



Niklas Ahokas

# Tehokkaat työskentelytavat LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

05.03.2025

# Tiivistelmä

Tekijä: Niklas Ahokas  
Otsikko: Tehokkaat työskentelytavat LVI-suunnittelussa  
Sivumäärä: 28 sivua + 2 liitettä  
Aika: 05.03.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka  
Ammatillinen pääaine: LVI-suunnittelu  
Ohjaajat: Lehtori Pasi Partonen

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:lle yleispätevä ohjeistus LVI-suunnittelun tehokkaista työskentelytavoista sekä yhtenäistää toimiston työskentelytapoja. Työssä laadittiin ohjekortit, jotka kattavat yleisimmät suunnittelu- ja korjausrakentamiseen ja siinä annettiin ohjeita uudis- ja korjausrakentamiseen. Työssä viitattiin alalla päteviin standardeihin, määräyksiin ja lakeihin. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, jonka käyttöön ohjekortit luotiin.

Opinnäytetyössä keskityttiin lämmitys-, jäähdytys-, vesi-, viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmien suunnitteluun. Työssä luotiin ohjekortit suunnittelun tueksi. Ohjekorteissa esitettiin riittävät lähtötiedot kaikista järjestelmistä ja niiden suunnittelusta asuinhuoneistoihin sekä yleisiin tiloihin. Lisäksi ohjekortteihin koottiin suunnitteluohjelmiston käyttöohjeita ja tehokkaita työskentelytapoja.

Opinnäytetyön tuloksena Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy sai ohjekortit yleisimpien asuinrakentamiseen keskittyvien projektien tueksi. Ohjekortit eivät sisällä kaikkea LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita, ja niiden hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-tekniisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Ohjekortteja voidaan hyödyntää perehdytyksessä sekä kokeneemman insinöörin työn tukena. Työssä laadittuja ohjekortteja käyttämällä voidaan säästää aikaa ja tehostaa LVI-suunnittelua. Lopputuloksena yritys sai ohjekortit käyttöönsä toimiston sisäiseen intranettiin.

Avainsanat: LVI-suunnittelu, ohjekortit, asuinrakentaminen, MagiCAD,

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Niklas Ahokas  
Title: Efficient Working Methods in HVAC Design  
Number of Pages: 28 pages + 2 appendices  
Date: 05 March 2025

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Design  
Supervisors: Pasi Partonen, Senior Lecturer

---

The objective of this thesis was to create a general guideline as instruction cards for effective working methods in HVAC design for the commissioning company, thus standardizing the company's working practices. The cards were to address the most common design projects. Additionally, the thesis aimed at compiling user manuals for design software and efficient working methods.

The thesis collected information from applicable industry standards, regulations, and legislation. The thesis focused on the design of heating, cooling, water supply, drainage, and ventilation systems, and the instruction cards were to support the design process, presenting sufficient baseline information for all systems and their design in residential units and common areas.

As a result of the thesis, the commissioning company received instruction cards to support the most common residential projects. The use of the instruction cards requires an understanding and expertise in HVAC systems and their functionality. The cards can be utilized in the training of new employees as well as in supporting the work of more experienced engineers. Ultimately, the cards, available on the company intranet, can save time and enhance the efficiency of HVAC design.

Keywords: HVAC-design, residential construction, MagiCAD

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Talotekniikkaa ohjaavat säädökset	2
3	Kehitystehtävän tausta	3
4	Ohjekortit	5
4.1	Ohjekortin johdanto	7
4.2	Ohjekortin Tekniset vaatimukset -osio	7
4.3	Ohjekortin Piirtotekniset asiat -osio	9
4.4	Ohjekortin Mitoitus-osio	10
4.5	Ohjekortin Omatarkastuslista-osio	11
4.6	Ohjekortin Vaaditut suunnitelmat ja dokumentit -osio	11
4.7	Ohjekortin Liitteet-osio	12
5	LVI-suunnittelu	12
5.1	Dokumentit	13
5.2	Vesi- ja viemärlaitteistot	14
5.3	Ilmanvaihto	17
5.4	Lämmitys	19
5.5	Jäähdytys	22
6	Jatkokehitys	26
6.1	Ylläpito	26
6.2	Uudet ohjekortit ja aiheen laajentaminen muuhun rakentamiseen	27
7	Yhteenveto	27
	Lähteet	1
	Liitteet	
	Liite 1: Ohjekortti käyttövesiverkoston suunnittelusta	
	Liite 2: Ohjekortti lämmitysverkoston suunnittelusta	

## 1 Johdanto

LVI-suunnittelulla tarkoitetaan rakennuksen lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto sekä vesi- ja viemärisuunnittelua. LVI-suunnittelu on suuri osa asuinrakennusten suunnittelua, ja sillä vaikutetaan muun muassa rakennuksen energiatehokkuuteen ja sisäilmaolosuhteisiin. LVI-suunnittelu toteutetaan aina kiinteistökohtaisesti, ja siinä huomioidaan rakennuksen käyttötarkoitus, sijainti ja paikalliset olosuhteet. LVI-suunnittelu täytyy huomioida projektin alusta asti, jotta talotekniikalle saadaan varattua sen tarvitsema tila. LVI-suunnittelijan on oltava yhteydessä läpi projektin arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden kanssa. LVI-suunnittelun perusteella kohteeseen pystytään toteuttamaan laskenta, urakointi ja valvonta. LVI-suunnitelmien dokumentoinnin tulee olla selkeää ja yksiselitteistä.

LVI-suunnittelua ohjaavat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä ympäristöministeriön asetukset (1). Työssä viitataan eri Talotekniikkainfon, FINVAC:in ja LVI-kortiston ohjeisiin koskien asuinrakennuksen LVI-suunnittelua. Työssä hyödynnetään myös joidenkin laitevalmistajien ohjeistuksia eri LVI-suunnittelun osa-alueista.

LVI-suunnittelu on suuri ja aikaa vievä osa rakennusprojektia. LVI-suunnittelussa voidaan selkeiden ohjeistuksien tai mallien puuttumisen takia keskittyä väärin asioihin sekä tehdä turhaa työtä ja pahimmillaan suunniteltuja ratkaisuja joudutaan tarkastelemaan laajasti uudelleen. Tämä aiheuttaa suunnittelijalle ylimääräistä kiirettä ja kuluttaa yrityksen resursseja. Selkeällä ohjeistuksella voidaan tehostaa LVI-suunnittelua ja parantaa suunnittelutyön laatua. Opinnäytetyön tavoitteena on tehostaa LVI-suunnittelua, ja tavoitteeseen pyritään laatimalla ohjekortit suunnittelun tueksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:lle ohjekortit LVI-suunnittelun tehokkaista työskentelytavoista asuinrakentamisen uudis- ja saneerauskohteisiin. LVI-suunnittelu on toteutettu MagiCAD-suunnitteluohjelmistolla. Ohjekortit sisältävät myös suunnitteluohjelmiston tehokkaita

työskentelytapoja kuten pikakomentoja ja ohjeita ohjelmiston työkalujen käyttöön. Työssä perehdytään perusajatuksiin jokaisesta suunnittelualasta asuinhuoneistojen sekä yleisten tilojen suunnittelun osalta. Työssä etsitään aikaisempien projektien tarkastusmuistioiden avulla toistuvia malleja, joita voidaan tarkastella ja kehittää. Tällä tavoin parannetaan työn tehokkuutta ja laatua.

Työn toimeksiantajana toimii Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy on vuonna 1956 perustettu talo- ja rakennetekninen suunnittelu-, valvonta ja projektinjohtotoimisto. Yritys työllistää noin 60 alan ammattilaista Helsingissä ja Turussa. Yritys tarjoaa talo- ja rakenneteknisiä suunnittelu- ja valvonta- sekä projektinjohtopalveluita toimi- ja liiketiloihin, arvorakennuksiin sekä asuntotuotantoon ja taloyhtiöille niin uudis- kuin peruskorjauspuolellakin. (2).

## **2 Talotekniikkaa ohjaavat säädökset**

LVI-suunnittelua ohjaavat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä ympäristöministeriön asetukset. Yhdessä ne muodostavat vaatimukset rakennusten LVI-tekniikalle. Maankäyttö- ja rakennuslaki tulee uudistumaan vuoden 2024–2025 vaihteessa. Muutoksen sisältö ei ole tiedossa työn tekohetkellä, joten työssä viitataan vanhaan olemassa olevaan rakennuslakiin. Ympäristöministeriö määrittää rakentamismääräykset seuraavasti:

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta (3).

Keskeisimmät ympäristöministeriön asetukset ovat ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017), ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista (1047/2027) ja ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017). (1).

LVI-kortisto sekä Tate-RYL ovat talotekniikan rakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia, joiden julkaisijana toimii Rakennustieto. Ne sisältävät yleisesti käytössä olevia oppaita ja ohjeita siitä, miten LVI-järjestelmät toteutetaan hyvän rakennustavan mukaisesti. Näitä ohjeita hyödyntävät suunnittelijoiden lisäksi myös urakoitsijat sillä ne käsittelevät yleisesti asioita detaljitasolla. (1).

Talotekniikkainfo on luotu vastineeksi kumottujen rakentamismääräyskokoelman osien sisältämille ohjeille. Talotekniikkainfon oppaiden pohjalta tehdyt suunnitelmat täyttävät nykyisten rakentamismääräysten vaatimukset. Talotekniikkainfon oppaat sisältävät rakentamismääräyksen kumotuista osista ne oppaat ja ohjeet, jotka edelleen katsotaan ajankohtaisiksi. (1).

FINVAC-Oppaat ilmanvaihdon suunnitteluun sisältävät ohjeet eri rakennusten ilmamäärien mitoittamiseen. Oppaisiin on määritelty taso, jolla saavutetaan rakentamismääräysten asettamat vaatimukset rakennuksen sisäilmastolle. Uusimmat FINVAC-oppaat ovat vuodelta 2019. (1).

Kaukolämpö K1 on energiateollisuuden julkaisema opas kaukolämpölaitteiden mitoittamiseen, toteuttamiseen ja ylläpitoon. Lähes kaikki kaukolämpötoimittajat edellyttävät liittymissopimuksissaan, että asiakas noudattaa oppaassa annettuja ohjeita ja määräyksiä. Uusin K1 julkaisu on vuodelta 2021. (1).

Sisäilmastoluokitus on sisäilmayhdistyksen laatima opas, josta löytyy rakennuksen sisäilmastolle asetetut tavoite- ja suunnitteluarvot sekä ohjeet niihin pääsemiseksi. Sisäilmastoluokituksessa määritellään kolme laatuluokkaa S1 (Yksilöllinen sisäilmasto), S2 (Hyvä sisäilmasto) ja S3 (Tyydyttävä sisäilmasto) vaativimmasta alkaen. Sisäilmaluokituksen laatuluokat sisältävät jokainen omat raja-arvonsa mm. sisälämpötilan, kosteuden ja epäpuhtauksien osalta. Nykyinen voimassa oleva sisäilmastoluokitus on vuodelta 2018. (1).

### **3 Kehitystehtävän tausta**

Työn taustana toimii havaittu kehityskohta yrityksen projektityöskentelyssä ja LVI-suunnittelun haasteet etenkin aloittelevan suunnittelijan näkökulmasta.

Lähtökohdat työhön olivat haastavat, sillä opinnäytetyöntekijällä ei työhön lähdeäessä ollut suunnittelukokemusta kuin muutaman pienemmän projektin muodossa, ja ensimmäinen suurempi linjasaneeraus oli juuri alkanut. Työn alussa tilaajayrityksellä ei ollut koottua yhtenäistä suunnitteluohjetta LVI-suunnittelun tueksi. Suunnitteluohjeita joutui etsimään lukuisista eri lähteistä, minkä lisäksi täytyi osata soveltaa yrityksen käytäntöjä ja toimintatapoja. Kokemattoman LVI-suunnittelijan haasteena voi olla haastavat työtehtävät jo työuran alussa sekä ajan puute. Projektit ovat aikataulutettuja ja budjetoituja, eikä budjettiin ole laskettu asioiden opiskeluun kuluvia tunteja. Kokematon LVI-suunnittelija joutuu käyttämään huomattavan määrän aikaa opetellakseen asioita LVI-tekniikasta ja suunnittelun oikoteistä, joita kokeneemmat suunnittelijat hyödyntävät. Pahimmillaan kokematon suunnittelija uhraa huomattavan määrän tunteja väärin asioihin tai tekee asioita virheellisesti, mistä aiheutuu ylimääräisiä tunteja asian korjaamiseen.

Näiden ongelmien pohjalta pidettiin suunnittelupalaveri yrityksen edustajan kanssa. Palaverissa havaittiin selkeä kehityskohta, jota lähdettiin tässä työssä ratkaisemaan. Ongelman ratkaisuksi päädyttiin luomaan suunnitteluohje, ja ohjeen muodoksi valittiin ohjekortit. Ohjeessa päätettiin keskittyä uudis- ja korjausrakentamiseen asuinrakentamisessa. Aihe haluttiin rajata asuinrakentamiseen mahdollisimman hyvän lopputuloksen takaamiseksi, mutta samalla ajatuksena oli luoda ohjekorteille runko, jonka perusteella yritys voisi halutessaan luoda vastaavat ohjekortit muille rakentamisen osa-alueille.

Ohjekorttien tuloksena onnistutaan vähentämään hukkatunteja, joita kuluu opiskeluun ja tiedonhankintaan. Hyvin laadituilla ohjekorteilla pystytään tarjoamaan vastaukset yleisimpiin suunnittelussa syntyviin kysymyksiin, jolloin säästetään aikaa myös yrityksen tutoreilta, jotka toimivat suunnittelijoiden apuna. Kokemattomalle suunnittelijalle ohjekortit toimivat apuna projektin läpiviennissä ja ehkäisevät tyypillisimpiä virheitä ja mahdollistavat keskittymisen itse suunnitteluun. Kokenut suunnittelija voi ohjekorttien avulla löytää helposti yleisimmät talotekniikan vaatimukset, tärkeimmät suunnittelun apumateriaalit ja hyödyntää ohjekortteja tarkastuslistana suunnittelun tukena. Ohjekortteihin on kerätty riittävät

lähtötiedot LVI-suunnittelun eri osa-alueilta ja oleelliset aineistot, joita LVI-suunnittelun tukena tarvitaan. Tämän lisäksi ohjekortteihin on kerätty tärkeimmät LVI-tekniikalle asetetut vaatimukset sekä tieto siitä, mistä ne löytyvät.

Yrityksen edustajan mukaan tavoitteet opinnäytetyölle olivat seuraavat:

Yrityksen puolesta opinnäytetyön tavoitteena on toistuvien tehtävien vakiointi ja sitä kautta laadun ja tehokkuuden parantaminen. Opinnäytetyön tuloksena syntyvät suunnittelun ohjekortit tulevat toimimaan kokeneemmille suunnittelijoille tarkistuslistoina suunnittelussa huomioitavien asioiden osalta ja nuorille suunnittelijoille osana perehdytystä. Korttien avulla saadaan myös toimiva tapa esimerkiksi uusien viranomaisohjeiden huomioimiseksi tekemällä päivitys korttiin. (4).

Ohjekortit luodaan yrityksen käyttöön ja ne sisältävät mielipiteitä sekä toimiston käytäntöjä, eikä niissä ole käytetty lähdeviittauksia. Ohjekorttien hyödyntäminen vaatii tietoa ja ymmärrystä LVI-tekniikasta eikä ohjekortteja voi hyödyntää suoraan tietolähteenä. Ohjekorttien avulla suunnitteluprosessiin luodaan selkeä kaava, jolla perussuunnittelu toteutetaan. Ohjekortteihin lisätään kommentteja ja lähteitä tilanteisiin, jossa on syytä noudattaa erityistä tarkkuutta, ja ohjeistukset niihin löytyvät jostain muualta.

## 4 Ohjekortit

Tässä luvussa esitellään ohjekorttien rakennetta tarkemmin sekä kuvataan niiden laadintaprosessia. Ohjekortteja luotiin yhteensä 11 kappaletta käsittelemään erilaisia asuinrakentamisen LVI-suunnittelu tilanteita. Ohjekortit luotiin seuraavista aiheista:

- LVI-asemapiirustus
- ilmanvaihto
- painovoimainen ilmanvaihto
- käyttövesi
- viemäri
- lämmitys

- lattialämmitys
- lämmönjakuhuone
- jäähdytys
- kiinteistökartoitus
- projektin läpivienti.

Ohjekorttien luonti aloitettiin miettimällä sopiva runko, jota voitaisiin hyödyntää jokaisessa ohjekortissa. Tarkoituksena oli luoda yksi ohjekortti, jonka perusteella analysoitiin esitystapaa ja sisältöä yhdessä tilaajan kanssa. Malliohjekortin luomisen ja hyväksymisen jälkeen lähdettiin kopioimaan ja soveltamaan ohjekorttia muihin tilanteisiin. Ohjekorteista haluttiin luoda mahdollisimman helppolukuiset ja selkeät, jotta niitä pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Ohjekortteihin ei ollut tarkoitus saada mahtumaan kaikkea LVI-tekniikasta vaan ainoastaan oleelliset lähtötiedot, tärkeimmät tekniset vaatimukset ja viittaukset tarkkuutta vaativiin tilanteisiin sekä ohjeet niistä suoriutumiseen. Kuvassa 1 on esimerkki käyttövesiverkoston suunnitteluun luodusta ohjekortista, jolla havainnollistetaan ohjekorttien rakennetta ja otsikointia.

## Käyttövesiverkoston suunnittelu

Tässä ohjekortissa käsitellään kerrostalon käyttövesiverkoston suunnittelua uudis- ja saneerauskohteissa. Kortissa käsitellään käyttövesiverkoston suunnittelua asuinhuoneistoihin ja yleisiin tiloihin. Käyttövesiverkosto suunnitellaan ja mitoitetaan siten että se täyttää ympäristöministeriön sille asettamat vaatimukset.

Ohjekortin sisältämät tiedot perustuvat osittain yrityksen vakiintuneisiin käytäntöihin sekä mielipiteisiin eikä sitä voi suoraan käyttää tiedonlähteenä. Ohjekortti ei sisällä kaikkea LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita ja sen hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-teknisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Erityistä tarkkuutta vaativissa tilanteissa on viitattu ohjeisiin ja määräyksiin, jotka on syytä lukea suunnittelun yhteydessä. Ohjekortissa ei ole lähdeviittauksia mutta oleelliset aineistot on liitetty ohjekortin loppuun.

- [Tekniset vaatimukset](#)
- [Piirtotekniset asiat](#)
- [Mitoitus](#)
- [Omatarkastuslista](#)
- [Vaaditut suunnitelmat ja dokumentit](#)
- [Liitteet](#)

Kuva 1. Ohjekortin rakenne havainnollistettuna.

#### 4.1 Ohjekortin johdanto

Jokaiseen ohjekorttiin on kirjoitettu johdanto esittelemään lyhyesti ohjekortin sisältö pääpiirteittäin ja vaatimukset, jotka sen on täytettävä. Johdannossa voidaan viitata määräyksiin tai ohjeisiin ja mainita esimerkiksi ohjeita ohjekorttien oikeanlaiseen tulkintaan. Johdantoon on lisätty myös huomioita, kuten esimerkiksi, että ohjekorttien hyödyntäminen vaatii ymmärrystä LVI-tekniikasta eikä niitä sellaisenaan voi hyödyntää tiedonlähteenä. Johdannon tarkoituksena on avata ohjekortin sisältöä pintapuolisesti, niin että lukijalle muodostuu selkeä kuva siitä mitä se käsittelee. Kuvassa 2 on esimerkki yhden ohjekortin johdannosta.

## Käyttövesiverkoston suunnittelu

Tässä ohjekortissa käsitellään kerrostalon käyttövesiverkoston suunnittelua uudis- ja saneerauskohteissa. Kortissa käsitellään käyttövesiverkoston suunnittelua asuinhuoneistoihin ja yleisiin tiloihin. Käyttövesiverkosto suunnitellaan ja mitoitetaan siten että se täyttää ympäristöministeriön sille asettamat vaatimukset.

Ohjekortin sisältämät tiedot perustuvat osittain yrityksen vakiintuneisiin käytäntöihin sekä mielipiteisiin eikä sitä voi suoraan käyttää tiedonlähteenä. Ohjekortti ei sisällä kaikkea LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita ja sen hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-teknisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Erityistä tarkkuutta vaativissa tilanteissa on viitattu ohjeisiin ja määräyksiin, jotka on syytä lukea suunnittelun yhteydessä. Ohjekortissa ei ole lähdeviittauksia mutta oleellimmat aineistot on liitetty ohjekortin loppuun.

Kuva 2. Havainnollistava kuva yhden ohjekortin johdannosta.

#### 4.2 Ohjekortin Tekniset vaatimukset -osio

Osion tarkoituksena on esitellä kyseiselle suunnittelualalle asetettuja yleisimpiä teknisiä vaatimuksia. Teknisiä vaatimuksia on koottu määräyksistä, ohjeista ja toimiston sisäisistä materiaaleista ja toimintatavoista. Esitellyt tekniset vaatimukset voivat olla esimerkiksi erilaiset putkimateriaalit ja niiden

käyttötarkoitukset, rakenteiden läpiviennit ja niissä huomioitavat erityispiirteet tai tärkeimmät tuotteet ja niiden esimerkki tuotetyypitykset. Teknisiin vaatimuksiin on lisätty kommentteja tilanteisiin, joissa vaaditaan erityistä tarkkuutta sekä lähde, josta ohjeet siihen löytyvät. Kuvassa 3 on esitettyä käyttövesiverkoston suunnittelun ohjekortin teknisiä vaatimuksia. Tässä näkyvät yleisimmät vaatimukset, jotka löytyvät lähes jokaisesta ohjekortista. Jokainen ohjekortti palvelee kuitenkin yksilöllistä suunnittelualaa ja tarjoaa yleisen tason lisäksi jokaisen suunnittelualan erityisvaatimukset.

## Tekniset vaatimukset

### Putkimateriaali

- Yleisimpiä putkimateriaaleja ovat kupariputki, komposiittiputki ja PEX-muoviputki.
- Runko- ja jakojohdoina käytetään ensisijaisesti kupariputkea.
- Komposiittiputkea käytetään, jos on vaarana, että alueen vesi syövyttää kupariputkea.
- Jakojohdoina voidaan käyttää myös PEX-muoviputkea.

### Nousulinjat

- Toteutetaanko nousulinjat huoneistokuiluissa vai porraskäytävässä?
- Saneerauskohteessa tarkistetaan, tarvitseeko rakentaa uusia kotelaita putkille.
- Kuilujen mitoitusohje T:\Kuilujen\_mitoitus

### Asennustapa

- Pinta-asennuksena. Käytetään samaa materiaalia kuin jakojohdoissa, kupariputkina kromattua kupariputkea.
- Uppoasennuksena. Putkimateriaalina PEX-putki suojaputkessa seinän sisällä.
- Asennus sokkelissa. Keittiössä yleinen asennustapa PEX-putkelle on viedä putket alas viemärihormissa ja tuoda sieltä lattian alla keittiön sokkeliin. PEX-putket asennetaan suojaputkeen.
- Jakotukit. Mikäli kaikki asennukset tehdään uppoasennuksina, asennetaan vesimittarien jälkeen jakotukit, joista kytkentäjohtot viedään jokaiselle vesipisteelle suojaputkeen asennetulla PEX-muoviputkella.

### Lämpimän veden kierto

- LVK-verkoston suunnittelussa on huomioitava, että lämmintä vettä tulee saada jokaiselta vesipisteeltä 20 sekunnin kuluessa. Mikäli tämä 20 sekunnin aika täyttyy ja huoneistossa ei ole kiertovesipatteria niin kiertojohdohaaraa ei tarvitse vetää asuntoon.
- Liitoskohtiin asennetaan linjasäätöventtiili. Mikäli asunnoissa ei ole kiertovesipattereita niin yksi linjasäätöventtiili kellariin riittää palvelemaan koko linjaa.

### Läpiviennit

- Kantavien rakenteiden läpiviennit pitää aina hyväksyttää rakennesuunnittelijalla.
- Uudiskohteessa kylmäkellareiden, väestönsuojien ja palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan aina tapauskohtaisesti.
- Saneerauskohteessa kylmäkellareiden ja väestönsuojien läpivientejä on syytä välttää, mikäli tiedossa ei ole tulevia rakenteellisia muutoksia. Palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan rakennesuunnittelijan kanssa.
- Mahdolliset väestönsuojan läpiviennit, kuten sulkuhuoneen vesipisteen putkitukset, suunnitellaan VSS:n läpivienteihin tarkoitetuilla tuotteilla esimerkiksi käyttäen Temet Oy:n saneerausläpivientä.
- Märkätilojen vesieristettyjen seinien läpivientejä on pyrittävä välttämään saneerauskohteissa, mikäli tiedossa ei ole rakenteellisia muutoksia vesieristeisiin.

Kuva 3. Esimerkki yhden ohjekortin sisältämistä teknisistä vaatimuksista.

Tämän osion avulla pyritään tarjoamaan pääpiirteiset ohjeet, jolla suunnittelu-prosessi voidaan viedä läpi. Samalla osio toimii eräänlaisena muistilistana tehtävistä ja huomioitavista asioista. Tämän osion tarkoituksena on pyrkiä vähentämään yleisimpiä unohduksia ja virheitä.

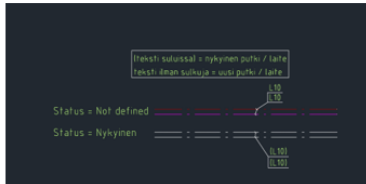
### 4.3 Ohjekortin Piirtotekniset asiat -osio

Suunnitelmat toteutetaan nykypäivänä suunnitteluohjelmistoilla, joten ohjekortteihin luotiin osio käsittelemään tyypillisiä piirtoteknisiä asioita. Suunnitteluohjelmistona on käytetty MagiCAD for Autocad-ohjelmistoa. Osioon on koottu ohjeita ohjelmiston käytöstä, mitoituksen läpiviennistä ja yleisistä tuotetyypeistä, jotka tulisi löytyä projektista. Suunnitteluohjelmistoista löytyy paljon työkaluja, jotka tehostavat suunnittelutyötä mutta niiden oikeaoppinen käyttö vaatii perehtymistä. Kuvassa 4 on esitetty yhden ohjekortin piirtoteknisiä asioita.

#### Piirtotekniset asiat

Saneerauskohteessa uuden ja olemassa olevan putken/laitteen erottelu.

- Uusi putki / laite = Teksti ilman sulkuja, status Not Defined
- Vanha putki / laite = Teksti suluissa, Status Nykyinen



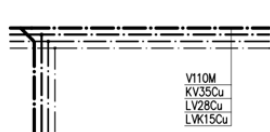
#### MagiCAD tuotteiden lisääminen

- Vesikalusteet
  - Kylpyhuonehanat (0,1)
  - Keittiöhanat (0,2)
  - Suihkut (0,2)
  - WC (0,1)
  - Pesukoneventtiilit (0,2)
- Linjasäätöventtiilit
- Sulkuventtiili

#### Kopiointi

- Kerrostaloissa asuinkerrokset ovat usein samanlaisia, joten tehokasta on mallintaa yksi kerros valmiiksi ja tarkastuttaa se vastuullisella suunnittelijalla. Tämän jälkeen kerrosta voi kopioida ylöspäin ja muokata tarvittavin osin.
- Samaa periaatetta on hyvä hyödyntää kylpyhuoneiden ja wc:n kanssa, mikäli niissä on toistuvuutta. Kokonaisia kylpyhuoneita voi kopioida.

#### Nimeäminen



Putkien mitat esitetään järjestyksessä vasemmalta oikealle tai ylhäältä alas piirustuksen suunnassa.

- Selitteet putkiteksteille ja lyhenteille löytyvät täytyy löytyä suunnitelman sivutekstistä.

Kuva 4. Esimerkki yhden ohjekortin piirtoteknisistä asioista.

#### 4.4 Ohjekortin Mitoitus-osio

LVI-järjestelmien mitoitus on olennainen osa LVI-suunnittelua ja vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiankulutukseen sekä viihtyisiin asumisoloihin. Ohjekortteihin on kerätty olennaisimmat asiat järjestelmien mitoituksesta ja viitattu ohjeisiin, jotka on syytä lukea mitoituksen yhteydessä. Mitoituksen alle on kerätty yleisimmät ongelmakohdat ja tieto siitä, mistä niihin löytyy ratkaisuja. Kuvassa 5 on esitetty käyttövesiverkoston ohjekortin Mitoitus osiota.

### Mitoitus

- Käyttövesiverkoston kytkentäkaavioista löytyy verkoston lämpötilat ja pumpun tiedot, joiden perusteella verkosto mitoitetaan.
- Lämpimän veden lämpötilan lämpötila on minimissään 55°C ja maksimissaan 65°C. Nopeus putkessa saa olla maksimissaan 3 m/s.
- Kylmän veden lämpötila suunnitellaan maksimissaan 20°C. Nopeus putkessa saa olla maksimissaan 4 m/s.
- LVK-verkoston lämpötila on 58–60°C. Nopeus putkessa saa olla enintään 0.5 m/s.
- Lämpimän kiertojohdon virtaama mitoitetaan 30–40 %:iin lämpimän veden mitoitusvirtaamasta.
- Verkoston lämpötilat syötetään MagiCAD:iin joka osaa mitoittaa järjestelmän sen avulla.
- Mitoituksen avulla verkostoon saadaan oikeat putkikoot ja tasapainotetaan verkosto.
- Yleisimmät ongelmat liittyvät mallinnuksen avoimiin päihin ja haarojen epätasapainoon. Virhetilanteissa apua kannattaa kysyä kokeneemmalta suunnittelijalta. (Täydentyy myöhemmin)

Kuva 5. Esimerkki yhden ohjekortin mitoitusohjeista.

Mitoitukset tehdään yleensä suunnitteluohjelmistolla. Ohjekortteihin on esitelty yleisimmät asiat mitä täytyy huomioida mitoitusta suorittaessa ja yleisimmät varoitukset, joita ohjelmisto antaa mitoituksessa. Mitoitustulokset käydään aina läpi insinöörin toimesta mahdollisten virheiden välttämiseksi.

## 4.5 Ohjekortin Omatarkastuslista-osio

Ohjekortteihin on luotu omatarkastuslista projektin läpiviennin tueksi. Omatarkastuslista toimii kaikille suunnittelijoille muistilistana tehtävistä asioista. Omatarkastuslistaan on kerätty tärkeimmät muistettavat asiat suunnittelussa. Kuvassa 6 on esitetty omatarkastuslista yhdestä ohjekortista.

### Omatarkastuslista

#### Työvaiheet

- Kohteeseen tutustuminen
- Kiinteistökierrros
- Mallinnus
- Mitoitus
- Sivutekstit
- Lopputarkastus
- Tulostukset
- Selosteet

#### Suunnitelman ulkoasu

- Selkeä luettava
- Arkkitehdin merkinnät ovat näkyvillä
- Sivutekstit ja selitteet lisätty
- Mittakaavat oikein
- Yleisilme on yhtenäinen
- Saneerauskohteessa uuden ja vanhan laitteen erottaminen

#### Yleisimmät kompastuskivet

- Läpiviennit (palokatkot, kantavat rakenteet, VSS, märkätilat)
- Risteämät (muut suunnittelualat)
- Ongelmat mitoituksessa

Kuva 6. Kuva ohjekortin omatarkastuslistasta.

## 4.6 Ohjekortin Vaaditut suunnitelmat ja dokumentit -osio

Ohjekortteihin on listattu jokaiselle suunnittelualalle vaaditut suunnitelmat ja dokumentit, joita vaaditaan rakennuslupahakemukselle sekä muut projektissa

yleisesti tarvittavat dokumentit. Ohjekortteihin on lisätty ohjeita dokumenttien tekemiseen.

#### 4.7 Ohjekortin Liitteet-osio

Ohjekorteissa on hyödynnetty talotekniikkainfon, LVI-kortiston ja laitevalmistajien materiaaleja lähteinä. Liitteisiin on kerätty oleelliset linkit, ohjeet ja määräykset kyseisen suunnittelutilanteen avuksi.

### 5 LVI-suunnittelu

Tässä luvussa käsitellään LVI-suunnittelun eri osa-alueita pääpiirteittäin sekä niiden tärkeimpiä teknisiä vaatimuksia. Tässä luvussa käydään läpi oleelliset aineistot ja ohjeet, joita LVI-suunnittelussa tarvitaan. LVI-suunnittelu sisältää kohteen käyttövesi-, viemäri-, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelua. LVI-suunnittelu sisältää lisäksi jäähdytys- ja rakennusautomaatio suunnitelmat. Projektissa tarvitaan seuraavat LVI-suunnitelmat ja asiakirjat:

- LVI-pohjapiirustukset
- LVI-asempiirustus
- detaljipiirustukset
- kaaviot ja selostukset.

LVI-suunnittelun yleisiä ohjeistuksia löytyy seuraavista LVI-kortiston osista:

- LVI-kortiston osio 0 Yleistä
- LVI-kortiston osio 5 LVI-eristykset
- RT-kortti 103684 (LVIA- ja sammutuslaitteistojen piirrosmerkit)
- LVI-kortti 20–10348 (Putkistojen asennus)
- LVI-kortti 12–10217 (putken läpiviennit).

Näistä lähteistä löytyvää tietoa on hyödynnetty lähes jokaisessa ohjekortissa.

## 5.1 Dokumentit

Tässä esitellään tarkemmin LVI-suunnitteluun kuuluvia dokumentteja perustuen LVI-korttiin 03-10335 Piirustus- ja asiakirjaluettelo (5).

### G0 Yleiset LVI-järjestelmät

- asiakirjaluettelo
- LVI-työselostus
- kojeluettelo.

### G1 Lämmitys

- kytkentäkaaviot
- lämmityksen tasokuvat.

### G2 Vesi ja viemäri

- LVI-asemapiirustus
- vesikalusteluettelo
- KVV-tasokuvat
- KVV-laitteistoselvitys
- kaivokuvat.

### G3 Ilmanvaihto

- palo- ja moottoripeltiluettelo
- ilmanvaihdon tasokuvat.

### G4 Kylmätekniset järjestelmät

- kytkentäkaaviot
- jäähdytyksen tasokuvat.

## 5.2 Vesi- ja viemärlaitteistot

Vesi- ja viemärisuunnittelua ohjaa ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017. Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 3 § mukaan vaatimukset rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistolle määritellään seuraavasti:

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelussa siitä, että rakennus täyttää käyttötarkoituksen mukaisesti vesi- ja viemärlaitteistojen turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyys- ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset. Suunnitelmasta on käytävä ilmi vesi- ja viemärlaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit. (6).

Vesi- ja viemärisuunnittelulla tarkoitetaan kiinteistön sisä- ja ulkopuolisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelua. Vesi- ja viemärisuunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että järjestelmät toimivat oikein ja vastaavat kiinteistön tarpeita. Vesi- ja viemärlaitteiston suunnittelussa tulee noudattaa voimassa olevia rakentamismääräyksiä ja standardeja, joilla varmistetaan järjestelmien toimivuus ja turvallisuus. Asianmukaisesti toteutettu vesi- ja viemärisuunnittelu täyttää kaikki viranomaisvaatimukset, jolloin se voidaan hyväksyä käyttöön. Vesi- ja viemärisuunnittelun ohjeistuksia löytyy LVI-kortiston osiosta 2 vesi- ja viemärijärjestelmät. Vesi- ja viemärisuunnitteluun kuuluu seuraavat asiat:

- käyttövesiverkosto ja vesikalusteet
- jäte- ja sadevesiviemärit
- hulevesijärjestelmät sekä ulkopuoliset järjestelmät ja laitteet
- pumppaamot.

Käyttövesisuunnittelulla tarkoitetaan rakennuksen vesijohtoverkoston sekä vesikalusteiden suunnittelua ja mitoitusta. Käyttövesiverkosto suunnitellaan siten että sillä varmistetaan miellyttävät ja terveelliset olosuhteet.

Käyttövesiverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit ovat kupari-, RST- ja erilaiset muoviputket (7). Kuvassa 7 on esitetty hyväksytyt putkimateriaalit tarkemmin.

**Taulukko 3.**  
Käyttövesiverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit ja liitostavat.

Putkimateriaali <sup>1)</sup>	Liitos <sup>1)</sup>	Huomautus
<b>Metalli</b>		
– kupari	Juotos, puristus	Suositus veden happamuudelle: 7,5 °dH ≤ pH ≤ 9,0 °dH Mitat taulukossa 4, juotostavat taulukossa 5
– ruostumaton teräs	Hitsaus, kierre, puristus	EN 1.4401, AISI 316
<b>Muovi</b>		
– PEM, PEH	Puristus, hitsaus, laippa	Muoviputkien ja monikerrosmuovi- putkien
– PEX	Puristus	nimellispaine vähintään PN 10
– PP	Puristus, hitsaus	Hitsausliitokset (PEM,PEH, PP)
– monikerrosmuoviputket	Puristus <sup>2)</sup>	valmistajan ohjeiden mukaisesti.

<sup>1)</sup> Putkimateriaalien ja puristusliittimien tulee olla laadultaan testattuja ja tarkastettuja. Riippuen liittintyyppistä puristusliittimissä on tiivisteenä metalli- tai kumirengas, asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti,

<sup>2)</sup> Liittäminen vain putkivalmistajan liittimillä.

Kuva 7. Käyttövesiverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit ja liitostavat LVI-kortin 20–10328 mukaan (7).

Käyttövesiverkoston nousut suunnitellaan yleensä huoneistokuiluihin palvelemaan yhtä asuntolinjaa tai porrashuoneen nousukuiluun palvelemaan yhtä kerrosta. Jokainen käyttöveden haara varustetaan sulkuventtiilillä ja kiertovesijohto linjasäätöventtiilille. Nykypäivänä vedenmittaus tapahtuu huoneistokohtaisesti. Käyttövesiputket voidaan asentaa näkyville pinta-asennuksina tai piiloon uppo-asennuksina.

Käyttövesiverkoston mitoitus tapahtuu D1/2007 Liite 2 avulla (8). Käyttövesiverkoston mitoituksessa tärkeitä huomioitavia asioita ovat verkoston painetaso, virtausnopeudet sekä verkoston äänitasot. Käyttövesiverkoston mitoituksessa on huomioitava sallitut lämpötilat legionellariskin minimoimiseksi sekä vesikalusteelta saatavan lämpimän veden odotusaika (9).

Viemärisuunnittelulla tarkoitetaan jäte- ja sadevesiviemäroinnin suunnittelua rakennuksen jäte- ja sadevesien poisjohtamiseksi. Suomessa yleinen tapa viemäroidä on viettoviemärointi, jossa viemäriputki suunnitellaan kallistuksella virtausuuntaan. Yleisimpiä viemäriputkimateriaaleja ovat erilaiset muovi-, valurauta ja RST-viemärit (7). Kuvassa 8 on esitettyä yleisimmät putkimateriaalit tarkemmin.

Taulukko 6.  
Yleisimmät kiinteistöviemärien putkimateriaalit ja nimelliskoot (DN 32...200).

Nimelliskoko DN	Nimellinen ulkohalkaisija x vähimmäisseinämänpaksuus d <sub>n</sub> x e mm x mm						
	PP B/BD <sup>1)</sup>	PP Miner.vahv. <sup>2)</sup>	PVC-U B/BD <sup>1)</sup>	PE B/BD <sup>1)</sup>	PEH <sup>3)</sup>	Valurauta	Ruostumaton teräs <sup>4)</sup>
32	32 x 1,8/1,8	–	–	32 x 3,0/3,0	–	–	–
40	40 x 1,8/1,8	–	–	40 x 3,0/3,0	–	–	–
50	50 x 1,8/1,8	58 x 4,0	–	50 x 3,0/3,0	–	58 x 3,5	50 x 1,0
70	75 x 1,9/2,3	78 x 4,5	75 x 3,0/3,0	75 x 3,0/3,0	75 x 4,5	75 x 3,5	75 x 1,0
100	110 x 2,7/3,4	110 x 5,3	110 x 3,2/3,2	110 x 3,4/4,2	110 x 6,6	110 x 3,5	110 x 1,0
(125)	125 x 3,1/3,9	135 x 5,3	125 x 3,2/3,2	125 x 3,9/4,8	125 x 7,4	125 x 3,9	–
150	160 x 3,9/4,9	160 x 5,3	160 x 3,2/4,0	160 x 4,9/6,2	160 x 9,5	160 x 4,0	160 x 1,5
200	200 x 4,9/6,2	–	200 x 3,9/4,9	200 x 6,2/7,7	200 x 11,9	200 x 5,0	–

<sup>1)</sup> Käyttöalueita B ja BD vastaavat vähimmäisseinämänpaksuudet.

Käyttöalue B: käyttö vain rakennuksen sisällä pohjalaatan yläpuolella.

Käyttöalue BD: käyttö rakennuksen sisällä ja maahan asennettuina kiinteistön alueella (kevyt liikenne).

Putkien ja putkikyhteiden merkinnöissä mm. käyttöalueen tunnus ja putkissa merkintä kelpoisuudesta

kyimään ilmaston: \* (jääkide), standardin numero.

<sup>2)</sup> Mineraalivahvisteinen polypropeeni, käyttö kerrostalojen kytkentä- ja kokoojaviemäreinä.

<sup>3)</sup> Esimerkki paineviemäriputkesta, paineluokka PN 6, paineluokan valinta nostokorkeuden, paineenvaihteluiden ja ulkoisen kuormituksen perusteella.

<sup>4)</sup> Ruostumaton teräs AISI 304 (rakennuksessa) tai AISI 316 (rakennuksessa ja maassa).

Kuva 8. Yleisimmät viemärien putkimateriaalit ja nimelliskoot liitostavat LVI-kortin 20–10328 mukaan (7).

Jätevesiviemäri-laitteiston mitoittamiseen löytyy ohjeita D1/2007 Liite 4 ja sadevesilaitteiston mitoittamiseen ohjeita löytyy D1/2007 Liite 7 (10;11). Viemärisuunnittelussa on tärkeää huomioida padotuskorkeus, tarvittavat kaadot viemäriille sekä äänitekniset asiat.

Ulkopuoliset järjestelmät suunnitellaan LVI-asemakuvaan. Ulkopuolisilla vesi- ja viemärijärjestelmillä tarkoitetaan tonttiliittymiä ja tonttivilmärointejä, talojen välisiä putkivetoja sekä hulevesien käsittelyä. Ulkopuolisiin viemärijärjestelmiin kuuluvat myös kaivosuunnittelu. Ulkopuolisten järjestelmien suunnitteluun löytyy apua RT-kortista 103398 asemapiirustuksen laatiminen (12).

Pumppaamot suunnitellaan viemärointeihin, mikäli niitä ei ole mahdollista toteuttaa viettoviemäriillä esim. korkeuserojen takia tai ne jäävät padotuskorkeuden alapuolella. Pumppaamalla voidaan pois johtaa rakennuksen jäte-, sade- ja perusvesiä. Pumppaamot suunnitellaan siten, että niiden huoltaminen on helppoa, eikä siitä aiheudu merkittävää ääni- tai hajuhaittaa (13). Jos pumppaamo suunnitellaan sijoitettavaksi sisätiloihin, niin se vaatii omalla ilmanvaihdolla toimivan tilan. Pumppaamot tuuletetaan aina erillisellä tuuletusputkella ja yleensä

vesikatolle asti. Tuuletusputki voidaan jättää myös ulos pihatasolle, mutta silloin on varmistettava, että siitä ei aiheudu hajuhaittaa ympäristöön. Pumppaamot varustetaan takaiskuventtiilille takaisinvirtauksen estämiseksi.

RT-kortin 103405 mukaan erilaiset pumppaamot ovat jätevesi-, hulevesi- ja perusvesipumppaamo (13).

Pumppaamoista ja niiden suunnittelusta löytyy tietoa RT-kortista 103405 Pumppaamot. Pumppaamon mitoitukseen löytyy ohje D1/2007 liite 2. Eri laitevalmistajat tarjoavat suunnittelun tueksi omia valmiita mitoitushjelmiaan, joita kannattaa hyödyntää.

### 5.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon suunnittelua ohjaa ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Asetuksen 1009/2017 8 § mukaan ilmanvaihdon vaatimukset määritellään seuraavasti:

Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia. (14).

Asetuksen mukaan ilmanvaihtojärjestelmät on suunniteltava siten että ilmanvaihtojärjestelmän toimintoja voidaan mitata, ohjata ja seurata ja järjestelmä kestää oikein käytettynä ja huollettuna toimintakuntoisena sille suunnitellun käyttöiän. Lisäksi järjestelmän toiminta voidaan kokonaisuudessaan pysäyttää.

Ilmanvaihtotapoja on useita ja esitellään seuraavaksi niistä yleisimmät. Ilmanvaihdon suunnittelussa huomioidaan uudiskohteissa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ja saneerauskohteissa usein koneellinen poistoilmanvaihto tai vanha painovoimainen ilmanvaihto.

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on nykyään yleinen uusissa asuinrakennuksissa. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa ilma puhalletaan sisään ja ulos ilmanvaihtokoneen kautta. Järjestelmän etuina on ilmamäärien tarkka säätö, joka takaa jatkuvan ja tasaisen ilmanvaihtuvuuden sekä mahdollistaa lämpimän tuloilman puhaltamisen sisään. Koneellinen tulo ja poistoilmanvaihto on energiatehokas, kun hyödynnetään poistoilman lämmöntalteenottoa ja käytetään se tuloilman lämmitykseen. Asuinkerrostaloissa koneellinen ilmanvaihto voidaan toteuttaa keskitetysti tai huoneistokohtaisesti. Keskitetyssä rakennuksen ilmanvaihto toteutetaan yhteisillä ilmanvaihtokoneilla, jolloin myös säätö tapahtuu keskitetysti yleisesti kello- tai lämpötilaohjauksella. Huoneistokohtaisessa jokaisessa asunnossa on oma ilmanvaihtokone, jonka tehoa asukas pystyy säätämään tarpeen mukaan. (15).

Koneellinen poisto on tapa tehostaa rakennuksen ilmanvaihtoa esimerkiksi huippuimurilla tai venttiilikohtaisilla poistoilmapuhaltimilla. Koneellisen poiston toimintaperiaate perustuu ulkoa saatavaan korvausilmaan ja poistoilmapuhaltimella poistettavaan ilmaan likaisista tiloista kuten keittiö ja kylpyhuone. Korvausilma saadaan yleensä ulkoseinään tai ikkunankarmeihin asennettujen korvausilmaventtiilien avulla. Asuinkerrostaloissa koneellista poistoa ohjataan yhteisesti eikä asukkaille ole mahdollisuutta säätää oman asunnon ilmanvaihdon tehokkuutta. (16).

Painovoimainen ilmanvaihto on yleinen vanhoissa rakennuksissa, etenkin ennen 1960-lukua rakennetuissa taloissa. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilan ja tuulen aiheuttamiin paine-eroihin sisä- ja ulkoilman välillä. Painovoimaisella ilmanvaihdolla voidaan välttää monimutkaisia teknisiä ratkaisuja. Painovoimaisen ilmanvaihdon haaste on sen riippuvuus ulkoisista tekijöistä, mikä johtaa helposti ongelmaan, jossa korvausilman määrä ei ole riittävä. (17).

Ilmanvaihdon mitoitukseen ohjeet löytyvät FINVAC:in oppaasta asuinrakennuksen ilmanvaihdon mitoitus (18). Ilmanvaihdon suunnittelussa otetaan huomioon haluttu sisäilmastoluokka ja sille asetetut vaatimukset, jotka löytyvät

sisäilmastoluokitukselta. Ilmanvaihdon suunnittelussa kannattaa hyödyntää eri laitevalmistajien materiaaleja ja mitoitusohjelmia hyvän lopputuloksen takaamiseksi.

Ilmanvaihdon suunnittelussa tärkeää on huomioida paloturvallisuus ja ohjeita sen huomioimiseen suunnittelussa löytyy ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus sekä rakennusten koneellisen savunhallinnan suunnitteluoppaista, jotka löytyvät Talotekniikkainfon sivuilta.

## 5.4 Lämmitys

Lämmityssuunnittelun tarkoituksena on kattaa rakennuksen lämpöhäviöt sekä pitää sisäilmaolosuhteet mieluisina. Miellyttävät sisäilmaolosuhteet määrittää sisäilmastoluokitus. Rakennusten lämmittämiseen on monia eri tapoja ja tässä esitellään pikaisesti yleisimmät asuinrakentamisessa käytetyt tavat.

Yleisimpänä lämmöntuotantotapana Suomessa käytetään edelleen kaukolämpöä ja Motivan mukaan vuonna 2018 noin 46 prosenttia Suomen asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergiasta tuotettiin kaukolämmöllä (19). Kaukolämpöä saa Suomessa noin 170 kunnassa. Kaukolämmön suunnitteluun löytyy ohjeita K1 Rakennusten kaukolämmitys oppaasta. Muita yleisiä asuinrakennuksissa käytettäviä lämmöntuotantotapoja ovat maalämpö, sähkölämmitys ja erilaiset lämpöpumput. Päälämmönlähteeseen voidaan yhdistää lisälämmön lähteitä kuten aurinkopaneelit, poistoilmalämpöpumppu tai sähkölämmitys.

Lämmönjakotapoja on myös erilaisia ja esitellään nekin tässä pikaisesti. Yleisimpiä tapoja ovat patterilämmitys sekä lattialämmitys. Muita tapoja on esimerkiksi ilma- ja säteilylämmitys, jolloin hyödynnetään esimerkiksi puhallinkonvektoreita tai lämmityspalkkeja.

Tässä työssä on keskitytty pääasiassa kaukolämmitettyihin kerrostaloihin ja ohjekortit on luotu vesikiertoisen patteri- ja lattialämmitykseen suunnitteluun. Lämmitysverkostot ovat yleensä suljettuja järjestelmiä.

Yleisimpiä hyväksytyjä lämmitysverkostoissa käytettäviä putkimateriaaleja ovat teräs-, kupari- ja erilaiset muoviputket (7). Kuvassa 9 on esitetty tarkemmin hyväksytyjä putkimateriaaleja.

Taulukko 1.  
Lämmitysverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat ja käyttöalueet.

Putkimateriaali	Liitostapa	Tavallisin käyttöalue
Teräs	Hitsausliitos	Runko- ja kytkentäjohtot, kauko- ja aluelämpöputket
	Kierreltiitos	Kytkeäjäjohtot
	Laippaliitos	Lämmitysputket, LTO-putket
	Urallittimet	Lämmitysputket
Ohutseinäinen teräs	Puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohtot
Kupari	Kapillaarijuotos, puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohtot, lattialämmitysputket
	Laippaliitos	LTO-putket
	Kovajuotos	Kauko- ja aluelämpöputket
PEL	Puristusliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEM	Hitsausliitos, laippaliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEH, PP	Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos	Lumensulatusputket
PEX happidifфуusio-suojattuna	Puristusliitos	Lattialämmitysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkentäjohtot, aluelämpöputket
Komposiitti	Puristusliitos	Lämmitysputket

Kuva 9. Lämmitysverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat ja käyttöalueet LVI-kortin 20–10328 mukaan (7).

Vesikiertoinen patterilämmitys on yleinen ja pitkäikäinen lämmitysjärjestelmä, jossa lämpö siirretään huonetiloihin vesikiertoisten pattereiden avulla. Se on erityisen yleinen Suomessa ja muissa kylmissä ilmastoissa. Vesikiertoisen patterilämmityksen peruseriaate on se, että lämmönsiirtimellä lämmitetty neste kiertää putkistoa pitkin pattereille, jotka luovuttavat lämpöä ulospäin lämmitettävään tilaan. Vesi kiertää järjestelmässä jatkuvasti ja viilentynyt vesi palautuu aina takaisin lämmönsiirtimille. Vesikiertoisen patteriverkoston etuja ovat pitkäikäisyys, tehokkuus ja helppo ylläpito.

Yleisesti käytetyt patterityypit ovat seuraavat:

- Radiaattorit. Radiaattorin lämpöä luovuttava ulkopinta on samaa kokoluokkaa kuin sisäpuolinen vesipinta-ala. Tehoja voidaan lisätä konvektiolevyillä.

- Konvektorit. Konvektorin lämpöä luovuttava ulkopinta-ala on merkittävästi vesipinta-alaa suurempi.
- Putkipatterit. Valmistettu kupari- tai teräspatkista. Lämmönluovutus-tehoa voidaan kasvattaa erilaisilla konvektiolevyillä.
- Erikoispatterit. Käytetään yleisesti sisustusratkaisuihin sovellettuina ja niillä lämmitetään huoneilman lisäksi ilmanvaihdon edellyttämää korvausilmaa. (20).

Yleisesti käytetyt jakotavat ovat seuraavat:

- Yksiputkijärjestelmä. 2–5 patteria kytketään sarjaan putkilenkillä. Vesi kiertää jakotukilta patterien kautta takaisin jakotukille käymättä välissä lämmönsiirtimellä. Veden lämpötila alenee lähestyttäessä jakotukkia.
- Kaksiputkijärjestelmä. Rungosta tai jakotukeilta tuodaan jokaisella patterille oma meno- ja paluuputki. Kaksiputkijärjestelmässä jokainen patteri saa saman lämpöistä vettä.
- Käännetty paluuputkijärjestelmä. Jokainen patteri yhdistetään runkoputkiin siten että lähes jokaisen samaan kiertopiiriin kuuluvan patterin virtauspiiri tulee yhtä pitkäksi. Tällä saadaan virtauspiirien painehäviöt pieniksi eikä patterien tasapainotusta yleensä tarvita. (20).

Yleisesti käytettävät putkitukset ovat seuraavat:

- Yläjakoinen. Yleensä toteutetaan kaksiputkijärjestelmänä. Runkoputket sijoitetaan katonrajaan, josta kytkentäjohdot tiputetaan pattereille.
- Alajakoinen. Yksiputki- tai kaksiputkijärjestelmänä. Runkoputket sijoitetaan patterien alapuolelle, josta kytkentäjohdot patterille. (20).

Vesikiertoisen patterilämmityksen suunnitteluun löytyy ohjeita LVI-kortista 12–10343 (20). Patterien tehojen laskennassa kannattaa hyödyntää laitevalmistajien mitoitusohjelmia.

Vesikiertoinen lattialämmitys on moderni ja energiatehokas lämmitysjärjestelmä, jossa lämmin vesi kiertää lattiaan asennetuissa putkistoissa. Tässä järjestelmässä lattia toimii suurena lämpöpatterina, joka jakaa lämpöä tasaisesti huoneeseen. Vesikiertoinen lattialämmitys soveltuu sellaisenaan erinomaisesti rakennuksen lämmitysmuodoksi tai voidaan suunnitella esimerkiksi patterilämmityksen rinnalle. Tällöin lattialämmitys voidaan suunnitella märkätiloihin kuten

pesuhuoneisiin ja saunoihin, jolloin ne tehostavat tilojen kuivumista ja pitävät tilat miellyttävän lämpöisinä myös lämmityskauden ulkopuolella. Lattialämmityksen suunnitteluun löytyy ohjeita LVI-kortista 13–10261 (21).

Lattialämmityspotkena käytetään yleisesti happidiffuusiosuojattua muoviputkea tai muovipinnoitettua kupariputkea. Lattialämmitys suunnitellaan jokaiseen huonetilaan omana piirinään tai tarvittaessa useampaan piiriin.

Lattialämmityksen suunnittelussa LVI-suunnittelija tekee seuraavat asiat:

- laskee tilakohtaisen tehontarpeen ja suunnittelee järjestelmän runkoputket.
- määrittää suunnittelussa käytettävän kiertoveden meno- ja paluu lämpötilan välisen eron sekä enimmäislämpötilan.
- mitoittaa runkoputket jakotukille asti.
- määrittää tasapainotuksessa tarvittavat esisäätöarvot linjasäätöventtiileille. (22).

Laitetoimittaja mitoittaa lattialämmityspiirin ja tekee putkitussuunnitelman lämmitystehontarpeiden ja LVI-suunnittelijan muiden tietojen perusteella (22).

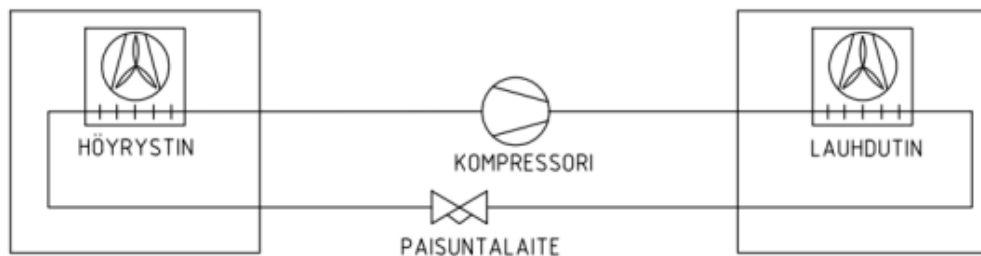
## 5.5 Jäähdytys

Ilmaston muuttuessa rakennusten jäähdytys yleistyy nykypäivänä koko ajan enemmän. Jäähdytystarvetta syntyy erityisesti kesällä auringosta mutta sitä syntyy myös koneista, tietotekniikasta ja sähkölaitteista. Rakennuksen jäähdytys perustuu rakennuksen jäähdytystarpeeseen ja sen laskentaan. Rakennuksen jäähdytystarpeen määrittämiseen löytyy ohjeet LVI-kortista 34-10203 Rakennuksen jäähdytystarpeen määrittäminen. Rakennuksen jäähdytys voidaan toteuttaa passiivisilla tai aktiivisilla menetelmillä. Passiiviset menetelmät tarkoittavat rakennuksen lämpötilaolosuhteiden hallintaa rakennussuunnittelijan valinnoilla. Aktiiviset menetelmät tarkoittavat rakennuksen jäähdyttämistä taloteknisin keinoin. Jäähdytystapoja on monia kuten jäähdyttäminen kaukokylmällä, erilaiset vedenjäähdytyskoneet ja nykypäivänä yleistyvät ilmalämpöpumput. Tässä

kappaleessa esitellään yleisimmät asuinrakentamisessa käytettävät jäähdytyksen järjestelmät.

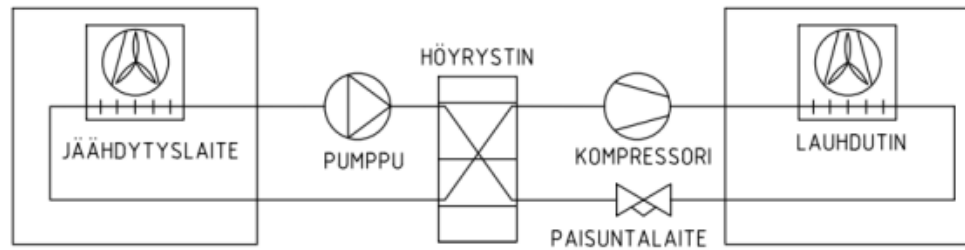
- Suorahöyrystein ja välillinen jäähdytys
- Keskitetty ja hajautettu järjestelmä.

Suorahöyrysteinisen jäähdytysjärjestelmän kylmälaitteen höyrystin on sijoitettu suoraan jäähdytettävään kohteeseen ja jäähdytettävä aine on suorassa kontaktissa kylmälaitoksen höyrystimeen. Suoran jäähdytyksen etuja ovat yksinkertaisuus sekä lyhyet putkietäisyydet. Kuvassa 10 on esitetty suorahöyrysteinisen jäähdytysjärjestelmän toimintakaavio.



Kuva 10. Suorahöyrysteinisen jäähdytysjärjestelmä (23).

Välillisen jäähdytysjärjestelmän toiminta perustuu lämpöä siirtävään väliaineeseen, joka höyrystää kylmäaineen. Höyrystimellä jäähdytetty väliaine käytetään rakennuksen jäähdyttämiseen erilaisilla jäähdytyslaitteilla. Välillisen järjestelmän etuja ovat pienemmän kylmäainetäytöksen mahdollisuus suuremmissa jäähdytysjärjestelmissä sekä vuotoriskin poistuminen jäähdytettävästä tilasta. Kuvassa 11 on esitetty välillisen jäähdytysjärjestelmän toimintakaavio.



Kuva 11. Väliäinen jäähdytysjärjestelmä (23).

Keskitettyssä jäähdytysjärjestelmässä yksi kylmälaitos palvelee koko rakennuksen jäähdytettäviä tiloja. Hajautetussa jäähdytysjärjestelmässä kylmälaitteita on useita, jotka palvelevat yksikkökohtaisesti jäähdytyslaitteen sijoitustilassa, kuten asunnossa.

Kaukojäähdytys tarkoittaa keskitetysti tuotetun jäähdytetyn veden toimittamista useille rakennuksille vastaavasti kuin kaukolämpö. Kaukojäähdytys on kustannus- ja energiatehokas ratkaisu koska sitä tuotetaan suurelle massalle kerralla. Kaukojäähdytyksen etuja ovat ympäristöystävällisyys, kilpailukykyinen hinta ja luotettava jäähdytysenergian lähde. Kaukojäähdytystä tarjotaan kaukolämpöyrittäjien toimesta jo usealla paikkakunnalla. (24). Kaukojäähdytys on esitelty tarkemmin LVI-kortissa 34-10462 Kiinteistöjen kaukojäähdytys. Kaukojäähdytyksen suunnitteluun löytyy ohjeita J1 Rakennusten kaukojäähdytys oppaasta, jonka uusin painos on vuodelta 2023 (25).

Kiinteistöjäähdytys sopii kaukolämpöverkossa oleviin rakennuksiin ja se tehdään kiinteistöön sijoitettavan lämpöpumpun avulla. Kiinteistöjäähdytyksen toiminta perustuu kiinteistön jäähdyttämiseen lämpöpumpulla, jonka avulla kerätty lämpö palautetaan takaisin kaukolämpöverkkoon. Kiinteistöjäähdytystä on saatavissa ainakin Helsingissä ja Kuopiossa. Kiinteistöjäähdytyksen suunnitteluun löytyy Helenin luoma ohje (26).

Vedenjäähdytyskoneet ovat välillisiä jäähdytysjärjestelmiä, joiden tehtävänä on viilentää verkostossa käytettävää vettä. Se hyödyntää suljetussa jäähdytyspiirissä kulkevaa kylmäainetta, joka imee lämpöä vedestä vapauttaen sen ympäristöön. Vedenjäähdytyskoneet ovat yleisiä rakennuksissa, jotka ovat energia-verkkojen ulottumattomissa. Vedenjäähdytyskoneen etuja ovat varmatoimisuus, helppokäyttöisyys ja kohtuullinen hinta.

Jäähdytysverkostossa yleisimmin käytettäviä putkimateriaaleja ovat teräs-, kupari- ja erilaiset muoviputket (25). Kuvassa 12 on esitetty yleisesti käytettävät putkimateriaalit tarkemmin.

Putkimateriaali	Liitos	Huomautus
teräsputket sekä ruostumattomat ja haponkestävät teräsputket	hitsaus, laippa, kierre, puristus	SFS-EN 10216-2 SFS-EN 10217-1 SFS-EN 10217-2 SFS-EN 10217-5 SFS-EN 10217-7 SFS-EN 10255
kupari	juotos, puserrus, puristus, laippa	SFS-EN 1057
muovi • PE-X • monikerrosputket	puristus	Liitokset tehdään putkivalmistajan suosittelemilla liittimillä.

Kuva 12. Jäähdytysverkostossa yleisesti käytettävät putkimateriaalit J1 kaukojäähdytysoppaan mukaan (25).

Asuinrakennuksen kylmänjakeluun on monia tapoja. Käytännössä kylmänjakelu toteutetaan joko jäähdytetyllä vedellä tai ilmalla. Esitellään tässä yleisimmät tavat.

Jäähdytetyllä vedellä jäähdytys toteutetaan yleensä lattiaviilennyksenä tai jäähdytyspalkkien avulla. Lattiaviilennyksen periaate on käytännössä sama kuin lattialämmityksen mutta päinvastoin. Lattiaviilennyksen toiminta perustuu suureen lattiapinta-alaan ja pieneen lämpötilaeroon verrattuna huonelämpöön. Jäähdytyspalkkien toiminta perustuu säteilyyn ja luonnolliseen konvektioon. Jäähdytyspalkeissa kiertää jäähdytetty neste.

Jäähdytetyllä ilmalla jäähdyttämiseen on muutamia eri tapoja. Jäähdyttäminen voidaan toteuttaa viileällä tuloilmalla tai puhallinkonvektoreilla. Jäähdytys perustuu viileän tuloilman puhaltamiseen asuntoihin. Ilma jäähdytetään jäähdytyspatereiden avulla.

## **6 Jatkokehitys**

Tässä kappaleessa käydään läpi ohjekorttien ylläpitoa ja mahdollisuuksia niiden jatkokehittämiseen. Luvussa esitellään havainnoiva suunnitelma ohjekorttien ylläpidolle.

### **6.1 Ylläpito**

Ohjekortit vaativat jatkuvaa ylläpitoa ja kehitystä alalla muuttuvien määräysten ja standardien mukaan sekä uusien tehokkaiden työskentelytapojen syntyminen takia. Ohjekorttien jatkuva ylläpito ja päivittäminen vaatii resursseja ja jonkun vastaamaan siitä. Asiat harvemmin muuttuvat kuitenkaan radikaalisti päivissä tai viikoissa. Tässä esitellään alustava suunnitelma ohjekorttien ylläpidolle.

Valitaan henkilö tai henkilöt vastaamaan ohjekorttien ylläpidosta ja päivittämisestä. Kehitetään kanava ohjekorttien sisällön päivittämiseen ja uusien havaintojen kirjaukseen, mitä kautta se kulkeutuu siitä vastaaville henkilöille. Uudet ehdotukset käydään läpi kolmen kuukauden välein ja arvioidaan, mitkä ovat varteenotettavia uusia ehdotuksia. Uudet ehdotukset päivitetään ohjekortteihin tarvittaessa. Kerran vuodessa ohjekortit käydään perusteellisesti läpi, ja tarkastellaan, vastaavatko ne alalla päteviä standardeja. Kiireellisissä asioissa ohjekortit päivitetään heti. Taulukossa 1 on esitetty havainnoiva suunnitelma ohjekorttien ylläpidolle.

Taulukko 1. Havainnoiva suunnitelma ohjekorttien ylläpidolle.

Q1	Q2	Q3	Q4
Ohjekorttien päivitys	Ohjekorttien päivitys	Ohjekorttien päivitys	Ohjekorttien päivitys
Uusien ehdotusten lisäys	Uusien ehdotusten lisäys	Uusien ehdotusten lisäys	Uusien ehdotusten lisäys
			Ohjekorttien huolellisempi tarkastus ajantasaisuudesta

## 6.2 Uudet ohjekortit ja aiheen laajentaminen muuhun rakentamiseen

Nykyiset ohjekortit luotiin LVI-suunnittelun tueksi, mutta vastaavaa pohjaa ja runkoa voitaisiin hyödyntää myös muilla suunnittelualoilla, kuten sähkö- ja rakennesuunnittelussa.

Nykyisten ohjekorttien pohjalta voitaisiin luoda ohjekortit toimitila- ja teollisuusrakentamiseen, sillä suunnittelukohteina nämä eroavat hyvin paljon asuinrakentamisesta.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:lle yleispätevä ohjeistus LVI-suunnittelun tehokkaista työskentelytavoista asuinrakentamisessa sekä yhtenäistää toimiston työskentelytapoja. Työn taustana toimi havaittu kehityskohta yrityksen projektityöskentelyssä etenkin aloittelevan suunnittelijan näkökulmasta.

Ohjeistus toteutettiin ohjekorttien muodossa. Työn tuloksena luotiin ohjekortit LVI-suunnittelun yleisimpien asuinrakentamisen projektien tueksi. Ohjekorteissa käsiteltiin uudis- ja korjausrakentamista. Ohjekortteihin on kerätty tärkeimmät

tekniset vaatimukset, oleellimmat talotekniikan materiaalit sekä muut riittävät lähtötiedot LVI-järjestelmien suunnitteluun ja mitoitukseen.

Ohjekortit aloitettiin luomalla yhteen ohjekorttiin sopiva runko ja esitystapa, joka hyväksytettiin tilaajalla. Tämän jälkeen ohjekortin pohja kopioitiin myös muille LVI-suunnittelun osa-alueille. Ohjekortteja luotiin lopulta 11 eri suunnittelutilanteesta, ja kahden kortin julkiset versiot ovat näkyvissä työn liitteissä 1 ja 2.

Ohjekorttien teoriaa on kerätty laajalti eri lähteistä. Lähteinä on käytetty muun muassa Ympäristöministeriön asetuksia, LVI- ja RT-kortteja sekä erilaisia laitevalmistajien oppaita. Ohjekortteihin on tämän lisäksi kerätty toimiston käytäntöihin ja mielipiteisiin perustuvia tehokkaita työskentelytapoja.

Ohjekorteista onnistuttiin luomaan riittävän yksinkertaiset ja helppolukuiset, johon kaikki osapuolet olivat tyytyväisiä. Tarkoituksena ei ollut luoda ohjeita, jotka käsittelevät jokaista yksityiskohtaa LVI-tekniikasta. Ohjekortteihin onnistuttiin keräämään oleellimmat lähtötiedot, tärkeimmät tekniset vaatimukset ja viittaukset tarkkuutta vaativiin tilanteisiin. Lopputulos oli tilaajan ja opinnäytetyön tekijän näkökulmasta odotetun kaltainen, ja opinnäytetyön tavoitteet täyttyivät.

Ohjekortit tulevat tehostamaan yrityksen LVI-suunnittelua sekä toimivat kokemattomille suunnittelijoille osana perehdytystä ja kokeneille suunnittelijoille tarkastuslistana tehtävistä asioista. Ohjekortit luotiin tilaajayrityksen tarpeisiin, ja niiden hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-teknisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Ohjekortteja ei ole tarkoitettu hyödynnettäviksi yleisenä ohjeistuksena LVI-suunnittelussa.

## Lähteet

- 1 LVI-suunnittelua ohjaavat lait ja määräykset - mistä tämän päivän vaatimukset löytyvät. Verkkoaineisto. Insinööritoimisto Neulananen. <<https://neulananen.fi/blogi/lvi-suunnittelua-ohjaavat-lait-ja-maaraykset-mista-taman-paivan-vaatimukset-loytyvat>>. Luettu 21.1.2025.
- 2 Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. Verkkoaineisto. Insinööritoimisto Leo Maaskola. <<https://maaskola.fi/>>. Luettu 21.1.2025.
- 3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 23.1.2025.
- 4 Jaakola, Jussi. 2024. LVI-projektipäällikkö. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 16.10.2024.
- 5 Piirustus- ja asiakirjaluettelo. 2002. LVI 03-10335. Rakennustieto.
- 6 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. 1047/22.12.2017.
- 7 Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekniinen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001. LVI 20-10328. Rakennustieto.
- 8 D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Liite 2.
- 9 Vesi- ja viemärlaitteistot -opas, päivitetty 11.6.2024. 2024. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>>. Luettu 21.1.2025.
- 10 D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Liite 4.
- 11 D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Liite 7.
- 12 Asemapiirustuksen laatiminen. 2021. RT 103398. Rakennustieto.
- 13 Pumppaamot. 2021. RT 103405. Rakennustieto.
- 14 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. 1009/20.12.2017.

- 15 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat/koneellinen-tulo-ja-poistoilmanvaihto-2/>>. Luettu 21.1.2025.
- 16 Koneellinen poistoilmanvaihto. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat/koneellinen-poistoilmanvaihto/>>. Luettu 21.1.2025.
- 17 Mitä painovoimainen Ilmanvaihto tarkoittaa? Verkkoaineisto. Sisäilmacenter. <<https://sisailmacenter.fi/kodin-sisailma-ja-ilmanvaihto/mita-painovoimainen-ilmanvaihto-tarkoittaa/>>. Luettu 21.1.2025.
- 18 Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen. 2019. Verkkoaineisto. FINVAC ry. <[https://finvac.org/wp-content/uploads/2020/06/Opas\\_ilmanvaihdon\\_mitoitukseen\\_muissa\\_kuin\\_asuinrakennuksissa\\_2019b.pdf](https://finvac.org/wp-content/uploads/2020/06/Opas_ilmanvaihdon_mitoitukseen_muissa_kuin_asuinrakennuksissa_2019b.pdf)>. 30.11.2019. Luettu 21.1.2025.
- 19 Kaukolämpö. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/energiatehokas\\_pientalo/pientalon\\_lammitys/kaukolampo?i=114](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/pientalon_lammitys/kaukolampo?i=114)>. Luettu 21.1.2025.
- 20 Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002. LVI 12-10343. Rakennustieto.
- 21 Vesikiertoinen lattialämmitys. 1996. LVI 13-10261. Rakennustieto.
- 22 Lattialämmityksen ja -viilennyksen suunnittelu. Verkkoaineisto. Uponor. <<https://www.uponor.com/fi-fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys-viilennys/lattialammituksen-ja-viilennyksen-suunnittelu>>. Luettu 21.1.2025.
- 23 Turunen, Tomi. 2024. Ilma-vesilämpöpumppu kiinteistön tuloilman lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 24 Kaukolämpö ja kaukojäähdytys. Verkkoaineisto. Energiateollisuus Ry. <<https://energia.fi/energiatietoa/energiantuotanto/kaukolampo-ja-jaahdytys/>>. Luettu 21.1.2025.
- 25 Rakennusten kaukojäähdytys J1. Verkkoaineisto. Energiateollisuus Ry. <[https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/11/RakennustenKaukojaahdytys\\_JulkaisuJ1\\_2023.pdf](https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/11/RakennustenKaukojaahdytys_JulkaisuJ1_2023.pdf)>. Luettu 21.1.2025.
- 26 Kiinteistöjäähdytyksen suunnitteluohje\_2019. Jäähdytyksen dokumentit. Verkkoaineisto. Helen Oy. <<https://www.helen.fi/yrietykset/jaahdytysta-yrietyksille/tekninen-suunnittelu/kaukojaahdytyksen-dokumentit>>. Luettu 23.1.2025.

# Ohjekortti käyttövesiverkoston suunnittelusta

## Käyttövesiverkoston suunnittelu

Tässä ohjekortissa käsitellään kerrostalon käyttövesiverkoston suunnittelua uudis- ja saneerauskohteissa. Kortissa käsitellään käyttövesiverkoston suunnittelua asuinhuoneistoihin ja yleisiin tiloihin. Käyttövesiverkosto suunnitellaan ja mitoitetaan siten että se täyttää ympäristöministeriön sille asettamat vaatimukset.

Ohjekortin sisältämät tiedot perustuvat osittain yrityksen vakiintuneisiin käytäntöihin sekä mielipiteisiin eikä sitä voi suoraan käyttää tiedonlähteenä. Ohjekortti ei sisällä kaikkea LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita ja sen hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-teknisisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Erityistä tarkkuutta vaativissa tilanteissa on viitattu ohjeisiin ja määräyksiin, jotka on syytä lukea suunnittelun yhteydessä. Ohjekortissa ei ole lähdeviittauksia mutta oleellimmat aineistot on liitetty ohjekortin loppuun.

### Tekniset vaatimukset

#### Putkimateriaali

- Yleisimpiä putkimateriaaleja ovat kupariputki, komposiittiputki ja PEX-muoviputki.
- Runko- ja jakojohdoina käytetään ensisijaisesti kupariputkea.
- Komposiittiputkea käytetään, jos on vaarana, että alueen vesi syövyttää kupariputkea. (Tyypillisesti pohjavesialueet)
- Jakojohdoina voidaan käyttää myös PEX-muoviputkea.

#### Nousulinjat

- Toteutetaanko nousulinjat huoneistokuiluissa vai porraskäytävässä?
- Saneerauskohteessa tarkistetaan, tarvitseeko rakentaa uusia kotoita putkille.
- paikantamiseen jo kiinteistökartoituksella, että vältetään tilanteet, joissa on sekä suunniteltu vanha nousukotelo säilytettäväksi, että uusi nousukotelo toisaalle.

#### Asennustapa

- Pinta-asennuksena. Käytetään samaa materiaalia kuin jakojohdoissa, kupariputkina kromattua kupariputkea.
- Uppoasennuksena. Putkimateriaalina PEX-putki suojaputkessa seinän sisällä.
- Asennus sokkelissa. Keittiössä yleinen asennustapa PEX-putkelle on viedä putket alas viemärihormissa ja tuoda sieltä lattian alla keittiön sokkeliin. PEX-putket asennetaan suojaputkeen.
- Jakotukit. Mikäli kaikki asennukset tehdään uppoasennuksina, asennetaan vesimittarien jälkeen jakotukit, joista kytkentäjohdot viedään jokaiselle vesipisteelle suojaputkeen asennetulla PEX-muoviputkella.

#### Lämpimän veden kierto

- LVK-verkoston suunnittelussa on huomioitava, että lämmintä vettä tulee saada jokaiselta vesipisteeltä 20 sekunnin kuluessa. Mikäli tämä 20 sekunnin aika täyttyy ja huoneistossa ei ole kiertovesipatteria niin kiertojohdohaaraa ei tarvitse vetää asuntoon.

- Liitoskohtiin asennetaan linjasäätöventtiili. Mikäli asunnoissa ei ole kiertovesipattereita niin yksi linjasäätöventtiili kellariin riittää palvelemaan koko linjaa.
- Lämpimän veden kierron mitoituksessa voidaan käyttää 10 W/m lämpöhäviötä tai 30 % virtaamaa lämpöisen veden virtaamasta.
- Lämpimän veden kierto mitoitetaan kuitenkin aina tapauskohtaisesti ja joissain tapauksissa mitoitus täytyy tehdä tarkemmin laskemalla.

#### Läpiviennit

- Kantavien rakenteiden läpiviennit pitää aina hyväksyttää rakennesuunnittelijalla.
- Uudiskohteessa kylmäkellareiden, väestönsuojien ja palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan aina tapauskohtaisesti.
- Saneerauskohteessa kylmäkellareiden ja väestönsuojien läpivientejä on syytä välttää, mikäli tiedossa ei ole tulevia rakenteellisia muutoksia. Palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan rakennesuunnittelijan kanssa.
- Mahdolliset väestönsuojan läpiviennit, kuten sulkuhuoneen vesipisteen putkitukset, suunnitellaan VSS:n läpivienteihin tarkoitetuilla tuotteilla esimerkiksi käyttäen Temet Oy:n saneerausläpivienttiä.
- Märkätilojen vesieristettyjen seinien läpivientejä on pyrittävä välttämään saneerauskohteissa, mikäli tiedossa ei ole rakenteellisia muutoksia vesieristeisiin.

#### Yhteensovitus (muut suunnittelualat)

- Suunnittelussa on huomioitava muut suunnittelualat (Lämmitys, IV ja sähkö) ja niiden risteäminen. Tämä koskee yleisiä tiloja ja kerrosta missä lämmönjakohuone sijaitsee. Vaakavetojen ja pystykuilujen yhteensovitus.
- LVI-suunnittelija tarkastaa suunnitteluvaiheessa kotelointi ja alakattotarpeet ja ilmoittaa niistä arkkitehdille. Arkkitehti esittää ne arkkitehtipohjiin.

#### Eristeet (putkien eristys)

- Runkoputket eristetään. Kytkenäjohtoja ei tarvitse eristää.
- Eristeet määrittää vastuullinen LVI-suunnittelija työselostukseen. Niitä ei tarvitse välttämättä mallintaa lukuun ottamatta poikkeuksia kuten tilanteessa, jossa tarkastellaan, mahtuuko putket kulkemaan.
- Ohjeet eristämiseen löytyy LVI korteista 50–10345 ja 50–10344

#### Venttiilit

- Alla on esitetty esimerkkejä tyypeistä. Epäselvissä tilanteissa kannattaa konsultoida projektipäällikköä.
  - Linjasäätöventtiili IMI STAD. Linjasäätöventtiili tyypitetään suunnitelman sivutekstiin tai työselostukseen.
  - Sulkuventtiilit Oras 4000. Sulkuventtiili tyypitetään suunnitelman sivutekstiin tai työselostukseen.

#### Vesimittarit

- Jokaiseen asuntoon asennetaan vesimittarit, jotka varustetaan molemmin puolin suluilta.
- Kohteen mukaan vesimittarit asennetaan joko huoneiston kylpyhuoneeseen tai käytävälle.
- Vesimittarit asennetaan paikkaan, josta ne ovat tarkastettavissa tarkastusluukusta.

#### Tarkastusluukut

- Alakaton yläpuolelle asennettujen vesimittarien, sulku- ja säätöventtiilien sekä putkimateriaalin vaihtuessa tarvitaan tarkastusluukku.
- Alakattoon/koteloon täytyy asentaa tarkastusluukku aina kun siellä kulkee paineellisia putkia.

#### Verkoston paine

- Mikäli vesilaitteiston paine on selkeästi suurempi kuin tarvittava painetaso silloin käytetään paineenalennusventtiiliä, jolla paine alennetaan mitoituksen vaatimalle tasolle.
- Mikäli kyseessä on korkea rakennus ja paine ei riitä ylös asti silloin käytetään paineenkorotusasemaa.
- Mikäli paineenkorotusaseman käyttö on vältettävissä esimerkiksi kasvattamalla nousuputkien tai ylimmän kerroksen vaikeimpien vesipisteiden putkikokoa, on tämä ensisijainen vaihtoehto.

#### Vesikalusteet

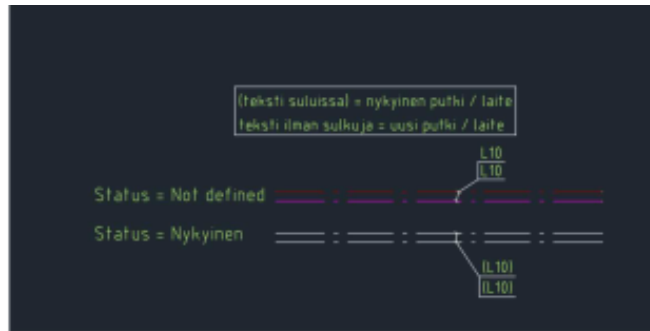
- Alla esitettynä vesipisteiden normivirtaamat

Vesipiste <sup>1)</sup>	Normivirtaama $q_n$ dm <sup>3</sup> /s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Astianpesuallas	0,2	0,2
Astianpesukone kotitaloudessa	0,2	(0,2)
Pesuallas	0,1	0,1
Suihku	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
WC-istuin	0,1	-
Pesukone kotitaloudessa	0,2	-
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	-
Vesiposti pientalossa, DN 15	0,2	-
Vesiposti kerrostalossa, DN 20	0,4	-
Laskuhana, tasapohja-allas	0,2	0,2
Pesuistuin	0,1	0,1
Urinaalin huuhteluventtiili	0,4	-
Urinaalin huuhteluhana	0,2	-
Ryhmäpesuallas (n kpl)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Sarjaan kytketyt urinaalit (n kpl)	0,14 + 0,06 n	-
Ryhmäsuihku (n kpl)	0,14 n	0,14 n
Teollisuus ym. laitteet	Lask. erikseen	-

## Piirtotekniset asiat

Saneerauskohteessa uuden ja olemassa olevan putken/laitteen erottelu.

- Uusi putki / laite = Teksti ilman sulkuja, status Not Defined
- Vanha putki / laite = Teksti suluissa, Status Nykyinen



#### MagiCAD tuotteiden lisääminen

- Vesikalusteet
  - Kylpyhuonehanat (0,1)
  - Keittiöhanat (0,2)
  - Suihkut (0,2)
  - WC (0,1)
  - Pesukoneventtiilit (0,2)
  - Vesiposti (0,4)
- Linjasäätöventtiilit
- Sulkuventtiili

#### Kopiointi

- Kerrostaloissa asuinkerrokset ovat usein samanlaisia, joten tehokasta on mallintaa yksi kerros valmiiksi ja tarkastuttaa se vastuullisella suunnittelijalla. Tämän jälkeen kerrosta voi kopioida ylöspäin ja muokata tarvittavin osin.
- Samaa periaatetta on hyvä hyödyntää kylpyhuoneiden ja wc:n kanssa, mikäli niissä on toistuvuutta. Kokonaisia kylpyhuoneita voi kopioida.

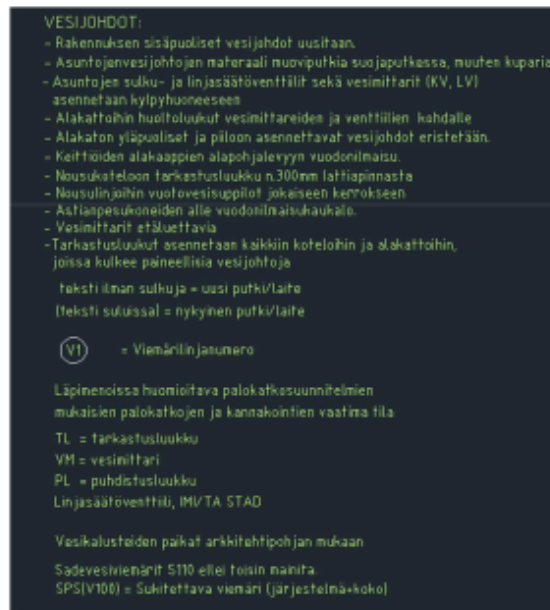
#### Nimeäminen



Pukien mitat esitetään järjestyksessä vasemmalta oikealle tai ylhäältä alas piirustuksen suunnassa.

- Selitteet putkiteksteille ja lyhenteille löytyvät täytyy löytyä suunnitelman sivutekstistä.

#### Esimerkki putkiteksteistä



#### PEX-putkien käyttö MagiCAD:ssä

- PEX-putket "räjähtävät" helposti kun ne mitoitetaan ohjelmalla. Tämä tapahtuu, kun putket muuttuvat pienemmästä isompaan.
- Mitoitukset tulee aina käydä läpi ja korjata räjähtäneet putket

#### Mitoitus

- Käyttövesiverkoston kytkentäkaavioista löytyy verkoston lämpötilat ja pumpun tiedot, joiden perusteella verkosto mitoitetaan.
- Lämpimän veden lämpötila on minimissään 55°C ja maksimissaan 65°C. Nopeus vaihdettavassa putkessa saa olla maksimissaan 3 m/s ja ei vaihdettavassa maksimissaan 1.5 m/s.
- Kylmän veden lämpötila suunnitellaan maksimissaan 20°C. Nopeus vaihdettavassa putkessa saa olla maksimissaan 4 m/s ja ei vaihdettavassa maksimissaan 2 m/s.
- LVK-verkoston lämpötila on 58–60°C. Nopeus putkessa saa olla enintään 0.5 m/s.
- Lämpimän kiertojohdon virtaama mitoitetaan 30–40 %:iin lämpimän veden mitoitusvirtaamasta. Sallittu odotusaika mitoitetaan yleensä alle 20 sekuntiin mutta mahdollisuuksien mukaan pyritään alle 10 sekuntiin.
- Verkoston lämpötilat syötetään MagiCAD:iin joka osaa mitoittaa järjestelmän sen avulla.
- Mitoituksen avulla verkostoon saadaan oikeat putkikoot ja verkosto tasapainoon.
- Sallitut painetasot vesikalusteilla ovat 70 %-15 % välillä.
- Yleisimmät ongelmat liittyvät mallinnuksen avoimiin päihin ja haarojen epätasapainoon. Virhetilanteissa apua kannattaa kysyä kokeneemmalta suunnittelijalta.

Mitoitustulokset tulee aina käydä suunnittelijan toimesta läpi!

## Omatarkastuslista

### Työvaiheet

- Kohteeseen tutustuminen
- Kiinteistökierrros
- Mallinnus
- Mitoitus
- Sivutekstit
- Lopputarkastus
- Tulostukset
- Selosteet

### Suunnitelman ulkoasu

- Selkeä luettava
- Arkkitehdin merkinnät ovat näkyvillä
- Sivutekstit ja selitteet lisätty
- Mittakaavat oikein
- Yleisilme on yhtenäinen
- Saneerauskohteessa uuden ja vanhan laitteen erottaminen

### Yleisimmät kompastuskivet

- Läpiviennit (palokatkot, kantavat rakenteet, VSS, märkätilat)
- Risteämät (muut suunnittelualat)
- Ongelmat mitoituksessa
- Useampaan kertaan tehty työ. Esimerkiksi suunnittelu ennen lopullisia pohjakuvia tai myöhemmin korjaamista vaativan ratkaisun toistaminen useaan paikkaan. Varmista, että pohjat on hyväksytyt ja tarkistut suunnitelmat projektipäälliköllä esimerkiksi jo ensimmäisen huoneiston suunnittelun jälkeen ennen mahdollisen virheen toistamista koko rakennukseen.

## Vaaditut suunnitelmat ja dokumentit

- KVV tasokuvat (kellari, 1.kerros, x. kerros...)
- Vesikalusteluettelo
- KVV-laitteistoselvitys (Rakennuslupahakemusta varten, ei piirustusluetteloon)
- Mahdolliset pumppaamot
- Mahdolliset muut detaljikuvat
- Mitoituslaskelmat käyttövedelle

## Liitteet

Talotekniikkainfon Vesi- ja viemärlaitteistot opas

vesilaitteiston mitoitusohjeet, D1/2007 liite 2

[Vesilaitteiston mitoitusohjeet \(D1/2007 Liite 2\) | Talotekniikkainfo](#)

LVI-kortisto 2 vesi- ja viemärijärjestelmät

LVI 12-10217 Putken läpiviennit

LVI 50-10344 Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus

LVI 50-10345 Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö

## Ohjekortti lämmitysverkoston suunnittelusta

### Lämmitysverkoston suunnittelu

Tässä ohjekortissa käsitellään kerrostalon lämmitysverkoston suunnittelua. Tässä käsitellään vesikiertoista patterilämmitystä uudis- ja saneerauskohteissa. Saneerauskohteessa usein mallinnetaan olemassa oleva verkosto ja tehtävänä on verkoston säätö ja tasapainotus. Saneerauskohteessa on kuitenkin usein myös uusittavia osuuksia verkostossa. Uudisrakennuksen lämmitystä suunniteltaessa on tärkeää huomioida rakennuksen lämmitystehontarpeet. Lämmitystehontarpeen laskenta ohje löytyy liitteestä. Lämmitysjärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan siten, että sisäilmastovaatimukset täyttyvät.

Ohjekortin sisältämät tiedot perustuvat osittain yrityksen vakiintuneisiin käytäntöihin sekä mielipiteisiin eikä sitä voi suoraan käyttää tiedonlähteenä. Ohjekortti ei sisällä kaikkea LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita ja sen hyödyntäminen vaatii ymmärrystä ja osaamista LVI-teknisistä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Erityistä tarkkuutta vaativissa tilanteissa on viitattu ohjeisiin ja määräyksiin, jotka on syytä lukea suunnittelun yhteydessä. Ohjekortissa ei ole lähdeviittauksia mutta oleelliset aineistot on liitetty ohjekortin loppuun.

### Tekniset vaatimukset

#### Patterityypit

- Radiaattorit. Käytetään ensisijaisesti, mikäli niiden teho riittää ja ne mahtuvat tiloihin.
- Konvektorit. Käytetään mikäli radiaattoreiden teho ei riitä tai ne eivät mahdu kyseiseen tilaan.
- Putkipatterit. Käytetään tilaajan toiveesta.
- Erikoispatterit. Käytetään tilaajan toiveesta.

#### Putkimateriaali

- Yleisesti käytettäviä putkimateriaaleja ovat teräs-, kupari-, komposiitti- tai muovipinnoitettu kupariputki.
- Vesikiertoisessa patterilämmitysverkostossa teräs- tai komposiittiputkea.

Taulukko 1.  
Lämmitysverkostossa hyväksytyt putkimateriaalit, liitostavat ja käyttöalueet.

Putkimateriaali	Liitostapa	Tavallisin käyttöalue
Teräs	Hitsausliitos	Runko- ja kytkentäjohtot, kauko- ja aluelämpöputket
	Kierrelliitos	Kytkeäjohtot
	Laippaliitos	Lämmitysputket, LTO-putket
	Uraliitimet	Lämmitysputket
Ohutseinäinen teräs	Puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohtot
Kupari	Kapillaarijuotos, puristusliitos	Runko- ja kytkentäjohtot, lattialämmitysputket
	Laippaliitos	LTO-putket
	Kovajuotos	Kauko- ja aluelämpöputket
PEL	Puristusliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEM	Hitsausliitos, laippaliitos	Lumensulatusputket, matalalämpöputket
PEH, PP	Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos	Lumensulatusputket
PEX happidifфуsio-suojattuna	Puristusliitos	Lattialämmitysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkentäjohtot, aluelämpöputket
Komposiitti	Puristusliitos	Lämmitysputket

#### Kytkäkaavio

- Kytkäkaavion toimintaperiaate sekä sen eri osat on syytä opetella.
- Toimistolta löytyy kytkäkaavio pohjia, joita voi muokata omaan käyttöön sopivaksi.
- Kytkäkaavion voi tilata myös suoraan toimittajalta.
- Apua kytkäkaavion suunnitteluun saa kokeneemmilta suunnittelijoilta tai suoraan laitevalmistajilta ja lämmöntoimittajalta.

#### Yhteiset nousulinjat

- Lämmitysputkien nousulinjat suunnitellaan alhaalta ylös samaa linjaa pitkin palvelemaan useita kerroksia ja pattereita. Linjaa säädetään alapäässä olevalla linjasäätöventtiilillä.

#### Läpiviennit

- Kantavien rakenteiden läpiviennit pitää aina hyväksyttää rakennesuunnittelijalla.
- Uudiskohteessa kylmäkellareiden, väestönsuojien ja palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan aina tapauskohtaisesti.
- Saneerauskohteessa kylmäkellareiden ja väestönsuojien läpivientejä on syytä välttää, mikäli tiedossa ei ole tulevia rakenteellisia muutoksia. Palo-osastojen välisiä läpivientejä tarkastellaan rakennesuunnittelijan kanssa.
- Märkätilojen vesieristettyjen seinien läpivientejä on pyrittävä välttämään saneerauskohteissa, mikäli tiedossa ei ole rakenteellisia muutoksia vesieristeisiin.

#### Yhteensovitus (muut suunnittelualat)

- Suunnittelussa on huomioitava muut suunnittelualat (KVV, IV ja sähkö) ja niiden risteäminen. Tämä koskee yleisiä tiloja ja kerrosta missä lämmönjakohuone sijaitsee. Vaakavetojen ja pystykuilujen yhteensovitus.
- LVI-suunnittelija tarkastaa suunnitteluvaiheessa kotelointi ja alakattotarpeet ja ilmoittaa niistä arkkitehdille. Arkkitehti esittää ne arkkitehtipohjiin.

#### Eristeet (putkien eristys)

- Eristeet määrittää vastuullinen LVI-suunnittelija työselostukseen. Niitä ei tarvitse välttämättä mallintaa lukuun ottamatta poikkeuksia kuten tilanteissa, jossa tarkastellaan, mahtuuko putket kulkemaan.
- Ohjeet eristämiseen löytyy LVI korteista 50-10345 ja 50-10344

#### Venttiilit

- Linjasäätöventtiilit sijoitetaan runkoputken haaroihin paluupuolelle verkoston säädettävyyden vuoksi.
- Menopuolelle sijoitetaan sulkuventtiili huollettavuuden takia.
- Järjestelmän ilmaus huomioitava esimerkiksi asentamalla automaattiset ilmanpoistimet linjojen korkeimpiin kohtiin.
- Alla on esitetty esimerkkejä tyypeistä. Epäselvissä tilanteissa kannattaa konsultoida projektipäällikköä.
  - Linjasäätöventtiili IMI STAD. Linjasäätöventtiili tyypitetään työselostukseen/sivutekstiin.
  - Patteriventtiili Danfoss RA-N+RA Termostaatti. Termostaattiventtiili tyypitetään työselostukseen/sivutekstiin.

- Sulkuventtiilit Oras 4000. Sulkuventtiili tyypitetään työselostukseen/sivutekstiin.

#### Ilmanpoistimet

- Lämmitysverkostot ovat suljettuja verkostoja.
- Suljetun järjestelmän korkeimpiin kohtiin tulee asentaa ilmanpoistimet järjestelmän toimivuuden kannalta.

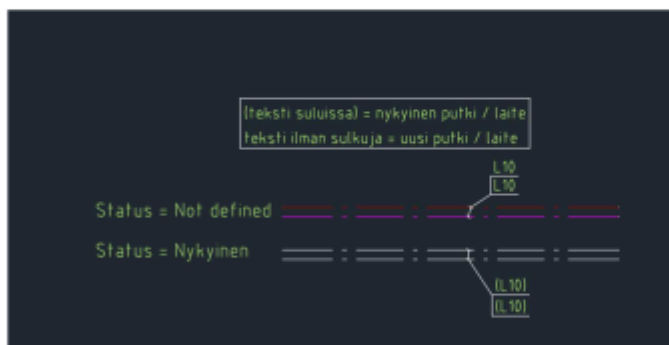
#### Peruskorjattavat tilat saneerauskohteessa

- Peruskorjattavia tiloja on usein saunaosastot, pesulat ja kuivaushuoneet
- Saneerauskohteessa oletuksena peruskorjattavien tilojen patterit uusitaan
- Yleisesti myös putket uusitaan näkyviltä osin
- Uusien patterin tehot arvioidaan vanhojen patterien mukaan
- Joissain tapauksissa voidaan laskea tilan lämpöhäviöt pattereiden tehojen määrittämiseksi

## Piirtotekniset asiat

Saneerauskohteessa uuden ja olemassa olevan putken/laitteen erottelu.

- Uusi putki / laite = Teksti ilman sulkuja, status Not Defined
- Vanha putki / laite = Teksti suluissa, Status Nykyinen



#### MagiCAD tuotteiden lisääminen

- Patterit: Saneerauskohteessa pyri selvittämään olemassa olevat patterit ja uudisrakennuksessa patterit valitaan lämmitystehontarpeiden mukaan.
- Linjasäätöventtiilit.
- Patteriventtiilit.

#### Kopiointi

- Kerrostaloissa asuinkerrokset ovat usein samanlaisia, joten tehokasta on mallintaa yksi kerros valmiiksi ja tarkastuttaa se vastuullisella suunnittelijalla. Tämän jälkeen kerrosta voi kopioida ylöspäin ja muokata tarvittavin osin.

- Samaa periaatetta on hyvä hyödyntää myös nousulinjojen ja siihen liittyvien pattereiden mallinnuksessa. Yksi nousulinja kannattaa mallintaa valmiiksi sekä luoda connection nodet jonka jälkeen linjaa voidaan kopioida ja muokata tarvittavin osin. Connection node numerointi juoksee automaattisesti eteenpäin (1,2,3...) ja tällä tavoin yhden linjan numero pysyy samana alhaalta ylös.

#### Nimeäminen



Putkien mitat esitetään järjestyksessä vasemmalta oikealle tai ylhäältä alas piirustuksen suunnassa.

- Selitteet putkiteksteille ja lyhenteille löytyvät täytyy löytyä suunnitelman sivutekstistä.

#### Tekstit

- Patterit/ Uusi ja vanha

C22-400-1200 / TV-10	Patterityyppi-korkeus-leveys / termostaattiventtiilin (TV) koko
2070W / 0,68 dm <sup>3</sup> /s / kv=0,33 / ES=4,7	Teho (W) / Virtaama (dm <sup>3</sup> /s) / kv-arvo / Esisaätoarvo
(Nykyinen patteri) / TV-10	Patterityyppi (nykyinen patteri) / termostaattiventtiilin (TV) koko
2070W / 0,68 dm <sup>3</sup> /s / kv=0,33 / ES=4,7	Teho (W) / Virtaama (dm <sup>3</sup> /s) / kv-arvo / Esisaätoarvo

- Linjasäätöventtiilit

LSV-10	=	Linjasäätöventtiili, ks työselustus
0,016 l/s	=	Virtaama (l/s)
kv=0,22	=	Venttiilin kv-arvo
Es=3,5	=	Venttiilin es-arvo

## Mitoitus

- Lämmitysverkoston mitoituksessa veden virtausnopeus on noin 0.3–1 m/s. Painehäviönä käytetään max 50 Pa/m.
- LSV painehäviö tulee olla vähintään 3 kPa jotta järjestelmä saadaan tasapainotettua.
- Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavioista löytyy verkoston lämpötilat ja pumpun tiedot, joiden perusteella verkosto mitoitetaan
- Verkoston lämpötilat syötetään MagiCAD:iin joka osaa mitoittaa järjestelmän sen avulla.
- Verkoston tasapainotuksessa on tärkeää huomioida, että jokainen linjoista on tasapainossa keskenään.
- Yleisimmät ongelmat liittyvät mallinnuksen avoimiin päihin ja haarojen epätasapainoon. Virhetilanteissa apua kannattaa kysyä kokeneemalta suunnittelijalta.

## Omatarkastuslista

### Työvaiheet

- Kohteeseen tutustuminen
- Kiinteistökierrros
- Mallinnus
- Mitoitus
- Sivutekstit
- Lopputarkastus
- Tulostukset
- Selosteet

### Suunnitelman ulkoasu

- Selkeä luettava
- Arkkitehdin merkinnät ovat näkyvillä
- Sivutekstit ja selitteet lisätty
- Mittakaavat oikein
- Yleisilme on yhtenäinen
- Saneerauskohteessa uuden ja vanhan laitteen erottaminen.

### Yleisimmät kompastuskivet

- Läpiviennit (palokatkot, kantavat rakenteet, VSS, märkätilat)
- Risteämät (muut suunnittelualat)
- Ongelmat mitoituksessa
- Useampaan kertaan tehty työ. Esimerkiksi suunnittelu ennen lopullisia pohjakuvia tai myöhemmin korjaamista vaativan ratkaisun toistaminen useaan paikkaan. Varmista, että pohjat on hyväksytty ja tarkistuta suunnitelmat projektipäälliköllä esimerkiksi jo ensimmäisen huoneiston suunnittelun jälkeen ennen mahdollisen virheen toistamista koko rakennukseen.

## Vaaditut suunnitelmat ja dokumentit

- Lämmitys tasokuvat (kellari, 1.kerros, x. kerros)
- Kaukolämpökaavio
- Mahdolliset mitoituslaskelmat
- Mahdolliset detaljikuvat

## Liitteet

Suomen rakentamismääräyskokoelma, D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet 2012.

Suomen rakentamismääräyskokoelma, D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012.

LVI 12-10343 Vesikiertoinen patterilämmitys

LVI 12-10327 Vesikeskuslämmityksen äänitekhninen suunnittelu ja äänenvaimennus

LVI 41-10230 Lämmitysverkoston säätö

LVI 12-10217 Putken läpiviennit

LVI 12-10217 Putken läpiviennit

LVI 50-10344 Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus

LVI 50-10345 Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö