

14.12.2023

LVI-OHJE

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

LVI-projektiohje suunnittelijalle ja
LVI-urakoitsijalle

Sisällysluettelo

1. Yleistä	3
1.1 Ohjeen tarkoitus.....	3
1.2 Ohjeen tulkinnat.....	3
1.3 CAD-ohjelmistot ja tiedostoformaattit.....	3
1.4 Tiedostojen käsittely	3
2. LVI-suunnitelmien lähtötiedot ja yleiset laatuvaatimukset	4
3. LVI-suunnitelmien sisältö	8
4. LVIA-tekniset järjestelmät	10
G1 Lämmitys- ja LTO-järjestelmät	10
G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	13
G3 Ilmanvaihtojärjestelmät	18
G4 Kylmätekniset järjestelmät	23
G5 Paineilma- ja kaasuverkostot sekä laitteistot.....	27
G6 Höyryjärjestelmät	28
G7 Sprinklerijärjestelmät.....	28
G8 Muut LVI-järjestelmät	29
G9 Eristys	30
J7 Rakennusautomaatiojärjestelmät.....	32

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 ylläpitoorganisaation 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 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](https://www.lato.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 ilmanvaihdosta
- 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 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta
- Valtioneuvoston asetus väestösuojan laitteista ja varusteista. Suomen säädöskokoelma 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, sosiaalityilat, 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 ratkaisuilla 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 arkistomääräyksen 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 ratkaisuilla saada vaadittuja olosuhteita aikaiseksi.
- Eteiset, sosiaalityilat, 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, sosiaalityilat, varastot ja muut toissijaiset tilat ovat Sisäilmastoluokkaa S3.
- Muut kohdat kuten edellä

Suunnitteluryhmä käy suunnitteluprojektin alussa yhdessä läpi tilojen ylläpennemiseen 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 käyttötarkoituksaluokissa 3–8 (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017) enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1 päivän ja elokuun 31 päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaista ilmapirtaa käyttäen.

Laskennassa on käytettävä ilmapirtaa lukuun ottamatta E-luvun laskennan mukaisia lähtötietoja.

Teknisten tilojen olosuhdevaatimukset määräytyvät kunkin tekniikan asettamien vaatimusten mukaisesti seuraavasti:

- Sähkökeskukset +15...+35 °C, ylipaineinen (suodatettu ilma)
- Tietoliikenteen palvelin- ja ristikytkentätilat +15...+30 °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. Suoritustasoilmoitus 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 lämmönjakuhuoneesta 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 veloitteet luovutuskansioiden, tarkepiirustusten ja huoltokirjan laatimisesta, joista annetaan viittaukset LATO:n internet-sivustolle [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](http://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)
- lämmönluvutus
- 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 kylmätekniiset 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 saneerauskohte, 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 mallinnuskohte
- 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 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](http://www.lappeenranta.fi/lato)

Rakennusautomaatiosuunnitelmissa esitetään:

- LVI-järjestelmien säätökaaviot toimintaselostuksineen ja pisteluetteloineen
- Rakennusautomaation työselostus
- RAU-pohjapiirustukset, joissa esitetään rakennusautomaation säätökaavioissa olevien kentälaitteiden 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 sijoitetaan aina rakennuksen alimpaan kerrokseen tehtävään lämmönjakohuoneeseen.

Kaukolämmön energiamittaus varustetaan kaukoluennan mahdollistavalla laitteistolla.

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 rakennepainet:

kaukolämpöverkosto	1.6 MPa
patteri- ja ilmanvaihdon lämmitysverkostot	0,6 MPa

LTO- verkostot	0,6 MPa
----------------	---------

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 happidiffuusiosuojattua 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 tukkiakohtaisilla sulkuventtiileillä, lämpötilamittareilla sekä piirikohtaisilla virtausmittareilla.

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 korrosiovaaran vuoksi.

Eri lämmitysverkostot varustetaan lämmönjakohuoneessa energiamittauksilla, jotka liitetään kiinteistövalvontajärjestelmään LATO:n automaatio-ohjeen mukaisesti kts.

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

Pattereille suunnitelmassa merkitään patterin tyyppi, patteriventtiilin mitoitusarvot sekä patterin lämmönluovutusaste. 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 toimilaitteventtiilien säätävänä toimilaitteena ei saa käyttää termoelementtejä. Säätöviestin on lisäksi aina tultava VAK:sta huoneanturin mittauksen perusteella.

Termostaattien rajoitukset asennetaan seuraaviin lämpötiloihin:

Lappeenrannan Toimitilat Oy

- tsto-, asuin-, luokka- yms. huoneet 21 °C
- vanhainkodit, hoitolaitokset 24 °C
- eteiset 20 °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 käyntitilatietoa 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. Energiatehokkuusindeksi (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:

- mittaaja, mittauslaite, mittaaja, mittausaika

- ulkolämpötila
- mitattavat venttiilit, pumput ym. kohteen positio merkittävä
- suunnitteluarvot mitattavista suureista ja vastaavat mittausarvot
- kokonaisvirtaama suunniteltu ja mitattu

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, Vesimittarit liitetään LATOn kulutusseurantaohjelmaan etäluentana. Päävesimittarin luenta tapahtuu LPR energian etäluentana (liitokset 2023 aikana). Päämittausten kulutustiedot haetaan LATOn kulutusseurantaohjelmaan Lappeenrannan Energialta. Rakennuskohtaiset alamittaukset luetaan etäluentana kulutusseurantaohjelmaan. 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 (Leakomatic).

- järjestelmä Pro1 -malli
- Kotona-poissa-tilaa ohjaa rikosilmoitinjärjestelmä tai jos ei ole rikosilmoitinjärjestelmää niin VAK aikaohjelma. Hälytys johdetaan VAKin kautta.
- Järjestelmä liitetään Leakomaticin pilvi-palveluun. Tämä vaatii WLAN-verkon.
- Järjestelmän magneettiventtiilille järjestetään ohitus, joka varustetaan nimelliskokoa yhtä putkikokoa pienemmällä huoltosulkuventtiilillä, josta kahva irroitetaan.

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

Hulevesien viivytyks tai imeytyks Lappeenrannan kaupungin ”Hulevesien hallinnan ohjelma” - ohjeen mukaan.

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

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

Vesikalusteiden kalustejohtojen asennustapa on piiloasennus tyyppihyväksyttyä muoviputkea suojaputkessa käyttäen. Pinta-asennuksissa käytetään kromattua puolikovaa kupari- ja komposiittiputkea. Jos kytkentäjohtojen asennuksessa käytetään piiloasennusta, kalustejohtot 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.

Suojaputkeen tulevien Pex-käyttövesijohtojen piiloasennuksissa tulee käyttää kannakoinnissa C-pitimiä tai vastaavia kannakkeita, jotka pitävät putken paikallaan myös kiinnitysruuvien löystyessä (kiinnitysruuvien löytyessä 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 pronssipesällinen märkämoottoripumppu.

Käyttövesiverkoston sulkuventtiilit ovat täysaukollisia messinkirunkoisia palloventtiileitä. Linjasäätöventtiilit ovat mittayhteellisiä messinkirunkoisia sulkuosalla varustettuja venttiileitä. Vesikalusteet tulee varustaa kalustekohtaisin suluin ja sekoittimien virtaamat tulee olla säädettävissä.

Kaikkiin runkojohtojen 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 korokeykynys, joka kiertää katkeamatta koko konehuoneen. Lattia tehdään kaatavaksi niin että mahdollinen vuotovesi ohjautuu lattiakaivoon/-kaivoihin. Kaikki kanaväläpiviennit lattiassa nostetaan vastaavalla korokkeella lattiapinnasta ylös. Korokeykynys käsittellään vesitiiviiksi lattiamateriaalin mukaisella pinnoitteella. Putkiläpiviennit varustetaan läpivientiputkilla, joiden päät nostetaan samaan korkoon lattiakorokeykynnyksen kanssa, i. n. 150 mm:n lattiasta. Läpivientiputken 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-viemärillä Kurasyöppöön.

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

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

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

Kytettäessä erilaisia laitteita, kuten valmistuskeittiön patoja, yhdistelmäuneja, pesuautomaattia, käyttövesiverkostoon 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 dm³/h, paineero kPa. Kiertojohto mitoitetetaan max 0,5 m/s nopeudelle.

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

Urakoitsijaa veloitetaan käyttämään mittauksissa mittauspöytäkirjaa, jossa esitetään:

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

Kuivauspattereita eikä muitakaan lämmityslaitteita liitetä käyttövesiverkostoon.

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

Kylmiöiden tippavesiputket ovat huoneiden sisällä Ø 32 mm muoviputkea..
Pakastehuoneissa 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 ulkovesipostit 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 teräsaltaat varustetaan yksiotehanoin. Keittiöissä, päiväkodeissa ja kouluissa käsienpesualtaat 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 valurautaviemäriin katkaisupintojen epoksikäsittely määriteltävä suunnitelmiin.

Sade- ja jätevesiviemäreiden kannakoinnit on määriteltävä suunnitelmissa riittävän tarkasti, jotta toteutusvaiheessa niihin kiinnitetään huomiota. Viemäriin 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 3/4" 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 tonttviemärin tarkistuskaivoa suunnitellaan näytteenottokaivo.

Jos kohteessa tarvitaan viemärikorkojen takia pumppaamoja, varustetaan pumppaamot tuplapumpuilla 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 kuormantasauslaatoilla, 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 valurautaa.

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

- Pohjat ja arinat tehdään Geo-suunnittelijan suunnitelmien mukaisesti kapillaarikatko huomioiden.
- Viemärit asennetaan oikeaan kaltevuuteen tehdyille 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 alle 1,8. Yksittäisen puhaltimen tai ilmankäsittelykoneen kohdalla voidaan sallia 0,1 yksikön tavoitearvon ylitys, jos se kompensoidaan matalammilla arvoilla muissa koneissa.

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

Lämmöntalteenottolaite 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.

Vastavirtalevyylämmönsiirtimellä varustettuja IV-kojeita käytettäessä koje on varustettava nestekiertoisella esilämmityspatterilla, joka kytketään lämmönsiirtimen välityksellä IV-lämmitysverkostoon. Kiertonesteena käytetään 35% etyleeniglykoliliuosta.

Tapauskohtaisesti alle 1,2 m³/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 sosiaalityötilojen ja keittiön kojeet tulee varustaa lämmön talteenotolla. Valmistus- ja lämmityskeittiöiden poistoilmasta tulee lämpö ottaa talteen joko nestekiertoisella lämmöntalteenotolla (neula- tai lamellipatterit) tai levyylämmönsiirtimellä. 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 dm³/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 mittausten 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 mitoitusilanteessa sekä käytön ajan ulkopuolisesta tilanteesta.

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

- mittaja, mittauslaite, mittaja, mittausaika
- ulkolämpötila
- huonenumerot, mitattavat päätelaitteet, mittayhteet kanavissa, puhaltimet ym. kohteen positio merkittävä
- suunnitteluarvot merkitään, mittausarvot: virtausmäärä [dm³/s], paine [Pa], venttiilin asento, suunnitellun ja mitatun ilmamäärän ero [dm³/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 CO₂ -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. Järjestelmä mitoitetaan niin että valmistajan ilmoittama maksimi-ilmannopeus alitetaan suunnitelmassa säleikössä ja imuaukossa 20%. Kohteissa pyritään aina suunnittelemaan riittävän suuret raitisilmakammiot.

Raitisilman sisäänotto pyritään sijoittamaan IV-koneille edullisimpaan ilmansuuntaan, yleensä pohjoissivulle. Etäisyydet jäteilmapisteesiin ja tuuletusviemäreihin sekä liikennepaikoitusalueisiin tai muihin hajuhaittalähteisiin tulee olla määräysten mukaiset

Raitisilmakammiot suunnitellaan siten, että lumi tai sadevesi ei kulkeudu ilmavirran mukana ilmanvaihtojärjestelmään. Ilman virtausnopeus kammiossa mitoitetaan maks. 1,0 m/s.

Tuloilmakammioihin sekä jäähdytys- ja LTO-pattereihin suunnitellaan vedenpoistot ja viemäreihin vesilukot. Kammioiden sisäpinnat tehdään pestäviksi. Jäähdytyspatterit varustetaan viemäritävällä 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 suoraikäyttöisiä ja taajuusmuuttajaohjattuja. Huippumureita 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 huippumurit, 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 m³ /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".

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 määrittellä IV-urakoitsijan toimitukseen. Tällöin toimitukseen kuuluu:

- savunpoiston ohjauskeskus SPOK
- savunpoistopuhaltimet ja -pellit

Lappeenrannan Toimitilat Oy

- mahdolliset savunpoistoluukut

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

Ilmanvaihdon takuuajan huollot tehdään 2 kertaa vuodessa.

Ilmanvaihtokoneiden takuuajan suodattimien vaihtotyö tehdään urakkaan kuuluvana käyttöhenkilökunnan 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 jäähdytysalustan 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.

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	
	Keskiäänitaso $L_{Aeq,nT}$ (dB)	Enimmäisäänitaso $L_{AFmax,nT}$ (dB)	Keskiäänitaso $L_{Aeq,nT}$ (dB)	Enimmäisäänitaso $L_{AFmax,nT}$ (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 lakisääteisten 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.

Vedenjäähdytyskojeet, 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.

Vedenjäähdytyskojeen 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, kylmäainearaajan, 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 yllämmön poistaminen ko. tiloista. Koneikkoja ei saa sijoittaa tilaan, jossa ei ole ilmakiertoa ja yllämmön 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. Pakastuhuoneen käyttölämpötila on -18 ... -22 °C.

Kylmälaitteiden mitoituksessa on huomioitava kylmä- ja pakastuhuoneiden 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. Pakastuhuoneissa on aina puhallinhöyrystin. Höyrystinpatterit / puhallinhöyrystimet sijoitetaan

huoneiden kattoon mahdollisimman kauas ovesta.

Kaikissa kylmähuoneiden puhallinhöyrystimissä ja -lauhduksissa 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 magneettiventtiin 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 pakastevarastot 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. Ulkolauhduksin/kompressorikoneikkojen suunnittelussa huomioidaan ilkevaltasuojaus esim. suunnitteleamalla avattava lukollinen verkkokoppi.

LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄT

Lämpöpumppujärjestelmien soveltuvuus ja rakennettavuus kohteeseen todetaan hanke- tai ehdotussuunnitteluvaiheessa.

Maalämpöjärjestelmien suunnittelu

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 tehoerusteisena 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 \(lappeenrannantoimitilat.fi\)](https://www.lappeenranta.fi/lato).

Kun maalämpöjärjestelmä mitoitetaan täystehoiseksi ja maalämpöpumpulla tuotettaessa lämmintä käyttövettä 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.

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 kehittäjän mukana tulevilla letkuilla ja osilla. Letkun asennuksessa, kannakoinnissa ja kiinnityksessä noudatetaan erityistä huolellisuutta. 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 kehittäjän käytön ohjelmallinen lukitus, jos kosteuspitoisuus kanavassa ei saavuta tietyn ajan kuluttua haluttua asetusarvoa. Kts. tarkemmin LATO:n automaatio-ohje. [Materiaalipankki - Lato20 \(lappeenrannantoinmitilat.fi\)](#).

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 hälytin käytössään asennus- ja huoltotöissä.

Sprinkleriputkiston painemittaukseen lisätään ylipainehälytys mahdollisen kaasumuodostumisen 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 tyypeä 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 keskuspölynpoistojärjestelmällä.

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.

Lappeenrannan Toimitilat Oy

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

Putkistoeristykset

Putkistoeristyksiä suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan YM asetus 848/2017 taulukon 7 ohjeita huomioiden YM asetuksen 927/2020 siihen vaikuttavat muutokset.

Tekniikkaeristyksiä suunniteltaessa on tiedettävä rakennuksen paloluokka P1, P2 tai P3.

Putkistoeristyksinä lämpö- ja kondenssieristeenä käytetään eristemateriaalina 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.

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

Mikäli kuilussa on putkia ja eristeitä jotka eivät täytä luokan A2,s1-d0 vaatimuksia, katkaistaan kuilu vähintään A2, s1-d0 -luokan rakennustarvikkeella osastoivan vaakarakenteen kohdalla. Kuiluissa voidaan käyttää C-luokan pintakerrosluokkaa, jos putket ovat kerroksittain katkaistu palo-osastoinnilla.

Oheisissa taulukoissa on esitetty esimerkkeinä vastaavat eristevahvuudet villalle ja Armaflex Ultima eristeille. Urakoitsijan tulee kuitenkin aina huolehtia, että sarjapakisuuden 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*

Kanavaeristykset

Kanavaeristystä suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan YM asetus 848/2017 taulukon 7 ohjeita huomioiden YM asetuksen 927/2020 siihen vaikuttavat muutokset.

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

Lämpö- ja kondenssieristeissä käytetään solukumieristeitä rakennuksen lämpövaipan sisäpuolella.

Paloeristeinä käytettävät villapintaiset kanavistot pellitetään kaikkialla alakattojen yläpuolella sekä näkyvissä asennuksissa. 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.

Teknisissä tiloissa ja poistumisteillä kanavistoeristykset pellitetään. Tehdasvalmiina eristettyjen pelti-villa-pelti-kanavien käyttö on sallittu siinä tapauksessa, että edellä mainitut villapölyn leviämiset estetään. Reikäpeltiosia kanavistoissa ei hyväksytä.

Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmakeinavien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.

Tekniikkakuiluina pyritään kanavien paloeristeiden välttämiseksi käyttämään osastoituja kiuiluja.

Eristevahvuudet:

- 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

J7 Rakennusautomaatiojärjestelmät

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