teletilat           | 19 °C |
| • varastot                      | 18 °C |

Pumput mitoitetaan siten että juoksupyörää vaihtamalla saadaan minimissään 10% korotus virtaamaan ja 20% korotus nostokorkeuteen. Kierrosluku pumpuilla saa olla 1500 r/min pois lukien glykoli-vesiverkoston pumppuja, joissa sallitaan suurempi pyörimisnopeus.

Integroidulla taajuusmuuttajalla varustettuja pumppuja ei saa käyttää, ellei niistä saa hälytys- ja käyntitilätietoa kytkettäväksi rakennusautomaatioon. Integroitujen taajuusmuuttajien ja EC-moottorien rajallisemmat liityntämahdollisuudet on huomioitava suunnittelussa.

Säädettäviä pumppuja ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmällä verkoston paine-eron perusteella.

Pumput joiden sähköteho on 0,55 kW tai alle voivat olla varustettuja märkämootorilla. Tätä suuremmat pumput ovat kuivamootoripumppuja.

Märkämootoripumpun tulee täyttää direktiivin 641/2009 energiatehokkuusvaatimukset. Energiatehokkuusindeksin (EEI) tulee olla alle 0,23 (A-luokka). Kuivamootoripumpun tulee täyttää direktiivin 640/2009 energiatehokkuusvaatimukset. Kuivamootoristen kiertovesipumppujen on oltava energiatehokkuusluokkaa IE3 myös kun se on varustettu integroidulla taajuusmuuttajalla.

Lämpöjohto- ja kiertovesipumppujen asetukset tulee ilmoittaa virtausmittauspöytäkirjassa. Asettelussa tule noudattaa pumppuvalmistajan ohjeita. Autoadapt-toimintoa ei käytetä.

Olemassa olevat järjestelmät suunnitellaan peruskorjaustapauksessa tapauskohtaisesti esim. kuntokartoituksen perusteella. Jos verkostoja ei uusita, oleva verkosto suunnitellaan kuitenkin niin että suunnitteluohjelmasta saadaan verkoston mitoitustiedot.

Paisunta- ja täyttöryhmät suunnitellaan niin että huoltoa vaativat osat saadaan eriytettyä helposti muusta verkostosta. Esim. varoventtiiliryhmä ja paisuntasäiliö (-t) eriytetään pääpiiristä huoltosululla, jonka kahva irrotetaan. Huoltosulun ja paisunta-astian väliin lisätään tyhjennysventtiili.

Paisuntajärjestelmien esipaineet ja varoventtiilien avautumispaineet merkitään selkeästi suunnitelmiin ja esipaineet mitataan ja säädetään ja toimenpiteestä tehdään pöytäkirja.

Lämmitysverkoston huuhtelusta esitetään toimenpiteet työselityksessä. Huuhtelutoimenpiteestä tehdään aina pöytäkirja. Huuhtelua varten verkostoon suunnitellaan tarvittavat huuhtelu-/tyhjennysyhteet.

Lämmönsäätö määritellään suunnitelmissa tehtäväksi ohjekorttien RT103452 ja RT103453 mukaisesti.

Urakoitsijaa veloitetaan käyttämään mittauksissa mittauspöytäkirjaa, jossa esitetään:

- mittaaaja, mittauslaite, mittaaaja, mittausaika
- ulkolämpötila
- mitattavat venttiilit, pumpput ym. kohteen positio merkittävä
- suunnitteluarvot mitattavista suureista ja vastaavat mittausarvot
- kokonaisvirtaama suunniteltu ja mitattu

Urakoitsija ottaa verkostoista vesianalyysit 2 kk verkostojen käyttöönoton jälkeen. 2 kk ennen takuuajan loppumista otetaan seurantanäytteet. Näytteet otetaan myös glykolivesiverkostoista.

Raja-arvot kiertonesteille seuraavasti:

| Kiertovedet                    | normaali    |                         |
|--------------------------------|-------------|-------------------------|
|                                | suojaamaton | suojattu suoja-aineella |
| pH                             | 8,0-9,5     | 8,5-9,7                 |
| Sähkönjohtavuus (mS/m)*        | alle 25     | 80-120                  |
| Kokonaiskovuus (°dH)*          | alle 5,0    | alle 10,0               |
| Rauta (mg/l)                   | alle 5,0    | alle 5,0                |
| Kupari (mg/l)                  | alle 0,50   | alle 0,50               |
| Suoja-aine (l/m <sup>3</sup> ) |             | Toimittajan ohje        |
|                                |             | suojattu molybdeenillä  |
| Molybdeeni (mg/l)              |             | suositus 100            |

| Glykolit                       | normaali          |                         |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|
|                                | Muut glykolit     | suojattu suoja-aineella |
| pH                             | 7,5-9,5           | 8,0-9,7                 |
| Sähkönjohtavuus (mS/m)*        | 50-650            | 30-100                  |
| Rauta (mg/l)                   | alle 5,0          | alle 5,0                |
| Kupari (mg/l)                  | alle 0,50         | alle 0,50               |
| Pakkaskestävyys (°C)           | riippuu kohteesta | riippuu kohteesta       |
| Glykolipitoisuus (v-%)         | riippuu kohteesta | riippuu kohteesta       |
| Suoja-aine (l/m <sup>3</sup> ) |                   | Toimittajan ohje        |
|                                |                   | suojattu molybdeenillä  |
| Molybdeeni (mg/l)              |                   | suositus 200            |

## G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kiinteistö liitetään kunnalliseen vesijohto- ja jäte- ja hulevesiverkostoon.

Vesi- ja viemärijärjestelmien ääniteknisessä suunnittelussa noudatetaan LVI 20-10328 ohjetta sekä viemäreiden osalta myös Uponorin Kiinteistöviemärintikäsikirjaa.

Tonttivesijohto johdetaan lämmönjakohuoneeseen, jossa se varustetaan kylmänveden vesimittarilla.

Kylmän ja lämpimän veden määrät mitataan toimijoittain. Alamittaukset liitetään Kaupungin kiinteistövalvontajärjestelmän Desigo CC kautta Granlund Manager-kulutusseuranta-ohjelmaan. Päämittaukset luetaan kulutuseurantaohjelmaan energialaitoksen järjestelmistä.

Rakennuksen alla kulkeva tonttijohto merkitään suunnitelmissa suojaputkeen asennettavaksi. Suojaputki suunnitellaan ulottuvan 2 metriä rakennuksen perustusten ulkopuolelle.

Tonttijohdon kytkentä kunnalliseen järjestelmään ja vesimittarin asennus kuuluvat kunnallisen vesilaitoksen töihin. Tonttijohdon asennus kuuluu putkiurakkaan.

Verkosto varustetaan lämmönjakohuoneessa kylmän- ja lämpimänveden mittauksilla, jotka liitetään kiinteistövalvontajärjestelmään tai kulutusseurantaan kenttäväylän välityksellä. Lämmin käyttövesimäärä mitataan ennen siirrintä syöttöjohdosta.

Järjestelmä varustetaan etävalvottavalla vesivuotovahtijärjestelmällä. Pääasiallisesti käytetään Leakomatic Pro1-järjestelmää. Järjestelmä sisältää rakennusautomaatiosta ohjauksen saavan toimilaiteventtiilin, joka sulkeutuu, kun ohjelma huomaa kotona/poissa-aikaohjelman poissa-tilassa virtausta kohteessa. Lisäksi järjestelmä sisältää väyläpohjaisen vesimittarin, joka on pelkästään vuotovahtitarkoitusta varten. Suunnittelussa on huomioitava kohteet, joissa on kostutin tai muu vedenkäsittelylaitteisto, joka kuluttaa vettä ympäri vuorokauden. Järjestelmän RAU-vaatimukset on esitetty tarkemmin LATO:n Rakennusautomaatio-ohjeessa.

Jäte- ja hulevesiliitospaikat ja korot padotuskorkeuksineen esitetään LVI-asema-piirustuksessa.

Hulevesien viivytytys tai imeytys Lappeenrannan kaupungin "Hulevesien hallinnan ohjelma" -ohjeen mukaan.

Rakennuksen salaojajärjestelmän vedet johdetaan pallopadotusventtiilikaivon kautta hulevesiverkostoon. Jos korot eivät riitä suunnitellaan perusvesipumppaamo.

Kohteen kunnallisen käyttövesiverkoston painetaso varmistetaan vesilaitokselta ja paineenalennusventtiilin tai paineenkorotuspumppaamon tarve määritellään tapauskohtaisesti.

Vesikalusteiden kalustejohtojen asennustapa on piiloasennus tyyppihyväksyttyä muoviputkea suojaputkessa käyttäen. Pinta-asennuksissa käytetään kromattua puolikovaa

kupari- ja komposiittiputkea. Jos kytkentä johdoissa käytetään piiloasennusta, kaluste johdot varustetaan tehdasvalmisteisilla märkätilojen alakattoon asennettavilla jakotukkikaapeilla,

joissa on mm. sulkuventtiilit, säätöventtiilit, kiintopisteet. Vesivuotohälytys liitetään valvontajärjestelmään, jos jakotukkikaappi joudutaan asentamaan muuhun kuin lattiakaivolliseen tilaan. Jakotukkikaapin luukku asennetaan osaksi lattiakaivollisen huoneen alakattoa. Käyttövesijakotukkeihin merkataan tilanumerot joita vesijohto palvelee vesijohtokohtaisesti.

Käyttöveden jakotukeissa käytetään valmiita metallirakenteisia jakotukkikaappeja, jotka sijoitetaan LVI-suunnitelmien mukaisesti. WC-tiloihin sijoitettava jakotukkikaappi asennetaan levy- tai T-listarakenteiseen alakattoon, jakotukkikaapissa on oma avattava teräsluukku. Muihin huonetiloihin asennettaessa jakotukkikaappi sijoitetaan T-lista-alakaton mukaisen ruudun (600x600mm) keskelle, jolloin jakotukkikaapin teräsluukun alapinta on samassa tasossa kuin alakattolevyt tai vaihtoehtoisesti jakotukkikaappi sijoitetaan 100mm ylemmäksi siten, että sen alapuolelle asennetaan 600x600mm avattava alakattolevy, jonka poistamalla päästään avaamaan jakotukkikaapin luukku. Piiloon jäävässä asennustavassa jakotukkikaapin kohdalla olevaan T-listaan tulee asentaa merkintätarra, joka osoittaa kaapin sijoituspaikan. Näkyvissä asennuksissa merkinnät jakotukkikaappien kannessa.

Suojaputkeen tulevien Pex-käyttövesijohtojen piiloasennuksissa tulee käyttää kannakoinnissa C-pitimiä tai vastaavia kannakkeita, jotka pitävät putken paikallaan myös kiinnitysruuvien löystyessä (kiinnitysruuvien löytyessäkään ei ole vaaraa, että putki pääsee liikkumaan). Oheisen kuvan mukaisten kannakkeiden käyttö on kielletty.



Verkostot suunnitellaan niin että putkistot on helposti vaihdettavissa.

Lämpimän käyttöveden pumppu on joko pronssi- tai RST-pesällinen märkä -tai kuivamoottoripumppu. Pumpussa oltava integroitu kierrosnopeuden säätömahdollisuus.

Käyttövesiverkoston sulkuventtiilit ovat täysaukollisia messinkirunkoisia palloventtiileitä. Linjasäätöventtiilit ovat mittayhteellisiä messinkirunkoisia sulkuosalla varustettuja venttiileitä.

Vesikalusteiden tulee täyttää STF-tyyppihyväksynnän vaatimukset. Maksimivirtaamat hyväksyttävälle kalusteille ovat seuraavat:

- WC- ja keittiöhanat 6 litraa/minuutti
- Suihkut/sekoittajat 8 litraa/minuutti
- WC:istuimet 6 litraa täysi huuhtelu ja 3,5 litraa maksimi keskiarvo
- Pisuaarit 2 litraa/pisuaari/tunti sekä huuhtelevat mallit 1 litra per huuhtelu

Vesikalusteiden kytkentä johdot mitoitetaan kuitenkin isommille vesivirroille seuraavasti:

- WC- ja keittiöhanat 6 litraa/minuutti
- Suihkut/sekoittajat 12 litraa/minuutti

Ohjearvot eivät koske aluekeittiöihin tulevia hanoja.

Vesikalusteet tulee varustaa kalustekohtaisin suluin ja sekoittimien virtaamat tulee olla säädettävissä.

Kaikkiin runkojohdoista lähteviin haaroihin asennetaan sulkuventtiilit.

Vesijohtoputkistoissa puristusliitokset sallitaan ainoastaan näkyvissä paikoissa, joissa ne voidaan tarkastaa ilman rakenteiden tai ym. esteiden purkamista.

Kaikki haaroitukset on tehtävä tehdasvalmiilla ja muokkaamattomilla osilla.

Vesivuotojen havaitsemiseksi käytetään rakenteellisia ratkaisuja, joissa vuotovesi ohjautuu näkyville. Pystyjakojohtojen yhteydessä vuodonilmaisimia sijoitetaan jokaisen kerroksen kohdalle niin, että vuotovettä ei pääse laattaan ja sen läpivientiin.

Konehuoneiden lattiat tehdään kaukaloiksi, ts lattiaan tehdään seinälinjoille n. 150 mm korkea korokekynnys, joka kiertää katkeamatta koko konehuoneen. Lattia tehdään kaatavaksi niin että mahdollinen vuotovesi ohjautuu lattiakaivoon/-kaivoihin. Kaikki kanava-läpiviennit lattiassa nostetaan vastaavalla korokkeella lattiapinnasta ylös. Koroke käsitellään vesitiiviiksi lattiamateriaalin mukaisella pinnoitteella. Putkiläpiviennit varustetaan läpivientiputkilla, joiden päät nostetaan samaan korkoon lattiakorokkeen kanssa, i. n. 150 mm:n lattiasta. Läpivietävän putken ja läpivientiholkin välinen rako täytetään tiiviisti elastisella lämpöä kestäväällä massalla.

Huollettavien ja tarkastettavien laitteiden kohdalle tehdään riittävän suuri mutta kuitenkin vähintään 500 mm x 500 mm kokoinen, selkeästi merkitty, irrotettava tai avattava luukku.

Tekniikkakuilujen pohjat varustetaan vuotovesiantureilla tai vuotoveden painovoimaisesti näkyville tuovalla Ø32 mm viemärijohdolla tai käytetään vuotovesisuppiloita.

Pesu-, WC-, iv-konehuone-, pukuhuone- ja keittiötilat varustetaan lattiakaivoin. Altaina ja WC-istuimina käytetään normaalisti valkoisia varastomallisia kalusteita. Teknisissä- ja siivoustiloissa käytetään RFe-teräsaltaita. Siivoustilat varustetaan pönttökaivollisilla RFe-lattia-altailla. Kaikkien lattiakaivojen kansien materiaali RFe.

Suunnitelmissa tulee määritellä lattiakaivojen kannet lattiapäällysteeseen sopivaksi sekä vedeneristyslaipat.

Päiväkotien kuraateiset varustetaan Kurasyöppö-lattiakaivoilla, tasapohja-allas liitetään DN50-viemäriä Kurasyöppöön.

Kuivumisalttiiden tilojen, kuten IV-konehuoneet ja lämmönjakohuone, lattiakaivoihin suunnitellaan kaasutiiviit hajulukot esim. St Gobain Nood.

Erikoisvarustettujen luokkien (fysiikka-kemia) ja kuvaamataito viemärintipisteet varustetaan paikallisin erottimin ja laimentimin. Erottimien runko on oltava läpinäkyvää materiaalia täyttymisasteen havainnoimiseksi. Erottimia ei saa viemäroidä lattiakaivoihin.

Pesuopetuksen ja lukiodien Fysiikan ja kemian opetuksen laboratoriotilassa tulee olla hätäsuihku. Hätäsuihkut suunnitellaan ja toteutetaan standardin EN 15154 mukaisesti.

Käyttövesisuodattimet oltava rungoltaan vähintään RST-materiaalia. Suodatusluokka käyttötarkoituksen mukaan. Suodattimen runkoon merkitään asennuspäivä ja suodatinta vaihdettaessa/puhdistettaessa työn suorituksen päivämäärä ja mikä työvaihe tehty.

Kytettäessä erilaisia laitteita, kuten valmistuskeittiön patoja, yhdistelmäuuneja, pesuautomaattia, käyttövesiverkoston takaisinvirtaus estetään laitekohtaisilla takaisinimusuojilla. Kaikki tällaiset kytkentäpisteet varustetaan sulkuventtiilillä ja tarvittaessa RFe-kytkentäletkulla.

Keittiön kaikki lattiakaivot materiaaliltaan RFe, erikoistiivisteillä. Keittiön kaivojen tarkemmat tyypit suunnitellaan erillisen keittiölaitesuunnitelman mukaan, jonka perusteella tarvittavat viemäripisteet kytketään erilliseen rasvaviemäriin. Rasvaviemäriin materiaali RFe.

Keittiön rasvaviemärit varustetaan rasvanerottimella huoltokaivoineen. Erottimen tiedonsiirtoyksiköltä saadaan hälytys valvontajärjestelmään.

Lämpimän käyttöveden kiertojohdot varustetaan linjasäätöventtiileillä, jotka positioidaan. Linjasäätöventtiileiden suunnitteluarvot merkitään piirustuksiin esim. virtaama  $\text{dm}^3/\text{h}$ , paine-ero kPa. Kiertojohto mitoitetaan max 0,5 m/s nopeudelle.

Lämpimän käyttöveden paluukiertojohto varustetaan lämpötila-anturilla, joka kytketään rakennusautomaation kautta kiinteistövalvomoon.

Urakoitsijaa velvoitetaan käyttämään mittauksissa mittauspöytäkirjaa, jossa esitetään:

- mittaaaja, mittauslaite, mittaaaja, mittausaika
- ulkolämpötila
- mitattavat venttiilit, pumpput ym. kohteen positio merkittävä
- suunnitteluarvot mitattavista suureista ja vastaavat mittausarvot
- kokonaisvirtaama suunniteltu ja mitattu

Kuivauspattereita eikä muitakaan lämmityslaitteita liitetä käyttövesiverkoston.

Valmistuskeittiöiden käyttövesi mitataan. Alamittaukset suunnitellaan siten että lämpimän käyttöveden odotusaika ei muodostu liian pitkäksi. Suunnittelussa huomioidaan myös alamittauksen aiheuttama painehäviö vaikeimman käyttöpisteen putkistokokoa mitoitettaessa.

Kylmiöiden tippavesiputket ovat huoneiden sisällä Ø 32 mm muoviputkea.. Pakastuhuoneissa putken sisällä on sähkösulatusvastus (muoviputki kestää 10 W/1 metri riippuen muovin laadusta). Sähkösulatusvastus ja tippavesiputken eristys suunniteltava kylmälaitetoimittajan (PU:n) hankintaan ja asennukseen.

Rakennuksen ulkosivulle tulee suunnitella ulkovesiposti ulkoalueiden kastelua ja pesua varten.

Päiväkotien kuraateisten ulkopuolelle suunnitellaan ulkovesiposti sekä sadevesijärjestelmään liitetty kaivo. Kaivon ympärillä olevasta pihamateriaalista ei saa irrota hiekkaa kaivoihin.

Suihkut varustetaan termostaattihanoin, pesualtaat ja teräsaltat varustetaan yksiotehanoin. Keittiöissä, päiväkodeissa ja kouluissa käsienvesialtaat varustetaan

sähkötoimisin lämmönsäätökahvalla varustetulla elektronisella hanalla. Keskuskekoitusventtiileitä ei käytetä.

Viemärit ovat muoviviemäriä pohjaviemäreissä ja tuuletusviemäreissä ja pystyviemäreissä sekä vapaassa asennuksessa raskasta desibeliviemäriä, poikkeustapauksessa

valurautaviemäriä. Näissä tapauksissa valurautaviemärin katkaisupintojen epoksikäsittely määriteltävä suunnitelmiin.

Sade- ja jätevesiviemäreiden kannakoinnit on määriteltävä suunnitelmissa riittävän tarkasti, jotta toteutusvaiheessa niihin kiinnitetään huomiota. Viemärin kannakoinnin kestävyys padotustilanteessa on erityisesti varmistettava. Rakennuksen sisäpuolella olevien sadevesiviemäreiden liitokset on suunniteltava paineenkestoltaan kerroskorkeuden aiheuttaman maksimipaineen kestäväksi, esim. Geberit hitsattava muovi. Tavallisia muhviviemäreitä ei saa käyttää. Kannakointi ¾" muhvilla varustetulla teollisuus-kannakkeilla.

Viemärit suunnitellaan tuulettuviksi vesikatolle suojaetäisyydet huomioiden. Tuuletukset varustetaan jäätymissuojin ja lämpöeristetyin läpiviennein. Alipaineventtiileitä käytetään vain erityistapauksissa huollettavissa olevissa lämpimissä tiloissa.

Kantavan alapohjan alle sijoitetut viemärit tulee kannakoida haponkestävällä kannakoinnilla alapohjarakenteeseen. Näissä tapauksissa kannakoinnista tehdään erillinen yksityiskohtainen kannakointiohje.

LVI-suunnittelija määrittelee suunnitelmiin tarvittavat palomansettien paikat.

Piha- ja autopaikoitusalueet varustetaan sadevesikaivoilla ja hulevesiviemäriverkosto tarvittavilla tarkastuskaivoilla geo- tai rakennesuunnittelijan tekemän tasaussuunnitelman perusteella.

Ulkopuolisina jätevesi- ja sadevesikaivoina käytetään tehdasvalmisteisia muovikaivoja. Kaivot varustetaan valurautakansistolla, säädettävällä teleskoopilla ja sadevesikaivot jäätymisenestoelementillä. Jos kohteessa on oletettava tulvimisvaara, suunnitellaan purkukaivoihin padotusventtiilit.

Autohalli, ajoneuvojen pesutilat ym. viemärijärjestelmä varustetaan polttonesteen erotusjärjestelmällä. Erottimen tiedonsiirtoyksiköltä otetaan hälytys valvontajärjestelmään.

Eroinjärjestelmien jälkeen ennen tonttivilmärin tarkistuskaivoa suunnitellaan näytteenottokaivo.

Jos kohteessa tarvitaan viemärikorkojen takia pumppaamoja, varustetaan pumppaamot tuplapumppuilla ja omalla ohjausautomaattikeskuksella, josta otetaan hälytys ja käyntitila valvontajärjestelmään. Pumppaamot ovat min. 1000 mm halkaisijaltaan olevia muovikaivoja.

Pumppaamot ja erottimet varustetaan aina perustus- ja tarvittaessa kuormantasaus-laatoilla, jotka LVI-suunnittelija määrittelee kaivo-/ erotintoimittajan ohjeen mukaisesti yhteistyössä rakennesuunnittelijan kanssa. Lisäksi suunnitellaan suojaetäisyydet huomioiden erottimien/pumppaamojen tuuletusviemärit.

Sadeveden kattokaivoihin tulee suunnitelmissa määrittää sähkösaatot sekä lehtisihdit. Kattokaivojen asennuksen ja toimituksen urakkarajat on määriteltävä suunnitelmissa.

Vesikatolta tulevien sadevesien syöksytorvien alapuolella tulee olla hiekkapesälliset ja min. 50 mm:n roiskekauluksella varustetut rännikaivot.

Pohjaviemäreiden ja ulkopuolisten viemäreiden materiaali on PP-muovi. VSS-läpimenoputki tehdään HFe materiaalista. Asennukset tehdään RT-kortin LVI 06-10502 mukaan.

Pohjaviemäreiden arinan suunnitteluun kiinnitettävä erityistä huomiota varsinkin vaativimmissa kohteissa painumattoman lopputuloksen saavuttamiseksi. Arinan suunnitteludetajit suunnittelee rakennesuunnittelija yhteistyössä viemärisuunnittelijan kanssa.

- Pohjat ja arinat tehdään Geo-suunnittelijan suunnitelmien mukaisesti kapillaarikatko huomioiden.
- Viemärit asennetaan oikeaan kaltevuuteen tehdylle tasausarinalle ja passataan asennushiekalla niin ettei putki jää missään kohdin kannatukselle samalla suunniteltu kaato huomioiden.
- Valvojan tarkistettua asennuksen, täyttö voidaan tehdä pohja- ja arinatäyttömateriaalilla.
- Välittömästi viemärin päällä olevaa aineskerrosta ei saa täyttää ennen kuin täyttövahvuus on tasaisesti yli 300 mm.
- Viemärien toimivuus tarkistetaan kuvaamalla ennen lopullisia täyttöjä (PU)

Suunnitelmissa tulee määrätä pohjaviemärit huuhdeltaviksi ja videokuvattavaksi kahteen kertaan sekä kaivot puhdistettavaksi. Suunnitelmista tulee käydä ilmi kuvattavat viemärit. Viemärikuvaukset tulee tehdä asennusten ja täyttöjen jälkeen ennen pohjalaatan valamistöitä ja pihapintoja sekä ennen vastaanottotarkastusta. LVI-urakkaan kuuluu edellä mainitut toimenpiteet pöytäkirjoineen. Viemärikuvausmateriaali tulee olla luovutusasia-kirjoissa asiantuntijalausuntoineen ja varustettuna KVV-työnjohtajan allekirjoituksella.

Käyttövesiverkoston painekokeiden määrittelyssä huomioidaan erilliset painekokeet muovija metalliputkistoille, jos verkosto sisältää molemmista materiaaleista tehtyjä putkistoja.

### G3 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmamäärät ja suurimmat sallitut äänitasot suunnitellaan voimassa olevien määräysten ja asetusten mukaan sekä tätä suunnitteluohjetta noudattaen.

Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-luku lasketaan ohjekortin LVI 30-10529 mukaan ja sen on oltava yhtä suuri tai alle 1,6. Yksittäisen puhaltimen tai ilmankäsittelykoneen kohdalla voidaan sallia 0,1 yksikön tavoitearvon ylitys, jos se kompensoidaan matalammilla arvoilla muissa koneissa. IV-koneiden SFP-luku mitataan vastaanottovaiheessa.

Ilmanvaihtokoneen LTO-hyötysuhteen on täytettävä ekodirektiiviasetuksen 2018 vaatimukset. Hyötysuhde pyritään maksimoimaan, jos muut suunnittelukriteerit sen mahdollistavat.

Lämmöntalteenotto-laite on valittava siten, että poistoilman sekoittuminen tuloilmaan on estetty. Jos sekoittumista ei täysin voi estää, ei poistoilman puhtausluokka voi olla 3 tai 4 jos kyseisen kojeen palvelualueella on muun puhtausluokan tiloja.

IV-koneiden tiiveys määritellään vähintään luokkaan A.

Konehuoneet on suunniteltava siten, että koneiden huoltamiselle on riittävästi tilaa. Huoltopuolelle on jätävä tyhjää tilaa vähintään ko. koneen leveimmän osan verran.

Vastavirtalevylämmönsiirtimellä varustettuja IV-kojeita käytettäessä koje on varustettava nestekiertoisella esilämmityspatterilla, joka kytketään lämmönsiirtimeen välityksellä IV-lämmitysverkostoon. Kiertonesteinä käytetään 35% etyleeniglykoliliuosta.

Tapauskohtaisesti alle 1,2 m<sup>3</sup>/s olevat vastavirtakoneet voidaan kuitenkin varustaa erityisin perustein sähköisellä esilämmityspatterilla. Esilämmityspatteri mitoitetaan -29°C...-14°C lämpötiloille. Tässä tapauksessa LVI-suunnittelija varmistaa sähkösuunnittelijalta mm. pääsulakkeiden riittävyyden.

Myös sosiaalitilojen ja keittiön kojeet tulee varustaa lämmön talteenotolla. Valmistus- ja lämmityskeittiöiden poistoilmasta tulee lämpö ottaa talteen joko nestekiertoisella lämmöntalteenotolla (neula- tai lamellipatterit) tai levylämmönsiirtimellä. Keittiön poistoilma tulee puhdistaa ennen lämmön talteenottoa otsonoinnilla tai UV-järjestelmällä.

Jos käytetään yötuuletusta, tulee varmistaa, että sitä ei käytetä lämmityskauden aikana eikä liian korkealla ulkolämpötilalla.

IV-koneet ja -puhaltimet suunnitellaan siten että ilmamäärää voidaan kasvattaa 10% ja samalla painetasoa 20% kuitenkin niin ettei sallittua SFP-lukua ylitetä. Puhaltimet suunnitellaan suoravetoisiksi kammiopuhaltimiksi.

IV-järjestelmästä tehdään järjestelmäkaavio ja vaikutusaluepiirustukset.

Rakennuksen ilmanvaihto suunnitellaan aina tasapainoon, ilmamääräsäätöisissä järjestelmissä IMS-peltien maksimi-ilmamäärän mukaan. Tase tulee olla suunnitteluarvona +/- 0 dm<sup>3</sup>/s kaikissa käyttötilanteissa, myös erillisten poistopuhallinten käyttötilanne huomioiden. Mittaus- ja säätövaiheessa pyritään samaan tarkkuuteen. Rakennuksen käyttöaikojen ulkopuolinen ilmanvaihto on esitettävä suunnitelmissa. Suunnittelija ilmoittaa suunnittelu-asiakirjoissa millä ilmanvaihtokonemäärillä ja ilmavirroilla käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto toteutuu. Suunnitelmiin liitetään konekohtainen ilmataselaskelma, jossa on huomioitu eri käyttötilanteet. Urakoitsija veloitetaan mittaamaan ja säätämään tilojen sekä käytönajan että käytönajan ulkopuolisen ajan ilmanvaihdon. IMS-järjestelmissä mitattaessa suunniteltuja ilmamääriä, on mittauksen aikana kaikkien IMS:ien oltava täysin auki -asennossa. IMS järjestelmissä kokonaisilmamäärät mitataan myös niin, että kaikki IMS:t on täysin auki ja osateholla niin, että kaikki IMS:t on minimiasennossa.

Ilmanvaihtokojeista mitataan paine-eron perusteella kojeen ilmamäärä.

Mittauspöytäkirjoihin merkitään IV-koneiden kammiopaineet mitoitus-tilanteessa sekä käytön ajan ulkopuolisesta tilanteesta.

Urakoitsijaa veloitetaan käyttämään mittauksissa mittauspöytäkirjaa, jossa huomioidaan LATON ilmataselaskentamalli ja jossa esitetään:

- mittauslaite, mittausaika, mittausaika
- ulkolämpötila

- huonenumerot, mitattavat päätelaitteet, mittayhteet kanavissa, puhaltimet ym. kohteen positio merkittävä
- suunnitteluarvot merkitään, mittausarvot: virtausmäärä [dm<sup>3</sup>/s], paine [Pa], venttiilin asento, suunnitellun ja mitatun ilmamäärän ero [dm<sup>3</sup>/s]
- kokonaisvirtaama suunniteltu ja mitattu, puhaltimien moottoreiden taajuusmuuttajien arvot [Hz] ja kokonaiskuormitusaste [%]
- ilmamäärät mitataan samalla tavalla sekä mitoitusilmamäärillä, että ns. puolinopeuskäytöllä

Ilmanvaihdon samanaikaisuuskertoimia päiväkotirakennuksissa ja kouluissa ei käytetä vaan energiatehokkuus hoidetaan tarpeenmukaisen ilmanvaihdon avulla mitoittaen koneet asetusten mukaiselle maksimi-ilmamäärälle henkilömitoituksen mukaan. Tätä varten huoneiden maksimihenkilömäärät on aina selvitettävä tilojen käyttäjiltä mitoitusta varten.

Järjestelmien tulee pääasiassa perustua läsnäolo-ohjaukseen ja tarpeenmukaisuuteen (ilman laatu) ainakin tiloissa, joissa toimii enemmän kuin kaksi henkilöä (esim neuvotteluhuoneet, lasten päiväkotien ryhmätilat, oppilaitosten luokat). Tällöin ilmamääräsäätöinen järjestelmä tulee suunnitella toimintavarmaksi, helposti säädettäväksi ja huollettavaksi. Ilmamääräsäätöinen järjestelmä tulee suunnitella siten, että se on helposti säädettävissä. IMS-laitteita ei saa asentaa sarjaan. IMS-laitteet tulee sijoittaa siten, että ne ovat helposti huollettavissa ja että niistä on helposti luettavissa säätimen asento, mitattu ilmavirta ja painetasot eri asennoissa. Vastaavat tiedot tulee löytyä ilmavirtamittauspöytäkirjoista. IMS:n minimi-ilmamäärä mitoitetaan 30% maksimi-ilmamäärästä, mutta kuitenkin siten, että minimi-ilmamäärä on valitun IMS-pellin parhaalla säätöalueella.

IMS pellin jälkeen asennetaan aina äänenvaimennin.

Runkoeristettyjä IMS-peltejä käytetään akustisesti vaativissa tiloissa.

Runkokanavistoihin esitetään suunnitelmissa paikat pitot-tarkastusmittauksia varten. Mittarenkaita ei saa käyttää

IMS -laitteet liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään siten, että rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa IMS -laitteiden toimintaa siten, että niistä saadaan rakennusautomaatiojärjestelmään:

- säätöviestin 0...10 V, jossa 0 V on sulkutoiminto ja ohjausviesti 10 V = laitteen maksimi nimellisilmavirta, väliarvot suhteellisesti
- ilmavirran mittausviestin, säätöpellin asentoviestin
- 24 VAC syöttö.

Erikseen sovittavissa kohteissa IV-järjestelmät toteutetaan tarpeenmukaisella säädöllä jossa valvontajärjestelmä ohjaa IV-järjestelmän ilmamäärää huonetilojen huonelämpötilojen ja CO<sub>2</sub> -pitoisuuksien mukaan muuttamalla IV-kojeiden pyörimisnopeutta. Ohjaavana indikaattorina on huonoimman tilan mittausarvot.

Lisäksi osa tiloista varustetaan lisäaikapainikkeilla, joista säätimet saadaan täyden ilmamäärän asentoon asetelluksi ajaksi.

Keittiöiden kuiva-ainevarastot suunnitellaan ylipaineisiksi.

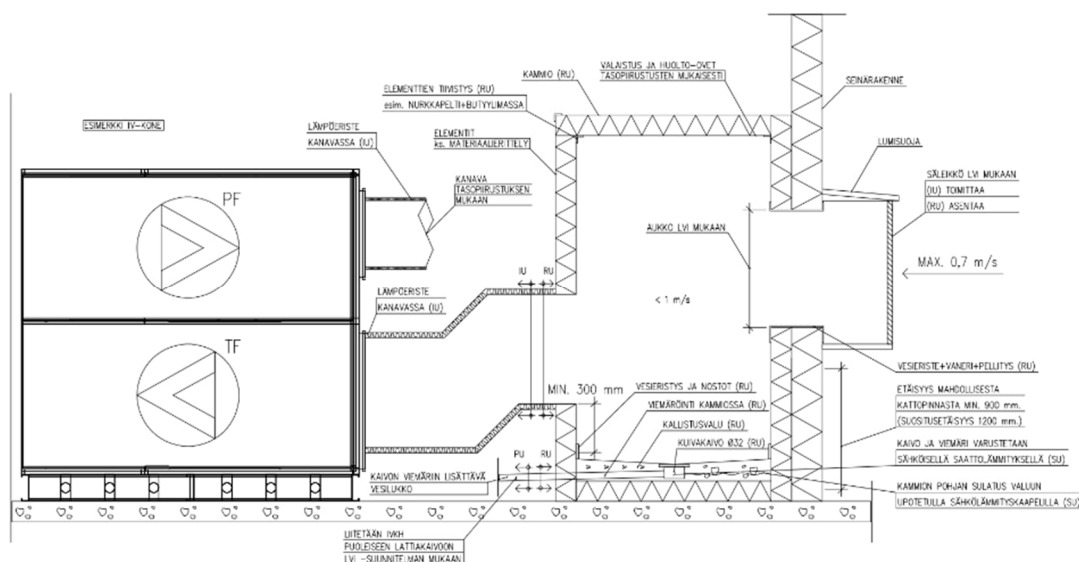
Käytävätilat on ilmanvaihdon osalta jaettava likaiseen ja puhtaaseen käytävään. Vaatesäilytystilat ovat likaisia tiloja ja ne on eriytettävä arkkitehtisuunnittelussa muusta käytävästä. Kouluissa käytetään ns. puhtaan naulakkosäilytyksen sijaan ilmastoituja kaappeja.

Puhtausluokaltaan erilaisten tilojen ilmataseet suunnitellaan aina siten että ilman liike on puhtaammasta likaiseen päin kaikissa käyntitilanteissa kuitenkin niin että rakennuksen /rakennusosien ilmatase on tasapainossa. Huoneet, joihin tuodaan sekä tulo- että poistoilma, suunnitellaan tasapainoon.

Raitisilmalaitteet ovat lähtökohtaisesti lumisäleikkö-mallisia. Vesikatolle tulevia kanavoitavia ilmanottolaitteita pyritään välttämään. Jos pakottavista syistä johtuen vesikatolle suunnitellaan ilmanottokatoksia, viedään ilmanottokatokselta lähtevä raitisilmakanava suoraan IV-koneelle niin, ettei vaakakanavaosuuksia synny. Raitisilmakanavan lyhyeenkin

vaakaosuuteen suunnitellaan tarvittaessa vedenpoistoloukku ja viemärointi. Tarvittaessa raitisilmakanavisto pinnoitetaan sisäpuolelta soveltuvalla pinnoitteella, esim. TKR.

Raitisilman sisäänotto mitoitetaan niin, että valmistajan ilmoittama maksimi-ilmannopeus alitetaan. Säleikkökokonaisuuden mitoituksena käytetään säleikön otsapintanopeutta 0,7 m/s. Ilmanottoaukon mitoituksessa käytetään 0,8 m/s otsapintanopeutta. Kohteissa pyritään aina suunnittelemaan riittävän suuret raitisilmakammiot. Kammioissa ilman nopeus ei saa ylittää 1 m/s.



Kuva 1. Esimerkki raitisilmakammion mitoituksesta

Raitisilman sisäänotto pyritään sijoittamaan IV-koneille edullisimpaan ilmansuuntaan, yleensä pohjoissivulle. Etäisyydet jäteilmapisteysiin ja tuuletusviemäriin sekä liikennepaikoitusalueisiin tai muihin hajuhahtalähteisiin tulee olla määräysten mukaiset. Tuloilmakammioihin sekä jäähdytys- ja LTO-pattereihin suunnitellaan vedenpoistot ja viemäriin vesilukot. Kammioiden sisäpinnat tehdään pestäviksi. Jäähdytyspatterit varustetaan viemäritäydellä kondenssivesialtaalla.

Päätelaitteina käytetään aina ilmanjaon kannalta ko. tilassa parhaiten toimivia malleja. Vaativissa tilanteissa, kuten auditorioissa, neuvotteluhuoneissa yms. tiloissa päätelaitteiden heittokuviot sekä äänitasot määritellään tilakohtaisesti.

Tuloilman suodatus suunnitellaan sellaiseksi, että sisäilman laadulle asetetut tavoitteet täyttyvät käytettävissä olevalla ulkoilman laadulla ja ulkoilmavirralla. Suodatuksen suunnittelussa otetaan ulkoilmavirran lisäksi huomioon myös muut ilmavirrat, joiden kautta tuloilmaan tulee epäpuhtauksia. Näitä ovat esimerkiksi suodatinten ohivuodot, lämmöntalteenoton vuodot ja mahdollinen palautusilmavirta.

Uusien suodattimien tulee täyttää SFS-EN ISO 16890 ilmansuodatinstandardin vaatimukset. Suodattimet ovat pussisuodattimia. Tuloilmakoneiden suodattimet ovat kahdessa portaassa: esisuodatus ePM10 50% + hienosuodatus ePM1 60%. Suodatinkehysten on oltava suodattimissa kiristettäviä ja niiden on tiiveysluokaltaan vastattava suodatusastetta. Kaasusuodatusta ei tarvita ellei sitä tapauskohtaisesti erikseen vaadita.

Poistoilmakoneiden suodattimet luokkaa ePM1 60%. Teknisten tilojen tuloilman / korvausilman suodatus luokkaa ePM10 50%.

Kaikki suodatinkotelot varustetaan suodattimen yli paine-eromittauksella, joka sisältää paikallisen paine-eromittarin ja rakennusautomaatioon liitettävän paine-erolähtetimen.

Koteloiduissa koneissa otsapintanopeus saa maksimissaan olla 1,6 m/s. Kojeiden puhaltimien tulee olla suorakäyttöisiä ja taajuusmuuttajaohjattuja. Huippuimureita ei käytetä. Niiden sijaan suunnitellaan erilliset poistopuhaltimet aina ilmanvaihtokonehuoneisiin muiden ilmanvaihtokoneiden tavoin helposti huollettaviksi. Moottoreina tulee käyttää 3,0 kW:n saakka EC-moottoreita tai niiden tulee olla energiatehokkuudeltaan EU:n energiadirektiivin mukaista luokkaa IE2 tai EFF1.

Luokan 4 poistoilmalle voidaan suunnitella huippuimurit, jos kanavavetoja IV-konehuoneisiin ei voida tehdä. Tällöin suunnitellaan puhaltimelle turvalliset kulkusillat varusteineen.

Pakettikoneita, joissa on tehdasvalmis automaatio, ei käytetä kuin ilmavirraltaan alle 200 l/s kokoisissa IV-kojeissa. Muissa tapauksissa pakettikojeen rakennusautomaatiolaitteet toimittaa kohteen rakennusautomaatiourakoitsija. Koneen sisäiset rakennusautomaatiolaitteet asentaa ja kytkee pakettikoneen valmistaja. Sisäiset johdotukset IV-konetoimittaja päättää tehtaalla riviliittimille koneessa olevaan riviliitinkoteloon.

Koneesta on saatava toimintakaavioiden mukaiset tiedot rakennusautomaatiojärjestelmään.

Keittiöiden (yli 0,4 m<sup>3</sup> /s) poistoilmakanavisto tai -huuva tulee varustaa laitteistolla, jolla rasva hajotetaan siten, että se ei tartu kanavistoon eikä LTO-patteriin. Mikäli käytetään otsonointisuodatinta, tulee suodattimen jälkeen suunnitella seinämäpaksuudeltaan palomääräysten mukaiset haponkestävät poistoilmakanavat. Lämmön talteenottopatterin lamellivälin tulee olla normaalia harvempi (4,0 mm) ja patterin tulee kestää painepesu. Jos lämmön talteenottopatteri asennetaan ulos esimerkiksi huppuimurin yhteyteen, tulee patterin välittömässä läheisyydessä olla vedenottopiste.

UV- ja otsonointilaitteistot saavat olla päällä vain silloin kuin ilmanvaihto on toiminnassa.

Äänenvaimentimien materiaalina ei käytetä mineraalivillaa. Äänenvaimennusrakenteen sisäpinnan rakenteiden on oltava märkäpuhdistusta kestäviä. Ilmastointilaitteiden äänenvaimentimet ja äänenvaimennusrakenteet on voitava puhdistaa niiden ominaisuuksien huonontumatta.

Ilmanvaihtokanavistot suunnitellaan ensisijaisesti pyöreillä sinkityillä teräskanavilla. Suorakaidekanavia tulee käyttää vain tilanteen sitä vaatiessa. Erikoiskanavat esim. vetokaappien poistokanavat tulee tehdä haponkestävästä kanavasta tai siihen käyttötarkoitukseen soveltuvasta muovikanavasta.

Kanavistot suunnitellaan siten että ne ovat puhdistettavissa kauttaaltaan. Puhdistusluukut (PL) merkitään suunnitelmiin. Ilmanvaihtokonehuoneissa kokoojakammiot varustetaan aina puhdistusluukuilla joiden koko on min. 600x600mm.

Hyödynnettäessä olemassa olevaa kanavistoa tulee kaikki käyttöön jäävät kanavat määritellä puhdistettavaksi ennen toimintakokeita.

Palopellit varustetaan puhdistus- ja tarkastusluukuilla.

Kanavien puhdistusluukkuja ei sijoiteta tilaan, jossa on eristysvillan mahdollisuus tunkeutua kanavaan niiden nuohousten yhteydessä, esim. ullakolle. Tällöin puhdistusluukku johdetaan kanavoimalla puhtaaseen tilaan.

Ilmanvaihtolaitteiston puhtausvaatimukset on esitetty erillisessä LATO:n ohjeessa "Ilmanvaihtolaitteiden puhtaus ja P1 asennukset".

Ilmanvaihtokanaville suoritetaan tiiveyskokeet siten, että testikokonaisuuden tulee sisältää edustava määrä kanavakokoja ja kanavanosia. Kanaviston testattavan osuuden pinta-alan tulee olla ainakin 10% kanaviston kokonaispinta-alasta ja mikäli mahdollista ainakin 10 m<sup>2</sup>. Kaikkien kantikkaiden kanavien, muutokappaleiden ja kammioiden tiiveys on tarkistettava

100-prosenttisesti asennuksen jälkeen. Koepaineena käytetään tavanomaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä 300 Pa ja ylipaineisissa ulospuhallusilmakanavissa 1000 Pa.

Ilmanvaihtourakoitsija tarkastaa IV-kanaviston liitokset 100-prosenttisesti silmämääräisesti sekä kädellä vuotoilmavirrat havainnoiden. Ilmanvaihtourakoitsija asettaa puhaltimen käymään tehostusnopeudella ja tarkastaa että kanavistossa ei ole vuotoja. Tarkastuksesta toimitetaan pöytäkirja

Väestönsuoja varustetaan VSS-määräysten mukaisilla ilmanvaihtolaitteilla.

Rakennuksen alapohja varustetaan radon poistojärjestelmällä. Radonkanavistot eristetään solukumieristeellä. Radonkanavistot ullakolla tehdään saumattomista materiaaleista kosteuden kertymisen takia. Pitkiä radonkanavien vaakavetoja vältetään.

Palopellit varustetaan sähköisellä toimilaitteella, rajakytkimillä ja lämpösulakelaukaisulla. Palopeltien testaus voidaan suunnitella kohteesta riippuen seuraavasti:

- VAIHTOEHTO 1: INDIKOINTI VAK, SULAKELAUKAISU, 2 kpl RAJAKYTKIMET
- VAIHTOEHTO 2: TOIMILAITEPALOPELTI, SULAKE LAUKAISU, OHJAUS JA INDIKOINTI VAK, 2 kpl RAJAKYTKIMET
- VAIHTOEHTO3: TOIMILAITEPALOPELTI, SULAKELAUKAISU, OHJAUS JA INDIKOINTI ERILLINEN OHJAUSKESKUS, 2 kpl RAJAKYTKIMET

Koulujen puutyötilat varustetaan keskitetyllä purunpoistojärjestelmällä, jonka korvausilman tarve on liitetty LTO:lla varustetun ilmanvaihtojärjestelmän ohjaukseen niin että huonetilan

ilmanvaihto pysyy tasapainossa käyttötilanteesta riippumatta. Vaihtoehtoisesti itse purunpoistojärjestelmä varustetaan korvausilman LTO-laitteella.

Tuulettuvien alapohjien olosuhteiden varmistamiseksi tilat varustetaan poistoilmanvaihtojärjestelmällä, lämpötila- ja kosteusmittauksilla jotka liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään. Ilmanvaihtoa ohjataan järjestelmästä tilan olosuhteiden ja ulkolämpötilan mukaan. Ilman vaihto 0,5 kertaa tunnissa, lämpötilan alittaessa +5°C 0,2 kertaa tunnissa.

Raitis-, tulo- ja poistoilmakanavia ei saa suunnitella vietäväksi kylmien tilojen kautta, ts. näiden ullakkokanavat ovat kiellettyjä. IV-koneiden jäteilmakanavat voidaan viedä ullakon läpi kuitenkin niin että niiden vaakaosuudet minimoidaan.

Kaasu- ja kaarihitsauspaikkojen yläpuolelle suunnitellaan esim. Tecalemit / Nederman NS100 pituus 1,5 m savunpoistoletkut. Savunpoistoletkussa on oltava valmiina valaisin,

sulkupelti ja käyttökahva. Puhallin sijoitetaan konehuoneeseen tai ulkotilaan ja sen äänenvaimennuksesta ympäristöön huolehditaan suunnittelussa. Mahdollisten Atex-tilojen osalta LVI-suunnittelija siirtää räjähdysuoja-asiakirjassa esitetyt vaatimukset suunnitelma-asiakirjoihin (laiteluettelot yms.). Atex-luokitellut tilat on tuotava selkeästi esiin myös LVI-suunnitelmissa. Atex-puhaltimien tarve erillispoistoissa, mm. veto-, maalaus- ja kemikaalikaapit sekä laboratorion imukärsät, on selvitettävä tapauskohtaisesti ja Atex-puhaltimet tyypitettävä tarvittavan Atex-luokituksen mukaisilla puhaltimilla ja varusteilla.

Rakennuksen savunpoiston järjestelmät ja mitoituksen määrittelee pääsuunnittelija tai palokonsultti. Koneellisen savunpoiston suunnittelee LVI-suunnittelija annetun mitoituksen mukaisesti. Koneellisen savunpoiston suunnittelussa noudatetaan RIL 232-2012 Rakennusten savunpoisto. Suunnittelu, toteutus ja ylläpito julkaisun ohjeita.

Savunpoisto- ja rasvakanavistot suunnitellaan 1,2 materiaalivahvuudelle.

Jos pääsuunnittelija tai palokonsultti on suunnitellut rakennukseen pääasiallisesti koneellisen savunpoiston, tulee koko savunpoistojärjestelmän laitteistot määritellä IV-urakoitsijan toimitukseen. Tällöin toimitukseen kuuluu:

- savunpoiston ohjauskeskus SPOK
- savunpoistopuhaltimet ja -pellit
- mahdolliset savunpoistoluukut

LVI-laitteiden lävistyksen höyrysulun läpi tehdään tehdasvalmiilla itseliimautuvilla läpivienneillä, esim. Tiivistalo.fi ohjeiden mukaisesti.

Ilmanvaihdon takuuajan huollot tehdään 2 kertaa vuodessa.

Ilmanvaihtokoneiden takuuajan suodattimien vaihtotyö tehdään urakkaan kuuluvana käyttökonekunnan ilmoittamana ajankohtana ja valvonnassa. Ensimmäisen vaihtokerran suodatinmateriaali kuuluu urakkaan, muiden huoltokertojen suodatinmateriaalin toimittaa tilaaja. Käytetyt ja urakoitsijan pakkaamat suodattimet hävitetään jätteenä käyttäjän toimesta. Ilmanvaihtokoneiden muu takuuhuolto /tarkastukset tehdään samalla käyntikerralla ja raportoidaan ohjeistuksen mukaisesti.

## G4 Kylmätekniset järjestelmät

Jäähdytysjärjestelmän suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota laitteiston energiatehokkuuteen. Mikäli rakennuksessa on jatkuvaa jäähdytystä tarvitsevia tiloja tarkastellaan mahdollisuus käyttää lauhdelämmöt hyödyksi. Samalla tarkistetaan mahdollisuus käyttää vapaajäähdytyksellä varustettuja vedenjäähdytyskojeita niissä rakennuksissa, joissa on tarve tilajäähdytykselle.

Jäähdytysjärjestelmästä tehdään koko järjestelmän sisältävä kytkentäkaavio.

Ilmastoinnin jäähdytyksen keskuslaitteet pyritään sijoittamaan pääilmastointilaitteiden läheisyyteen IV-konehuoneeseen ja ulkolauhduttimet mahdollisimman lähelle kompressorikoneikkoa.

Jäähdytyskompressorit ja kompressorilauhduttimet varustetaan pääsääntöisesti aina taajuusmuuttajakäytöllä. Kompressorit ovat joko ruuvi- tai kiertomäntäkompressoreita riippuen kokoluokasta. Paisuntaventtiilit ovat elektronisia vedenjäähdytyskojeissa. Jäähdytysvesiputkistot suunnitellaan ruostumattomasta teräksestä kokoluokka DN65 ylöspäin. DN50 ja pienemmät putkistot suunnitellaan kupariputkella. Suorahöyrystysjärjestelmien putkistot ovat jäähdytyskäyttöön soveltuvaa kupariputkea.

Taajuusmuuttajakäyttöisillä pumpuilla varustetuissa jäähdytysvesijärjestelmissä jäähdytysvesisäiliön tarve tulee suunnittelun alussa tarkastella.

Jäähdytyspalkki- ja -säteilijäjärjestelmissä jäähdytysveden lämpötilasäädöllä estetään kondenssiveden muodostuminen jäähdytyslementin pintaan (kastepistesäätö).

Mikäli kiinteistö varustetaan koneellisella jäähdytyksellä, se saa käyntiluvan rakennusautomaatiojärjestelmästä vasta kun ulkolämpötila on liian lämmintä vapaa- tai ilmajäähdytyksen saamiseksi.

Jäähdytystarpeen minimoimiseksi on käytettävä automaattisesti toimivaa jäähdytysjärjestelmän vapaajäähdytystoimintaa (jos rakennuksessa tilajäähdytyksiä) sekä yöjäähdytystä ilmanvaihdoilla. Jäähdytettävien tilojen lämmitys on oltava jäähdytystilanteessa pakkolukittuna kiinni.

Jäähdytysjärjestelmä saa käyntiluvan ulkolämpötilassa +20°C. Sisälämpötila-asetus +24°C.

Ulkolauhdutin suunnitellaan siten, ettei sen äänenpainetaso ylitä 10 m:n päästä 45 dB(A). Järjestelmien suunnittelussa huomioidaan myös seuraavat äänitekniset arvot:

| Huone- ja ulkotila                                               | Jatkuva laajakaistainen ääni       |                                         | Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni |                                         |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                  | Keskiaänitaso<br>$L_{Aeq,nT}$ (dB) | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,nT}$ (dB) | Keskiaänitaso<br>$L_{Aeq,nT}$ (dB)      | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,nT}$ (dB) |
| Asuin-, majoitus- tai potilashuone                               | 28                                 | 33                                      | 25                                      | 30                                      |
| Asunnon keittiö tai kostea tila taikka rakennuksen harrastustila | 33                                 | 38                                      | 30                                      | 35                                      |
| Porrashuone tai uloskäytävä                                      | 38                                 | 43                                      | 35                                      | 40                                      |
| Ulkotila                                                         | 45                                 | 50                                      | 40                                      | 35                                      |

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 796/2017(360/2019).

Pääsääntöisesti suunnitellaan mahdollisimman pienellä kylmäainetäytöksellä toimivia laitteistoja. Tämän vuoksi välillinen lauhduttaminen ulkoilmaan on suositeltavampaa kuin suora lauhdutus ulkoilmaan. Kylmäainetäytön määrä vaikuttaa myös lakisääteiden tarkastusten tiheyteen. Kylmäainetäytösrajoissa huomioidaan SFS-EN 378-1:2016 + A1:2020 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput, Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset – standardin vaatimukset.

Kylmäainelaitteistoissa käytettävien kylmäaineiden on täytettävä voimassa olevan F-kaasuasetuksen vaatimukset.

Alle 3 kg kylmäainetta sisältävissä Single split-laitteissa ei saa käyttää kylmäainetta, jonka GWP-arvo on = tai > 750.

Vedenjäähdytyskoneet, alle 500 kW ovat scroll- tai kiertomäntäkompressorilla varustettuja koneikkoja. Kylmäaine esim. R32 tai R454B. Mäntäkompressoreissa esim. R290.

Suuremmat laitteet toteutetaan parempihyötysuhteisella ruuvikompressorilla ja esim. R513A tai R1234ze kylmäaineella.

Vedenjäähdytyskoneen on oltava Ekosuunnitteludirektiivin 2281, vaiheen 1 mukainen.

SEER arvon on oltava ilmalauhdutteisilla vedenjäähdyttimillä vähintään (SEER 12/7)

3,8, kun jäähdytysteho on alle 400 kW

4,1, kun jäähdytysteho on yli 400 kW

SEER arvon on oltava vesilauhdutteisilla vedenjäähdyttimillä vähintään (SEER 12/7)

5,1, kun jäähdytysteho on alle 400 kW

5,875, kun jäähdytysteho on 400...1500 kW

6,325 kun jäähdytysteho on yli 1500 kW

#### Keittiöiden kylmäjärjestelmät

Suunniteltavien keittiöiden pakaste- ja jäähdytyshuoneet varustetaan omilla kylmäainepohjaisilla jäähdytysjärjestelmillä.

Jokaisella kylmähuoneella on omat erilliset koneikot (sisältää kompressorin, kylmäainevaraajan, lauhduttimen ja tarvittavan kylmäautomaation). Laitteilla on omat erilliset lauhduttimet, jotka sijoitetaan ulkotilaan lukittuun ja ilkivaltasuojattuun tilaan. Laitesijoituksessa huomioidaan laitteiden huoltokorkeus ja suojaetäisyydet.

Kompressoreiden sijoituspaikan maksimilämpötila saa olla jatkuvana +30 °C ja hetkellisesti +35 °C. Lauhduttimet suunnitellaan keittiön ulkopuolelle ulkotilaan. Jos rakennuksessa on esim. puolilämpimiä tiloja, tutkitaan mahdollisuus hyödyntää suoraa lauhduttimien tuottamaa lämpöä. Tällaisessa sijoittelussa otettava huomioon ao. tilan ja sitä ympäröivien tilojen äänitekniset vaatimukset.

Suunnitelmissa on otettava huomioon ylälämmön poistaminen ko. tiloista. Koneikkoja ei saa sijoittaa tilaan, jossa ei ole ilmakiertoa ja ylälämmön poistoa. Laitteissa on oltava talvivarustus, mikäli ne sijoitetaan kylmään tilaan.

LVI-suunnittelija suunnittelee lauhdelämmön talteenottojärjestelmän, mikäli sellainen on rakennuskohteeseen sopiva ja testattu järjestelmä. Suunnitelma on aina hyväksyttävä rakennuttajalla.

Pienissä kylmälaitteissa putkituksen pituus ei saa ylittää 15 m. Suuremmissa kylmälaitteissa putkitusmatkan maksimipituus ilman välillistä lauhdutusta on 30 m. Putkitusmatkat sovitaan tapauskohtaisesti laitevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Jokaisella kylmähuoneella pitää olla oma kylmälaitteiden ohjauskeskus sekä digitaalisella lämpötilanäytöllä varustettu mittauskeskus ohjaus- ja säätölaitteineen. Ohjauskeskus sijoitetaan keittiön alueelle esim. tuulikaappiin. Mittauskeskus sijoitetaan kylmälaitteen välittömään läheisyyteen. Ohjaus- ja mittauskeskuksista on käytävä ilmi mitä kylmälaitetta keskus palvelee.

Kylmälaitetoimittaja mitoittaa kylmälaitteet siten, että tarvittava käyntiaika on vuorokaudessa maksimissaan 14 tuntia. Kylmiöiden käyttölämpötilat ovat: vihannekset ja hedelmät +5 ... +6 °C, maitotuotteet +2 ... +5 °C. Pakastehuoneen käyttölämpötila on -18 ... -22 °C.

Kylmälaitteiden mitoituksessa on huomioitava kylmä- ja pakastehuoneiden

säilytyslämpötila, tilavuus, käyttötiheys / tuotteiden vaihtuvuus, ympäröivän ympäristön lämpötila ja rakenteiden U-arvot / tiiviys, kylmäaineputkituksen matka sekä koneikkojen sijoituspaikka / sijoitusympäristön lämpötila.

Kylmiöiden höyrystimet ovat luonnollisen ilmakierron höyrystinpattereita (staattiset höyrystimet) tai matalan kierroksen puhaltimia, joissa kierrosnopeus on noin 800 rpm ja puhaltava pinta-ala mahdollisimman suuri. Mikäli puhaltimen nimellinen kierrosnopeus on muu, muutetaan kierrosnopeutta vastamaan 800 rpm arvoa. Pakastehuoneissa on aina puhallinhöyrystin. Höyrystinpatterit / puhallinhöyrystimet sijoitetaan huoneiden kattoon mahdollisimman kauas ovesta.

Kaikissa kylmähuoneiden puhallinhöyrystimissä ja -lauhduttimissa tulee olla energiansäästömoottori (EC-moottori, esim. iQ-moottori).

Kylmäaineputket tuodaan yläkautta höyrystinpatterin / puhallinhöyrystimen sisään niin, että puhdistettavia pintoja / putkia on mahdollisimman vähän.

Pakastehuoneen oven vieressä, ulkopuolella, tulee olla aikakellolla varustettu kytkin puhallinhöyrystimen poiskytkentää varten. Kytkin sulkee magneettiventtiilin ja pysäyttää puhallinhöyrystimen. Oven jäädessä auki pitää jäähdytyksen käynnistyä uudelleen säädettävän ajan, esim. 10 min kuluttua. Lisäksi pitää kuulua hälytysääni pakastehuoneen ohjaus- tai mittauskeskukselta.

Suunnitelmissa huomioidaan pakastehuoneen ovikarmin sähkövastus, kynnysvastuskotelon ja lattiaelementin lämmitys, paineentasausventtiili sekä tippavesiputken saattolämmityksen pääkytkin. Kytkin sijoitetaan pakastehuoneen välittömään läheisyyteen. Lämmitysten on mentävä pois päältä myös, mikäli pakastehuone kytketään käsin pois päältä pakastehuoneen ohjauskeskukselta.

Koulujen kylmiöt, COP-vaatimus 2,7 ja pakasteverastot 1,5 (40°C lauhdutuslämpötila)

Pakastehuoneisiin ei suunnitella koneellista ilmanvaihtoa, ellei ole painavaa syytä. Kylmiöihin minimi poistoilmanvaihto suunnitellaan.

Kompressorien hälytykset ja kylmähuoneiden lämpötilamittaukset siirretään omavalvonta-järjestelmän lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmään. Hälytykset siirretään aina LVI-valvontaan.

#### Erillisjäähdytysjärjestelmät

- laitoskeittiö, IV:n yhteyteen vedenjäähdytyskone tai suora höyrysteinen järjestelmä
- sähkö- ja ATK-tilat tapauskohtaisesti sähkösuunnittelijan antamien lähtötietojen pohjalta
- musiikkiluokat
- vuoropäiväkoti tai vuoropäiväkotiryhmätilat
- toimistot

Järjestelmissä huomioidaan talvikäyttövarustus ja tehonanto myös kovilla pakkasilla. Ulkolauhdutin/kompressorikoneikkojen suunnittelussa huomioidaan ilkivaltasuojaus esim. suunnitteleamalla avattava lukollinen verkkokoppi.

#### LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄT

Lämpöpumppujärjestelmien soveltuvuus ja rakennettavuus kohteeseen todetaan hanke- tai ehdotussuunnitteluvaiheessa.

#### Maalämpöjärjestelmät

Maalämmön kaivokentän suunnittelussa on huomioitava lämpökaivojen keskinäinen etäisyys toisistaan, joka on oltava vähintään 20 metriä, mikäli kohteessa voidaan regeneroida lämpökaivoa, voidaan keskinäisenä etäisyytenä käyttää 15 metriä.

Karkean tason tehoperusteisena mitoituksena lämpökaivoissa voidaan käyttää Etelä-Karjalan alueella 27 W/m. Lämpökaivojen syvyys on noin 300-350 metriä, alle 300m kaivoissa voidaan käyttää 40mm kollektoriputkea ja yli 300m syvissä kaivoissa käytetään 45mm kollektoriputkea.

Lämpöpumppujärjestelmän suunnittelun perusteena on käytettävä tarkkaa tietoa rakennuksen todellisesta energiankulutuksesta ja tehontarpeesta käyttötilanteessa. Olemassa olevissa kohteissa voidaan käyttää mitattua tietoa, mutta uudiskohteissa ja peruskorjauskohteissa tulee tehontarve ja energiankulutus simuloida dynaamisella simulointiohjelmalla.

Lämpöpumppujärjestelmä mitoitetaan joko täystehomitoituksella, osatehomitoituksella, jolloin lämpöpumppujärjestelmä kattaa noin 70-90 % huipputehosta ja 90-98% kokonaisenergiantarpeesta tai hybridimitoituksella, jolloin lämpöpumppujärjestelmä kattaa noin 25-60% energiantarpeesta.

Jos kohteeseen suunnitellaan vain yksi lämpöpumppu, tulee sen olla invertteriohjattu tai tehoportaita tulee olla vähintään kaksi.

Varalämmitysjärjestelmä, kuten sähkö, mitoitetaan pitämään kiinteistö poikkeustilanteessa riittävän lämpimänä.

Lämpöpumpun säätimeltä on saatava lämpöpumpun tilatieto, lämpötilamittaukset, asetusarvojen tiedot sekä hälytykset kaupungin valvomoon väyläpohjaisesti LATO:n automaatio-ohjeen mukaisesti kts.

[Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannatoimitilat.fi\).](https://www.lappeenranta.fi/lato)

Kun maalämpöjärjestelmä mitoitetaan täystehoiseksi ja maalämpöpumpulla tuotettaessa lämmintä käyttövetä tai lämmitysverkoston menoveden mitoituslämpötilan ollessa yli 60 astetta, tulee lämpöpumppu olla varustettuna tulistuksenpoiston siirtimellä tai muuten on varmistettava, että pumppu tuottaa riittävän kuumaa lämmitysvettä.

#### Ilmavesilämpöpumppujärjestelmät

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmää käytettäessä tulee aina mitoittaa toissijainen lämmitysjärjestelmä vara- ja huipputehoja varten täysitehoiseksi vastaamaan rakennuksen lämmityksen huipputehoa.

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmät suunnitellaan lähtökohtaisesti useamman kompressorin sisältäviksi järjestelmiksi, jos tarvittava lämmitysteho on yli 20 kW.

Vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmän vuositason COP on oltava yli 2,8.

Urakoitsija toimittaa energiatehokkuushankkeiden yhteydessä tarjouksessaan järjestelmän sitovan energiansäästölaskennan.

#### G5 Paineilma- ja kaasuverkostot sekä laitteistot

Kaasujärjestelmät tulee suunnitella voimassa olevien asetusten ja määräysten mukaisesti sekä voimassa olevia yleisiä laatuvaatimuksia noudattaen

Teknisen työn tilat varustetaan työpisteiden vaatimilla paineilma- ja kaasuputkistoilla sekä niihin liittyvillä varusteilla.

Suunnittelussa voidaan noudattaa soveltuvin osin Peruskoulun käsityön opetustilojen suunnitteluopasta, Opetushallitus 2002 sekä Inki, J., Lindfors, E. & Sohlo, J. 2011. "Käsityön työturvallisuusopas. Perusopetuksen teknisen työn ja tekstiilityön opetuksen." Opetushallitus. Oppaat ja käsikirjat 2011:15

#### G6 Höyryjärjestelmät

Höyry- ja lauhdejärjestelmiä suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota järjestelmän energiatehokkuuteen. Suunnitelmissa määritetään järjestelmän painetaso käyttötarpeen mukaisesti. Keskitettyjen höyry-lauhdejärjestelmien käyttöä vältetään ja tarvittava höyryn tuotto pyritään tuottamaan käyttöpisteen välittömässä läheisyydessä paikallisilla höyrykehittimillä.

Ilmanvaihtojärjestelmiin liitettävien kostutuslaitteina toimivien höyrykehittimien höyryletkut kanavaan asennettavine höyryjakoputkineen tehdään kehittimen mukana tulevilla letkuilla ja osilla. Letkun asennuksessa, kannakoinnissa ja kiinnityksessä noudatetaan erityistä

huoellisuutta. Letkun kiinnitys höyryjakoputkeen kanavaan varmistetaan tuplaletkukiristimillä ja letkun irtoaminen estetään erillisellä eristetyllä sankakiinnikkeellä,

joka kannakoidaan lähellä olevaan tukipisteeseen. Vesipuolen varusteissa ja asennuksissa noudatetaan valmistajan ohjeita.

Rakennusautomaatiojärjestelmään tehdään kehittimen käytön ohjelmallinen lukitus, jos kosteuspitoisuus kanavassa ei saavuta tietyn ajan kuluttua haluttua asetusarvoa. Kts. tarkemmin LATO:n automaatio-ohje. [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannatoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato20).

## G7 Sprinklerijärjestelmät

Pääsuunnittelija tai palokonsultti määrittelee rakennuksen paloluokan ja sprinklerin tarpeen.

Tarvittaessa rakennus varustetaan automaattisella vesisprinklerijärjestelmällä, joka toimii myös sähkökatkon aikana. Järjestelmä on joko perinteinen vesisprinkleri tai vesisumutusjärjestelmä.

Alkusammutuskalustona on käsisammuttimet. Pikapaloposteja käytetään niissä kohteissa missä rakennusvalvonta niin edellyttää. Pikapalopostit ovat yleensä DN 25 liitoskoolle ja letku 30m, lisäksi ne varustetaan 6,0 kg käsisammuttimin.

LVI-suunnittelija määrittelee kohteeseen vesilähteen riittävyden. LVI-suunnittelija esittää arkkitehtipohjilla sprinklattavat tilat ja esittää niissä mm. rakennuksen eri tilojen käyttötarkoitukseluokat ja mitä toimintoja tiloissa tehdään, selkeästi niin että urakoitsijan suunnittelija pystyy niiden perusteella tekemään toteutussuunnitelmat.

LVI-suunnitelmissa tulee esittää sprinklerijärjestelmän koestusviemäri (SV-viemäriin) sekä vesilaitoksen liitoskohdasta vesilähteen vesijohdot tonttisulkuineen.

Sprinkleriurakoitsijan edustaja määrittää rakennuksen sprinkleriluokan ja tekee sen pohjalta suunnitelmat. Rakennuksen sprinkleriluokasta riippuen rakennuksen käyttöveden ja sprinklerin sammutusveden syöttöjohdot voivat tulla rakennukseen yhdellä vesijohdolla. Tällöin käyttövesilinja eriytetään sprinklerin syöttölinjastosta heti rakennuksen sisällä.

Sprinkleriputkissa ei käytetä sinkittyjä putkia vetykaasun muodostumisen estämiseksi putkistoissa. Sprinkleriasentajilla on oltava vetykaasusta varoittava hälytyn käytössään asennus- ja huoltotoissa.

Sprinkleriputkiston painemittaukseen lisätään ylipainehälytys mahdollisen kaasunmuodostumisen huomioimiseksi.

Vesisumutusjärjestelmiä käytetään tapauskohtaisesti erikseen sovittaessa, jos kohde on esim. laajuudeltaan pieni perinteiselle sprinklerilaitteistolle tai vesilähde ei ole perinteiselle sprinklerijärjestelmälle riittävä, esimerkiksi päiväkodit.

Vesisumutusjärjestelmissä käytettävät säiliöt eivät saa olla kooltaan suurempia kuin 300 l. Ponnekaasuna pulloissa käytetään typpeä tai happea.

Kaasusammutusjärjestelmiä käytetään erikoistiloissa, joissa sammutusveden käyttö pienessäkin määrin on kielletty. Näitä ovat mm. museoiden taidehuoneet ja –varastot, arkistot, öljytäytteiset muuntajatilat, sähkötilat erikoistapauksissa.

Kaasusammutusjärjestelmän tarve kartoitetaan aina kohteen erityispiirteiden aiheuttamien vaatimusten ja paloteknisen suunnitelman mukaisesti. Järjestelmän on oltava käyttäjälle ehdottoman turvallinen, joka vaikuttaa sammutusväliaineen valintaan.

## G8 Muut LVI-järjestelmät

Tekstiilityön tilat varustetaan keskuspolynpoistojärjestelmällä.

Väestönsuojan viemärit varustetaan sulkuventtiilikaivolla ja lämpö- sekä vesijohtoihin heti VSS-läpiviennin jälkeen sulut väestönsuojan sisäpuolelle. Ilmanvaihtokanavien VSS-läpivientikohtaan tulee suunnitella irroitettava kanavaosa. Suunnitelmissa tulee esittää LVI-urakkaan kuuluvat VSS-läpiviennit, VSS IV-koneet sekä ilmanottoputket varusteineen.

Koulujen puutyötilat varustetaan purunpoistojärjestelmällä. LTO-järjestelmät sovitaan aina tapauskohtaisesti. Purunpoistoa palvelevien tilojen ilmatase huomioidaan.

Purunpoistojärjestelmien puhallin, joka on järjestelmän puhtaalla puolella, luokitellaan tilaluokkaan 22. Laiteluokituksen on tällöin (=EX-luokitus) tulee olla EX H 1D, 2D tai 3D.

Purunpoistokytkenät imukanavistoon otetaan seuraavilta laitteilla:

- lakaisusuppilo
- oikohöylä
- tasohöylä
- pyörösaha
- puusorvi
- hiontapöytä
- vannesaha

Purunpoistolaitteeseen kuuluu purunpoistoerotin ja suodatinyksikkö. Laitetoimitukseen kuuluu myös purunpoistolaitteen ohjauskeskus täydellisenä.

Kanavat tehdään kuljetusputkista, materiaali ZnFe. Kanavan seinämänvahvuus 1 mm. Kuljetuskanavien osina käytetään tehdasvalmisteisia kappaleita. Osien seinämänvahvuus on sama kuin kanavalla. Haarakappaleiden liitoskulma 15°. Kannakointi toimittajan ohjeen mukaan.

Letkut ovat kierrevahvistettua läpinäkyvää muovia sulkupelleille asti mallia esim. V-PUR; Hiflex. Jokainen imukohta varustetaan sulkupellillä. Sulkuluukku asennetaan n. 1900 mm korkeudelle.

Suunnittelija esittää LVI-suunnitelmissa imupisteiden paikat, kanaviston sekä laitteiston sijoituksen laitetoimittajan esittämien luonnosten pohjalta.

LVI-suunnittelija suunnittelee purunpoistojärjestelmän vaatimat ilmanvaihtojärjestelmät siten että tilojen ilmataseet ovat jokaisessa käyttötilanteessa tasapainossa.

Suunnittelussa voidaan noudattaa soveltuvin osin Peruskoulun käsityön opetustilojen suunnitteluopasta, Opetushallitus 2002 sekä Inki, J., Lindfors, E. & Sohlo, J. 2011.

"Käsityön työturvallisuusopas. Perusopetuksen teknisen työn ja tekstiilityön opetuksen." Opetushallitus. Oppaat ja käsikirjat 2011:15

## G9 Eristys

### Putkisto- ja kanavaeristykset

Putkistoeristystä suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan YM asetusten 848/2017 ja 927/2020 ohjeita sekä Ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuusoppaan 02.11.2023 tulkintaohjeita.

"Asetuksen 927 23§ taulukko 7 määrittelee tekniikkaeristysten pintaluokkavaatimukset. Tätä sovelletaan vain, jos pintojen määrää ei asetuksen perustelumaston 23 § 2 mom. esittämällä tavalla katsota vähäiseksi. Putken, kanavan tai sen putkimaisen eristeen pinnan katsotaan olevan vähäisen, kun palolle altistuvien vaippojen pintojen pinta-ala on käytävämäisessä tilassa alle 20 % katon pinta-alasta. Tätä voidaan soveltaa myös muissa kuin käytävämäisissä tiloissa, ellei materiaali ole keskittynyt johonkin osaan tilasta. Jos eristeen määrä ylittää 20% osuuden kattopinta-alasta tietyssä tilassa, on noudatettava taulukon 7 pintaluokitusvaatimuksia. Jos määrä alittuu, voidaan käyttää luokittelemattomia eristeitä."

Tekniikkaeristystä suunniteltaessa on tiedettävä rakennuksen paloluokka P1, P2 tai P3 sekä rakennuksen käyttötarkoituksiluokka.

Putkistoeristysinä lämpö- ja kondenssieristeenä käytetään eristemateriaalina pääasiassa solukumia rakennuksen lämpövaipan sisäpuolella. Kaukolämpöjohdoissa tai muissa yli +90°C lämpötiloja sisältävissä verkostoissa käytetään mineraalivillaa ja eristeen päällä pellitystä. Vapaita villapintaisia eristeitä ei saa esiintyä ja villaeristeiden työmaa-aikaisen työstön ja asennuksen aiheuttama pölyäminen on rajattava mahdollisimman pienelle alueelle. Työstön aikana villapölyn leviäminen muualle rakennukseen tulee estää. Eristetyön valmistuttua tila siivotaan pölyvapaaksi heti asennuksen jälkeen.

Osastoiduissa teknisessä tilassa (vähintään EI60), esim. ilmanvaihtokonehuone, lämmönjakohuone tai vedenjäähdytyskonehuone, lvi-tuotteiden on oltava pintaluokitukseltaan vähintään B-s3, d0, esim. Armaflex XG, ns musta Armaflex.

Kun tekninen tila (ilmanvaihtokonehuone, lämmönjakohuone tai vedenjäähdytyskonehuone) on samaa palo-osastoa palvelemissa tilojen kanssa, tulee tekniseen tilaan asennettavien putkistojen, ilmanvaihtokanavien ja eristeiden täyttää ao. tilan pinnoitteiden luokkavaatimukset, jos niiden määrä ei ole vähäinen (max 20% katon pinta-alasta).

Eristyspellitysten tarve konehuoneissa tai muissa ahtaissa paikoissa määritetään suunnittelijan toimesta.

Palo-osastoituihin LVI-kuiluihin (vähintään EI60) voidaan asentaa B-s3, d0 (esim. musta Armaflex XG) luokiteltuja solukumieristeitä ja pintapaloluokaltaan tätä heikompia muoviviemäreitä ilman rajoituksia. LVI-kuiluissa, jotka eivät muodosta omaa palo-osastoa, sovelletaan kyseisen palo-osaston pintaluokitusvaatimuksia.

Palo-osastoiduiksi palosuluiksi ja uloskäytäviksi merkityissä tiloissa käytetään eristeinä villaeristeitä ja eristeet pellitetään.

Äänieristykset tehdään raskaalla min. 100g/m<sup>3</sup> villaeristeellä ja eristeet pellitetään.

Sisäisillä käytävillä solukumieritys on oltava paloluokaltaan BL-s1, d0.

Oheisissa taulukoissa on esitetty esimerkkeinä vastaavat putkistoeristevahvuudet villalle ja Armaflex Ultima eristeille. Urakoitsijan tulee kuitenkin aina huolehtia, että sarjapaksuuden mukainen eristevahvuus saavutetaan huomioiden eristevalmistajien tuotevalikoimat.

Eristevahvuudet:

| Eristyskohde         | Eristyssarja |
|----------------------|--------------|
| Lämmitysputkistot    | 23           |
| LV- ja LVK-putkistot | 23           |
| KV-putkistot         | 21           |

| mm        | sarja 21 | sarja 22 | sarja 23 | sarja 24 | sarja 25 | sarja 26 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10...49   | 20       | 30       | 40       | 50       | 60       | 80       |
| 50...89   | 30       | 40       | 50       | 60       | 80       | 90       |
| 90...169  | 40       | 50       | 60       | 80       | 100      | 120      |
| 170...324 | 50       | 60       | 80       | 100      | 120      | 140      |
| 325...714 | 60       | 80       | 100      | 120      | 140      | 160      |

| Kupariputki | KYLMAVESI       |          | Lämminvesi ja LVK |          |
|-------------|-----------------|----------|-------------------|----------|
|             | Villakouru >>>> | Ultima   | Villakouru >>>    | Ultima   |
|             | sarja 21        | sarja 21 | sarja 23          | sarja 23 |
| koko/mm     | mm              | mm       | mm                | mm       |
| 10          | 20              | ei       | 40                | ei       |
| 12          | 20              | 19       | 40                | 3 x 13   |
| 15          | 20              | 19       | 40                | 19+19    |
| 18          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 22          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 28          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 35          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 42          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 48          | 20              | 19       | 40                | 13+25    |
| 54          | 30              | 25       | 50                | 2 x 25   |
| 60          | 30              | 25       | 50                | 2 x 25   |
| 76          | 30              | 25       | 50                | 2 x 25   |
| 89          | 30              | 25       | 50                | 2 x 25   |
| Lämpöjohto  |                 |          |                   |          |
| Koko        | Villakouru >>>> | Ultima   |                   |          |

|       | sarja 23 | sarja 23   |
|-------|----------|------------|
|       | mm       | mm         |
| 17,2  | 40       | 13+25      |
| 21,3  | 40       | 13+25      |
| 26,9  | 40       | 13+25      |
| 33,7  | 40       | 13+25      |
| 42,4  | 40       | 13+25      |
| 48,3  | 40       | 13+25      |
| 60,3  | 50       | 2 x 25     |
| 76,1  | 50       | 2 x 25     |
| 88,9  | 50       | 2 x 25     |
| 114,3 | 60       | 25+25+9 M* |
| 139,7 | 60       | 25+25+9 M* |

Paloeristeinä käytettävät villapintaiset kanavistot pellitetään kaikkialla alakattojen yläpuolella sekä näkyvissä asennuksissa. Vapaita villapintaisia eristeitä ei saa esiintyä ja villaeeristeiden työmaa-aikaisen työstön ja asennuksen aiheuttama pölyäminen on rajattava

mahdollisimman pienelle alueelle. Työstön aikana villapölyn leviäminen muualle rakennukseen tulee estää. Eristetyön valmistuttua tila siivotaan pölyvapaaksi heti asennuksen jälkeen. Tehdasvalmiina eristettyjen pelti-villa-pelti-kanavien käyttö on sallittu siinä tapauksessa, että edellä mainitut villapölyn leviämiset estetään. Reikäpeltiosia kanavistoissa ei hyväksytä.

Tekniikkakuiluina pyritään kanavien paloeristeiden välttämiseksi käyttämään osastoituja kuiluja.

Kanavaeristevahvuudet:

- jäähdytettyä ilmaa sisältävät tuloilmakanavat 25 mm solukumi, sisäiset käytävät ja uloskäytävät lisäksi pellitys
- raitisilmakanavistot ja LTO-järjestelmien jälkeiset jäteilmakanavistot, 2 x 25 mm solukumi+tekniisissä tiloissa pellitys TAI toppakanaviston käyttö ja eristyspaksuudet LVI-RYL 92 taulukon 52 T4 mukaisesti
- paloeristyspaksuudet LVI RYL 92 taulukon 52 T2 mukaisesti

Yli 300 mm halkaisijaltaan olevissa tekniikkajohdoissa tai kanavissa käytettävän solukumieristeen pintaluokkavaatimuksen täyttyminen on varmistettava. Vaatimuksen täyttyminen varmennetaan joko eristevalinnalla tai eristeen pellityksellä.

Suunnittelija merkitsee piirustuskohtaisesti pohjapiirustuksissa mitä eristemateriaalia ja pinnoitetta missäkin rakennusosassa käytetään.

## J7 Rakennusautomaatiojärjestelmät

RAU-suunnittelun ohjeet, katso erillinen LATO:n automaatio-ohje [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannatoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato).