



# LVI-tekniikan kannakoinnin vaatimukset ja sen toteuttaminen

Lassi Kolulahti

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023

Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
LVI-talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
LVI-talotekniikka

KOLULAHTI, LASSI:

LVI-tekniikan kannakoinnin vaatimukset ja sen toteuttaminen

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2023

---

LVI-järjestelmän putkien ja kanavien asianmukainen kannakointi on olennaista rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien turvallisuuden ja toiminnallisuuden kannalta. Opinnäytetyössä tarkastellaan LVI-tekniikan putki- ja kanavakannakkeiden vaatimuksia ja toteutusta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa ohjeita LVI-järjestelmän putki- ja kanavakannakkeiden asianmukaisesta kannakoinnista kaupallisissa ja teollisissa rakennuksissa. Opinnäytetyöraportissa käsitellään kannakoinnin merkitystä, kannaketyyppejä ja kannatinmateriaalien valintaa. Lisäksi tarkastellaan LVI-tekniikan putki- ja kanavakannakkeiden suunnittelua ja asennusta. Työ päättyy suosituksiin LVI-tekniikan putki- ja kanavakannakkeiden asianmukaisesta asennuksesta, testauksesta ja kunnossapidosta.

Opinnäytetyö tarjoaa tärkeitä näkökulmia insinööreille ja suunnittelijoille, jotka ovat mukana LVI-järjestelmien suunnittelussa ja asennuksessa, sekä rakennusten omistajille ja ylläpitäjille, jotka vastaavat näiden järjestelmien ylläpidosta.

---

Asiasanat: LVI, kannakointi, kannatus, rakenteet, putken kannakointi

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC Systems

KOLULAHTI, LASSI:  
HVAC Technology Support Requirements and their Implementation

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 2 pages  
May 2023

---

The proper support of HVAC systems is essential for the safety and functionality of a building. This study explores the requirements and implementation of HVAC piping and ductwork support.

The aim of the study was to provide guidelines for proper support of HVAC piping and ductwork in commercial and industrial buildings. The study reviews the importance of proper support, the types of supports available, and the selection of support materials. Additionally, the study examines the design and installation considerations for HVAC piping and ductwork support. The study concludes with recommendations for proper installation, testing, and maintenance of HVAC piping support systems.

Overall, this study provides important insights for engineers and designers involved in the design and installation of HVAC systems, as well as for building owners and operators responsible for maintaining these systems.

---

Key words: HVAC, installation, framework, pipe support,

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	LVI-JÄRJESTELMIEN KANNAKOINTI .....	7
	2.1 Alkusanat .....	7
	2.2 Yleistä .....	8
3	VAATIMUKSET JA OHJEISTUKSET .....	9
	3.1 Yleiset lait ja asetukset.....	9
	3.2 Kantavien rakenteiden lait ja asetukset.....	10
	3.3 Vesi- ja viemärlaitteiden lait ja asetukset.....	11
	3.4 Ilmanvaihdon lait ja asetukset .....	12
4	RAKENTEET JA NIIDEN KESTÄVYYDET KANNAKOINNISSA .....	13
	4.1 Kevyet rakenteet .....	14
	4.1.1 Puu .....	14
	4.1.2 Levy.....	18
	4.2 Raskaat rakenteet.....	21
	4.2.1 Betoni .....	21
	4.2.2 Teräs .....	24
5	KANNAKOINNIN TAVAT .....	27
	5.1 Kannakkeiden valinta .....	32
	5.1.1 Lämpö .....	33
	5.1.2 Vesi .....	34
	5.1.3 Viemäri .....	35
	5.1.4 Ilma.....	36
	5.2 Kannakkeiden määrä ja väli .....	37
	5.2.1 Lämpö ja vesi .....	37
	5.2.2 Viemäri .....	38
	5.2.3 Ilma.....	41
6	KANNAKOINNIN TOTEUTTAMINEN .....	42
	6.1 Kannakkeiden asennus ja kiinnitys .....	42
	6.1.1 Vesi ja Lämpö.....	42
	6.1.2 Viemäri .....	44
	6.1.3 Ilma.....	46
	6.2 Yhteenveto kannakoinnista .....	47
7	POHDINTA .....	48
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET .....	52
	Liite 1. Metsäwood kertopuun suoritusilmoitus. (Metsäwood 2013)....	52

**ERITYISSANASTO**

LVI	Lyhenne. Sisältää sanat lämpö, vesi, ilma
RYL	Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Sisältää koelmaan suomen rakennusmääräyksistä.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki.
HST	Haponkestävä teräs
RST	Ruostumaton teräs

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella LVI-tekniikan putkistojen ja kanavien kannatusta ja kannakoinnin vaikutusta rakenteisiin. Työn idea lähti keskustelusta Tampereen ammattikorkeakoulun opettajan kanssa.

Tämä opinnäytetyö ei ota kantaa erikoisputkistojen kannakointi tapoihin. Erikoisputkistoihin kuten sprinkleri- ja kaasuputkistoissa on käytettävä näille erikseen laadittuja ohjeita. Työ on rajattu yleisiin LVI-putkistot ja kanavistot järjestelmissä lämpö, vesi ja ilma. Työ käsittelee myös eri rakennemateriaalien soveltuvuutta kannakointiin.

Työn tuloksena on selkeämpi ymmärrys LVI-järjestelmien kannakoinnista sekä niiden vaikutuksesta eri rakenteisiin ja mikä kannakointi tapa millekin rakenteelle olisi sopiva sekä mitä pitää huomioida järjestelmä kohtaisessa kannakoinnissa.

LVI-järjestelmien huolellinen kannattimien toteutus on tärkeää rakennuksen toimivuuden ja turvallisuuden kannalta. Kannatusten suunnittelu tulisi sisällyttää rakennushankkeeseen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, vaikka sitä ei olisi sikaan määritelty rakennusluvassa.

## 2 LVI-JÄRJESTELMIEN KANNAKOINTI

LVI-järjestelmien kannakointi eli tukirakenteet ovat oleellinen osa lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien (LVI) suunnittelua ja asennusta. Kannakoinnin tarkoituksena on varmistaa, että LVI-järjestelmien putket, kanavat, laitteet ja komponentit pysyvät paikoillaan ja kestävät erilaisia rasituksia, kuten painoa, lämpötilan vaihteluita ja tärinää.

Kannatuksia toteutettaessa on tärkeää noudattaa rakennesuunnittelijan, kannekevalmistajan ja eristetoimittajan antamia ohjeita. Näiden asiantuntijoiden ohjeet ovat ratkaisevan tärkeitä rakenteiden turvallisuuden, kestävyuden ja toimivuuden kannalta. (TalotekniikkaRYL 2022, 20.00.3.8)

### 2.1 Alkusanat

LVI-tekniikan kiinnittämisessä asennuspaikan rakenteisiin on varmistettava, että putkiston liikkuvan nesteen virtauksesta tai muista asennuspaikassa vaikuttavista voimista ei aiheudu vaaraa henkilöturvallisuudelle eikä vaurioita LVI-järjestelmille tai muulle tekniikalle. Kannatuksen on kyettävä kestäämään nämä rasitukset myös tulipalotilanteessa siten, ettei se aiheuta esimerkiksi palo-osastoinnin heikentymistä. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Kannatusten suunnittelussa ja asennuksessa on tärkeää huomioida niiden erityisominaisuudet, kuten palonkestävyys, äänitekniset ominaisuudet ja lämpöliikkeen hallinta, erityisesti vaativissa kohteissa, kuten korkean rakentamisen kohteissa. Kannatukset voidaan toteuttaa erillisinä järjestelminä tai yhteiskannatuksena, sekä työmaalla asennettuina että valmiiksi esiasennettuina. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Olisi suositeltavaa sisällyttää kannatusten suunnittelu hankkeeseen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jo suunnitteluvaiheessa. Kannatussuunnitelman teko on aina tapauksittain harkittava, mutta sitä suositellaan vaativiin tai poikkeuksellisen vaativiin, taloteknisesti haastaviin kohteisiin.

Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi suurten henkilömäärien tilat tai korkearakenteiset kohteet. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022) Mutta perustason LVI-suunnittelussa kannakointi suunnitelmaa ei tehdä ja usein kannakointiin paneutuminen jää vähälle.

## 2.2 Yleistä

Kannatusten on kyettävä kestämään putkien, kanavien, venttiilien, nesteiden, eristeen ja mahdollisten ulkoisten kuormitusten aiheuttama paino, sekä lämpöliikkeen ja nesteiden virtauksen aiheuttamat rasitukset. Kannatusten materiaalit valitaan huomioiden vallitsevat olosuhteet, kuten kosteus, syövyttävyys ja palosuojaus, sekä muut tarvittavat ominaisuudet. (TalotekniikkaRYL 2022, 20.00.3.8)

Kannatusjärjestelmien kannakkeet kiinnitetään alustan rakenteisiin, kannakeille varattuihin tartuntoihin tai kiinnikkeisiin siten, että kiinnitys on riittävän vahva. Tämä otetaan huomioon ottaen huomioon alustan laatu, kannatettavan tuotteen ominaisuudet, palonkestävyysvaatimukset ja alustaan käytön aikana kohdistuvat tavanomaiset rasitukset. On tärkeää, että kannakkeet eivät aiheuta vahinkoa kiinnitysalustalle tai kiinnitettävälle tuotteelle. (TalotekniikkaRYL 2022, 20.00.3.8)

Kannakkeiden tulee olla sopivia kyseiselle putkityypille ja -materiaalille. Niiden ei tulisi aiheuttaa vahinkoa putkistolle tai aiheuttaa ylimääräistä ääntä. Kannakkeet kiinnitetään aina riittävän vahvaan rakenteeseen varmistaen, että kiinnitysalusta kykenee vastaanottamaan kannakkeista aiheutuvan kuormituksen. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Kiinnitys rakenteisiin suoritetaan noudattaen kiinnitysalustan asettamia vaatimuksia, käytetyn kiinnikkeen hyväksyntärajoituksia sekä kannakevalmistajan ohjeita. Kannakkeiden kiinnityksessä on myös tärkeää ottaa huomioon ääniteknikka. Erilaisia tekniikoita ei tulisi kannattaa toisiaan vasten. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

### 3 VAATIMUKSET JA OHJEISTUKSET

Yleisille LVI-järjestelmille löytyy Ympäristöministeriön laatimiin asetuksiin perustuva Vesi- ja viemärlaitteistot opas (Talotekniikkainfo, Vesi- ja viemärlaitteistot - opas, 2022) sekä Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. (Talotekniikkainfo. Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas, 2021) Näissä oppaissa käydään tarkemmin kyseisten järjestelmien kannatukseen liittyvää ohjeistusta. Näiden lisäksi löytyy myös ohjekortti RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus.

Kannatusten lujuus ja vakaus on pystyttävä osoittamaan esimerkiksi: (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

- Vastaavan rakennesuunnittelijan hyväksymän suunnittelujärjestelmän mukaisella suunnitelmalla.
- Eurokoodin mukaisella suunnittelujärjestelmällä asetuksen 477/2014 (Ympäristöministeriön asetuksen kantavista rakenteista 477/2014) mukaisesti silloin, kun kannatusten pettäminen voi aiheuttaa vaaraa henkilöturvallisuudelle.

Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelua koskevia eurooppalaisia standardeja. Eurokoodisarja koostuu tällä hetkellä 58 osasta.

#### 3.1 Yleiset lait ja asetukset

Maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 (myöhemmin MRL) mukaan: (RT 103417 Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999)

- 117 § Rakennus on suunniteltava ja rakennettava ja rakennuksen muutos- ja korjaustyöt tehtävä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutos toteutettava siten, että rakennus täyttää siihen yleisesti ennakoitavissa oleva kuormitus ja rakennuksen käyttötarkoitus huomioon ottaen 117 a–117 l §:ssä tarkoitetut olennaiset tekniset vaatimukset (mm. lujuus ja vakaus,

paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, meluntorjunta ja ääniolosuhteet, energia - tehokkuus)

- 117 d § Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen käyttö ja huolto on turvallista. Rakennuksesta eikä sen ulkotiloista ja kulkuväylistä saa aiheutua sellaista tapaturman, onnettomuuden tai vahingon uhkaa, jota ei voida pitää hyväksyttävänä.
- 120 a § Rakentamisen suunnittelussa on oltava suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan on rakennushankkeen ajan huolehdittava, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden siten, että rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset täyttyvät. Pääsuunnittelijan on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä saa tiedon huolehtimisvelvollisuutensa kannalta merkityksellisistä suunnittelua koskevista seikoista.
- 152 § Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla turvallinen ja terveellinen sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää tässä laissa säädetyt olennaiset tekniset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöiän ajan.

Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen käyttöturvallisuudesta 1007/2017 mukaan:

- 2 § Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset käyttöturvallisuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.

### **3.2 Kantavien rakenteiden lait ja asetukset**

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 477/2014 määrittelee vaatimukset rakennusten ja rakennelmien kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen sekä korjaus- ja muutostöihin.

Asetuksen tavoitteena on varmistaa henkilöturvallisuus ja rakenteiden kestävyys niiden suunnitellun käyttöajan ajan.

Asetuksen 477/2014 keskeiset kohdat ovat: (Ympäristöministeriö 477/2014)

- 1 § Tätä asetusta sovelletaan rakennusten kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen, rakenteiden korjaus- ja muutostyöhön sekä rakenteiden rakenteellisten vahvistusten suunnitteluun ja toteutukseen. Tätä asetusta sovelletaan myös rakennelmien ja käyttöturvallisuuden kannalta merkittävien rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen sekä niiden korjaus- ja muutostyöhön, kun niiden mahdollisesta vauriosta voi aiheutua vaaraa henkilöturvallisuudelle.
- 2 § Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus koko suunnitellun käyttöajan ajan. Käytön aikana rakenteella on oltava riittävä luotettavuus sen käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden haitallisten muodonmuutosten, halkeamien, värähtelyjen, painumien ja muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan.
- 3 § Rakennuksen kantavia ja jäykistäviä rakenteita koskevat olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan. Suunnittelijan on lisäksi otettava huomioon rakennuspaikasta johtuvat olosuhteet.

### **3.3 Vesi- ja viemärlaitteiden lait ja asetukset**

Ympäristöministeriön asetus 1047/2017 käsittelee rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoja ja määrittelee suunnittelijoille ja toteuttajille vaatimukset turvallisuuden, terveellisyyden, käyttövarmuuden, kestävyuden ja energiatehokkuuden kannalta.

Asetuksen keskeisiä kohtia ovat (Ympäristöministeriö 1047/2017):

- 3 § Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelussa siitä,

että rakennus täyttää käyttötarkoituksen mukaisesti vesi- ja viemärlaitteistojen turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyYTEEN ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset. Suunnitelmasta on käytävä ilmi vesi- ja viemärlaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit.

- 16 § Vesijohtojen kannatusten ja kiinnityspisteiden on oltava sellaisia, ettei lämpölaajeneminen eivätkä veden virtauksesta syntyvät voimat aiheuta putkien siirtymistä, irtoamista, rikkoontumista tai häiritsevää ääntä. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään korroosionkestäviä.
- 30 § Viemärien on oltava kannatettuja ja kiinnitettyjä rakenteisiin niin, että mekaaniset voimat ja lämpölaajeneminen eivät aiheuta painaumuksia tai haitallisia muutoksia viemäreissä. Viemäriin on oltava ankkuroitu, jos jäteveden virtauksesta aiheutuvat voimat ovat niin voimakkaita, että viemäri ei muuten pysy paikallaan aiheuttamatta paikallaan. Kannatusten ja kiinnityksessä käytettävien tuotteiden on oltava käyttöympäristössään korroosionkestäviä.

Pinnoittamalla tai sukittamalla korjatun viemäriin kannakkeiden on oltava kunnoltaan sellaisia, että ne kestävät korjatun viemäriin käyttämisestä aiheutuvat rasitukset.

### **3.4 Ilmanvaihdon laitteet ja asetukset**

Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017 mukaan (Ympäristöministeriö 1009/2017):

- 20 § Painovoimaisessa ja koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmaputkien jäykistyminen ja kannatus on suunniteltava siten, että putket pysyvät tukevasti paikallaan ja kestävät ilmanvaihtojärjestelmässä esiintyvät painevaihtelut, puhdistuksen ja muut rasitukset.

## 4 RAKENTEET JA NIIDEN KESTÄVYYDET KANNAKOINNISSA

Eri rakennusmateriaaleilla on erilaiset ominaisuudet, kestävyudet ja pintajännitykset, mikä on otettava huomioon LVI-kannakoinnin suunnittelussa ja toteutuksessa. Tässä kappaleessa tarkastellaan neljää erilaista yleistä rakennusmateriaalia: puuta, betonia, levyä ja terästä, sekä mitä vaikutusta LVI-kannakoinnilla on näihin rakenteisiin.

Rakennusmateriaalit on eritelty kevyisiin ja raskaisiin materiaaleihin. Kevyen ja raskaan rakenteen ero perustuu niiden rakennusmateriaaleihin, painoon, rakenteellisiin ominaisuuksiin ja käyttötarkoitukseen. Kevyet rakenteet ovat kevyitä ja joustavia materiaaleja kun taas raskaat rakenteet ovat painavia ja lujia materiaaleja.

Nykyiset vaatimukset rakennuksen ääni sekä värinän eristykselle on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa 796/2017.

TAULUKKO 1. Vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykselle (Ympäristöministeriö 796/2017)

<i>Huonetila</i>	Pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}(dB)$	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}(dB)$
<i>Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä</i>	55	53
<i>Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen</i>	39	63

Ympäristöministeriön asetuksessa 762/2017 on myös lueteltu vaatimukset uuden rakennuksen melun ja värinäntorjunnalle.

Rakennuksen hissien ja taloteknisten laitteiden asennukset on suunniteltava ja toteutettava niin, että niiden aiheuttama äänitaso pysyy hyväksyttävällä tasolla asuntojen asuinhuoneissa ja oleskelutiloissa, majoitus- tai potilashuoneissa sekä

saman tai läheisten asuinrakennusten ikkunoiden tai tuuletusluukkujen ulkopuolella. Lisäksi äänitason tulisi olla siedettävä oleskeluun tarkoitetuilla parvekkeilla tai virkistysalueilla. Seuraavat äänitasorajat tulee huomioida taulukossa 2. (Ympäristöministeriö 796/2017):

TAULUKKO 2. Vaatimukset uuden rakennuksen melun- ja värinäntorjunnalle (Ympäristöministeriö 796/2017)

Huone- ja ulkotila	Jatkuva laaja-kaistainen ääni		Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni	
	Keskiääni-taso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisääni-taso $L_{AF-max,T}$ (dB)	Keskiääni-taso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisääni-taso $L_{AF-max,T}$ (dB)
<b>Asuin-, majoi-tus- tai potilas-huone</b>	28	33	25	30
<b>Asunnon keit-tiö tai raken-nuksen har-rastustila</b>	33	38	30	35
<b>Porrashuone tai uloskäy-tävä</b>	38	43	35	40
<b>Ulkotila</b>	45	50	40	45

## 4.1 Kevyet rakenteet

### 4.1.1 Puu

Puulla on laajin valikoima käyttökohteita kaikista käytössämme olevista materiaaleista. Tämä johtuu puun monipuolisista ominaisuuksista. Puu on pehmeä ja helppokäyttöinen materiaali, joka on helposti työstettävissä erilaisiin muotoihin. Lisäksi puu on suhteellisen kevyttä mutta silti vahvaa painoonsa nähden. Puu on myös ympäristöystävällinen materiaali, koska se on luonnostaan saasteeton ja valmistusprosessit voivat olla matalaenergisiä. (Rakentaja 2006)

Puutuotteet ovat erinomainen valinta lähes kaikenlaiseen uudis- ja korjausrakentamiseen. Puurakenteita voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksissa erilaisissa

rakennuksissa, olivatpa ne sitten korkeita kerrostaloja, hallimaisia rakennuksia tai siltoja. Puu tarjoaa monipuolisia mahdollisuuksia rakentamisessa ja sen keveys, kestävyys ja esteettiset ominaisuudet tekevät siitä houkuttelevan vaihtoehdon moniin eri rakennustyyppeihin. (Puuinfo 2020)

Puu on toisaalta herkkä rakennusmateriaali. Se on palava ja altis lahovaurioille. Lisäksi sen mekaaninen kulutuskestävyys ei aina ole yhtä hyvä kuin muilla materiaaleilla. Siksi puurakennukset tulee suunnitella ja toteuttaa erityisen huolellisesti. Puuta ei myöskään pidä käyttää kaikkialla, erityisesti sellaisissa paikoissa, joissa sen käyttö ei ole sopivaa tai turvallista. (Rakentaja 2006)

Puurakentamista koskevat pääasiassa samat säädökset ja lainalaisuudet kuin muitakin rakentamisen muotoja.

Puurakentamisessa on laaja valikoima erilaisia materiaali-, runkojärjestelmä- ja rakennustapavaihtoehtoja. Puurakentamisessa ei ole vakiintuneita ratkaisuja tai yleispäteviä käytäntöjä, vaan ratkaisut ovat usein kohde- ja valmistajakohtaisia. Puurakenteiden suunnittelu vaatii huomattavasti enemmän suunnittelutyötä ja harkintaa. On suositeltavaa koota koko suunnittelutiimi jo hankkeen alkuvaiheessa, jotta saadaan tarvittava asiantuntemus ja yhteistyö sujuvasti käyntiin. Lisäksi toteutuksen suunnittelu on erittäin tärkeää varmistaaksemme sujuvan ja onnistuneen rakentamisprosessin. (Puuinfo 2020)

Palomääräykset ovat puun käytön osalta usein monimutkaisia, joten niiden selvittäminen on erittäin tärkeää. Yli kaksikerroksisissa puurunkoisissa rakennuksissa automaattinen sammutusjärjestelmä, kuten sprinklaus, on pakollinen vaatimus. Myös enintään kaksikerroksisissa rakennuksissa sprinklausjärjestelmä voi olla suositeltava lisätoimenpide paloturvallisuuden varmistamiseksi. On tärkeää ottaa huomioon paikalliset palomääräykset ja varmistaa niiden noudattaminen puurakentamisen yhteydessä. (Puuinfo 2020)

Puurakenteiden valmistus- ja asennustoleranssit ovat yleisesti ottaen tarkempia kuin muun rakentamisen osalta. Puurakenteissa on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota rakennusaikaiseen olosuhteiden hallintaan. Puumateriaali reagoi her-

kästi kosteuden ja lämpötilan vaihteluihin, joten on tärkeää varmistaa asianmukainen kosteuden hallinta ja suojata puurakenteet kosteudelta sekä sääolosuhteilta rakennusvaiheen aikana. Tämä edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta sekä tarvittaessa asianmukaisten suojaustoimenpiteiden käyttöä. (Puuinfo 2020)

Puutaloissa yleisesti käytetty runkojärjestelmä perustuu kantaviin seiniin, ja se tunnetaan kerroksittaisena runkojärjestelmänä. Kantavat seinät voidaan toteuttaa käyttämällä joko rankarakenteisia tai massiivipuisia suurelementtejä. Puisilla välipohjarakenteilla voidaan saavuttaa noin 7 metrin jännemitat. Kantavia linjoja puutalossa ovat yleensä rakennuksen ulkoseinät ja osa väliseinistä, erityisesti huoneistojen väliset seinät. Lattiat ja osa seinistä toimivat myös tärkeinä jäykistävinä rakenteina talossa, jotka auttavat vahvistamaan koko rakennuksen kokonaislujuutta ja vakautta. (Puuinfo 2020) Näihin myös useasti kiinnitetään LVI-järjestelmien kannakointi.



KUVA 1. Yleinen näky työmaalla puurungosta. (Rakentaja 2023)

Puurakenteiden ääneneristysmenetelmät eroavat massiivisista rakenteista. Paloturvalliseksi suunnitellut puurakenteet voivat olla luonnostaan hyvin ääntä eristäviä. Puurakenteiden ääneneristysominaisuuksia voidaan kuitenkin parantaa tarvittaessa lisäämällä erilaisia äänieristyskerroksia tai äänieristysmateriaaleja

rakenteisiin. Tällaisia materiaaleja voivat olla esimerkiksi äänieristyslevyt, äänieristysmatot tai ääneneristysseinät. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa huomioon rakenteiden ääneneristysvaatimukset ja valita sopivat ratkaisut tarvittavan ääneneristyksen saavuttamiseksi. (Puuinfo 2020)

Hyvän ilmaääneneristävyuden saavuttamiseksi väliseinä- ja välipohjarakenteissa voidaan käyttää kerroksellista rakennetta, jossa kerrokset erotetaan toisistaan estämään äänen johtumista rakenteen läpi. Lisäksi välipohjiin voidaan lisätä massaa parantamaan askelääneneristävyyttä ja vähentämään rakenteen värähtelyä. Tärkeää on myös varmistaa, että rakenteet, niiden liitokset ja lävistykset ovat tiiviitä, jotta äänen läpäisy voidaan minimoida. Puurakenteet voivat tarjota erinomaisen ääneneristyksen ja täyttää tiukat ääneneristysvaatimukset, kun ne suunnitellaan ja toteutetaan asianmukaisesti. Jokainen rakenteen osa vaikuttaa ääneneristyskykyyn, joten kokonaisuuden huolellinen suunnittelu ja toteutus ovat avainasemassa hyvän ääneneristyksen saavuttamiseksi. (Puuinfo 2020)

Voidaan todeta, että LVI-kannakkeiden kiinnittäminen puumateriaaliin on monista syistä hyvä ratkaisu. Puu on kevyt ja joustava materiaali. Tästä syystä oikein asennettuun puiseen runko/tukijärjestelmään voidaan helposti porata reikiä, kiinnittää ruuveja tai nauloja, ja asentaa kiinnikkeitä tai tukia tarpeen mukaan. Huomiona pitää muistaa puun mahdollinen halkeaminen. Puun lujuus sekä vakaus on pystyttävä osoittamaan esimerkiksi eurokoodien avulla.

Puumateriaalien suunnitteluarvot määritellään ja testataan harmonisoitujen eurooppalaisten tuotestandardien mukaisesti. Tämä prosessi johtaa puutuotteiden CE-merkintään, joka osoittaa tuotteen täyttävän sovellettavat vaatimukset. Puumateriaalien ominaisuudet, kuten lujuus, kestävyys ja paloturvallisuus, löytyvät tuotteen suoritusilmoituksesta. Suoritusilmoitus sisältää tietoa tuotteen teknisistä ominaisuuksista ja sen suorituskyvystä vaatimusten osalta. Näin asiakkaat voivat valita puutuotteita tietoisesti niiden suorituskyvyn perusteella. (Puuinfo 2020)

Standardina puurakentamiselle on eurokoodeihin perustuva SFS-EN 595, 1995. Materiaalin valmistajien sivuilta löytyy myös esimerkiksi yleisesti käytetystä ker-topuusta standardien täyttävän suoritusilmoituksen (liite 1).

## 4.1.2 Levy

Levyrakentaminen on rakentamismenetelmä, jossa käytetään erilaisia levyjä, kuten kipsilevyjä, vaneria tai muita puulevyjä rakennuksen sisä- ja ulkopintojen rakentamiseen. Näitä levyjä käytetään yleisesti sekä uudisrakentamisessa että remontoinnissa.

Levyrakentaminen on yleensä nopeaa ja helppoa, koska levyt ovat kevyitä ja valmiiksi mitoitettuja sekä niitä on helppo työstää. Levyrakenteet voidaan viimeistellä monin eri tavoin, kuten maalaamalla, tapetoimalla tai laatoittamalla. Tämä antaa suunnittelijoille ja rakentajille paljon mahdollisuuksia luoda erilaisia ulkoasuja ja tyylejä. Yleisin levyrakenne sisätiloissa on ylivoimaisesti kipsilevy.

Kipsilevy on rakennusmateriaali, joka koostuu kolmesta eri kerroksesta: keskikerroksesta ja kahdesta pintakerroksesta. Keskikerroksessa käytetään kipsiä, kun taas pintakerroksissa käytetään kartonkipaperia. Kipsi voi olla peräisin luonnosta, teollisuuden sivutuotteista tai kierrätetyistä kipsilevyistä. Kipsilevyjen valmistuksessa hyödynnetään näitä raaka-aineita, jotka yhdessä muodostavat kestävä ja monikäyttöisen rakennusmateriaalin. (Siikanen 2009, 224). Kipsilevyn valmistajilta löytyvät kattavat tuote ja ohjekirjat.

Kipsilevyjen ympäristöystävällisyyttä korostaa niiden raaka-aineena käytettävä kipsi, joka voidaan kierrättää lähes loputtomasti. (Rakentaja 2023)

Kipsilevyn palonkestävyyssominaisuuksien ansiosta sitä voidaan käyttää tiloissa, joissa lämpötilat ovat normaalia korkeampia. Kipsilevyn rakenne ja materiaalit tekevät siitä hyvin kestävä tulipalojen vaikutuksille. Kipsilevy pystyy pitämään muotonsa ja säilyttämään eheyden myös korkeissa lämpötiloissa. (Siikanen 2009, 225.)

Kipsilevyt asennetaan yleensä metalli- tai puurunkoon, joka on kiinnitetty rakennuksen perusrakenteisiin. Kipsilevyt kiinnitetään runkoon niille tarkoitetuilla ruuveilla. Levyjen saumat on suunniteltava huolellisesti, jotta ne sijoittuvat rungon

pystytolppien kohdalle saumauksen onnistumisen varmistamiseksi. Saumat ta-  
soitetaan kipsilevylle tarkoitettulla saumamassalla ja -nauhalla, jolloin saadaan si-  
leä ja tasainen pinta jatko käsittelyä varten.

Kipsilevyt voidaan maalata, tapetoida tai päällystää muilla materiaaleilla, kuten  
laatoilla tai puupaneelilla, sen mukaan, millaisen ulkoasun ja tyylin halutaan saa-  
vuttaa.

TAULUKKO 3. Kipsilevyn painojakauma eri materiaalien osalta. (Siikanen 2009,  
224)

	<b>Paino %</b>
<b>Kipsi</b>	93 %
<b>Kartonki</b>	6 %
<b>Kosteus, tärkkelys ja orgaaninen pinta-aktiiviaines</b>	1 %

Ennen levytyksen aloittamista on tärkeää suunnitella ja merkitä putkivetojen sekä  
kiinnityksiä varten tarvittavien tukirakenteiden paikat. (Rakentaja 2023) Vaikka  
kipsilevylle on sille tarkoitettuja ruuveja ja ankkureita ovat ne tukevuudeltaan LVI-  
järjestelmien kannakoinnille heikkoja. Yleinen tukirakenne rakentaessa kipsile-  
vyn avuksi LVI-kannakoinnille on vaneri levy sekä puu, jotka kiinnitetään puu tai  
metalli runkoon kiinni (kuva 2).

Myös ennen levytystä on asennettava mineraalivilla rungon ja kipsilevyn väliin.  
Esimerkiksi rakennusmateriaali valmistajan Gyprocin väliseinät rakennetaan  
Gyproc teräsprofiileista ja Gyproc kipsilevyistä ja niillä saavutetaan kaikki yleisim-  
mät äänen- eristys- ja paloturvallisuusvaatimukset. (Gyproc 2022)



Runkoon on upotettu lisätuet



Levyt asennetaan tiiviisti toisiinsa.

KUVA 2. Puurunkoon lisätyt tuet ennen levytystä. (Rakentaja 2023)

Tästä voidaan jo päätellä kipsin olevan yksinään huono materiaali LVI-kannakoinnille kevyen rakenteensa ansiosta.

Seuraavana käsitellyssä oleva levyrakenne on vaneri. Vanerin hyöty rakentamisessa ja LVI-kannakoinnissa on juuri siinä, että sitä on hyvä käyttää tukirakenteena kipsilevyjen takana.

Vaneri valmistetaan ohuista puuviiluista, jotka liimataan yhteen. Yksittäisen viilun paksuus vaihtelee yleensä välillä 0,2 - 3,2 mm. Viilut asetetaan päällekkäin siten, että niiden syysuunnat ovat yleensä kohtisuorassa toisiaan vasten. Koivuvaneri-levyissä käytetään yleensä paritonta määrää viiluja (vähintään kolme), mikä tarkoittaa, että pintaviilujen syysuunta on sama. Havuvaneri-levyissä viilujen määrä voi olla myös parillinen. Vanerin valmistuksessa käytetään yleensä säänkestävää fenolihartsiliimaa, joka on väriltään selvästi tummempaa kuin puuviilut. Tämä liima antaa vanerille lisää kestävyttä erilaisissa sääolosuhteissa. (Puuinfo 2020)

Perusominaisuuksiltaan vaneri on verrattavissa puuhun, mutta sen valmistustapa tuo sille myös joitakin erityisominaisuuksia. Näihin ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa: (Puuinfo 2020)

- lujuus, jäykistää hyvin rakennetta
- tiivis ja iskunkestävä
- runsaasti tuotevariaatioita eri käyttökohteisiin.

## **4.2 Raskaat rakenteet**

### **4.2.1 Betoni**

Betonista on tullut maailmanlaajuisesti suosituin rakennusmateriaali. Sen vuosittainen tuotantomäärä on noin 13 miljardia kuutiometriä, mikä tarkoittaa noin 2 kuutiometriä jokaista maailman asukasta kohti. Suomessa betonin vuosikäyttö on noin 5 miljoonaa kuutiometriä. Betonilla on laaja valikoima erilaisia käyttökohteita, sekä pienempiä että suurempia, jotka vaihtelevat rakentamisen tarpeitten mukaan. (Betoni. n. d.)

Betonista on tullut ylivoimaisesti suosituin rakennusmateriaali myös perustuksissa. Tämä johtuu sen monista eduista, kuten edullisesta hinnasta, kyvystä kestää kosteutta, vahvasta lujuudesta ja jäykkyydestä, turvallisuudesta sekä muokattavuudesta. Betonin monipuolisuus tekee siitä ihanteellisen materiaalin rakennusten perustuksiin. (Betoni. n. d.)

Betonilla on erinomainen kosteuden kestävyys. Pitkäaikainen kostea säilyttäminen voi jopa edistää betonin lujuuden kehittymistä. (Elementti suunnittelu 2020) Kaikkien rakennusmateriaalien, mukaan lukien betoni, tulee sisätiloissa pysyä kuivina. Betoni on kuitenkin vähemmän altis sisäilman haitallisille mikrobeille, kuten homesienille. On kuitenkin tärkeää huomata, että ajan myötä kaikkien materiaalien pinnalle voi kertyä orgaanisia epäpuhtauksia, jotka voivat edistää homeiden kasvua kosteissa olosuhteissa. (Betoni n. d.)

Talonrakentamisessa betonin osuus vaihtelee rakennuksen pääasiallisen materiaalin mukaan. Yleisesti ottaen betonin osuus on noin 50 % rakennuksen kokonaisrakenteista ja noin 15 % julkisivuista. Esijännitetty ontelolaatta on yleisesti käytetty rakenne rakennusten ala-, väli- ja yläpohjissa. Tämä rakenne tarjoaa kestävyyttä ja tehokasta tilankäyttöä. (Betoni n. d.)

Betoniset ulkokuorielementit tarjoavat kestäviä ja taloudellisia ratkaisuja julkisivuihin. Arkkitehti voi valita betonin värin ja pintakäsittelyn laajasta valikoimasta, mikä antaa suunnittelulle runsaasti mahdollisuuksia. Betonisilla väliseinillä voidaan täyttää sekä palo- että äänitekniset vaatimukset ilman erillisiä eristyksiä. Näin betoni tarjoaa kokonaisvaltaisen ratkaisun rakennuksen toiminnallisiin ja teknisiin vaatimuksiin. (Betoni n. d.)

Esijännitetyt palkit mahdollistavat jopa 50 metrin jännevälit normaalilla lujuudella, ja pilareilla saavutetaan suuri kantokyky. Korkealujuusbetoneita käyttämällä kantokykyä voidaan edelleen lisätä. (Betoni n. d.)

Betonin keskeisin osa-aine on sideaine, eli sementti. Sementtiä käytetään noin 200–400 kilogrammaa eli 8–16 painoprosenttia yhtä kuutiometriä betonia kohti. Sementti reagoi veden kanssa muodostaen vahvan mineraalin, jota kutsutaan sementtikiveksi. Tämä mineraali sitoo yhteen kiviainesrakeet ja samalla raudoituksen, luoden vahvan kokonaisuuden. (Betoni n. d.)

Sementin valmistuksessa keskeisin raaka-aine on kotimainen kalkkikivi, joka käydään läpi louhinta-, murskaus- ja lajitteluprosessit ennen raakajauhatusta. Kalkkikivestä saadaan tarvittavaa kalsiumkarbonaattia, mutta sementin valmistuksessa tarvitaan myös piioksidia, rautaoksidia ja alumiinioksidia. Nämä ainekset saadaan kalkkikivilouhoksen sivukivistä sekä muista teollisuuden sivutuotteista. (Finnsementti n. d.)

Betonin lujuus on monimutkainen ja äärimmäisen tärkeä tekijä, koska se vaikuttaa betonirakenteiden turvallisuuteen ja käyttöikään. Betonin lujuutta voidaan tarkoitaa eri yhteyksissä betonin lujuusluokkana, betonin puristuslujuutena koekap-

paleissa tai rakenteissa, betonirakenteen yleisenä lujutena tai jopa betonin kestävytenä. On tärkeää huomata, että betonin lujutta arvioidaan tilastollisten menetelmien avulla, eikä ole yhtä ainoaa määritelmää betonin lujudelle. Kun puhutaan betonin lujudesta, on olennaista tietää, mitkä menetelmät ja mittaukset siihen liittyvät. (Finnsementti n. d.)

Betonin lujusluokka merkitään yleisesti esimerkiksi C35/45. Tässä tapauksessa "C35" viittaa betonin puristuslujuuteen, joka on määritetty standardilieriökoekappaleesta puristamalla ja ilmaistaan megapascalina (MPa). "45" puolestaan viittaa betonin puristuslujuuteen, joka on määritetty 150 millimetrin kuutiokoekappaleesta ja ilmaistaan myös megapascalina (MPa). Tämä luokitus antaa tietoa betonin kyvystä kestää puristavaa kuormitusta eri mittausmenetelmillä ja -koekappaleilla. (Finnsementti n. d.)

Betonin lujus eri tilanteissa määritellään eri standardeissa. Puristuslujuus koekappaleista määritetään standardien EN 12350-1, EN 12390-2 ja EN 12390-3 mukaisesti. Poratun kappaleen lujus puolestaan määritellään standardin EN 12504-1 mukaisesti. Betonin lujus rakenteessa (In-situ compressive strength) ja Betonin ominaisuuslujuus rakenteessa (Characteristic in-situ compressive strength) määritetään standardin SFS-EN 13791 mukaisesti. Nämä standardit tarjoavat menetelmiä ja ohjeita betonin lujuden arvioimiseksi eri käyttötilanteissa ja rakenteissa. (Finnsementti n. d.)

Myös katsaus ontelolaattoihin on hyvä tehdä. Ontelolaatat ovat erittäin yleinen rakennemateriaali esimerkiksi kerrostalo rakentamisessa.

Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joissa on pituussuunnassa kulkevia onteloita. Näitä laattaelementtejä valmistetaan käyttäen betonia, jonka lujusluokka on C40/50-C70/85. Ontelolaattojen tuotestandardi on SFS-EN 1168, joka määrittelee niiden valmistusvaatimukset ja suorituskyvyn arvioinnin. Tämän standardin avulla varmistetaan ontelolaattojen laadukas ja turvallinen käyttö rakennusprojekteissa. (Elementtisuunnittelu 2023) Myös ontelolaattojen valmistajat kertovat mihin ja minkä kokoisia reikiä saa laattoihin porata. Hyvä yleinen ohje reikien tekemiseen ontelolaattoihin löytyy elementtisuunnittelun nettisivuilta.

Massiiviset betonirakenteet tarjoavat hyvän ääneneristyskyvyn ja pystyvät täyttämään ääneneristysvaatimukset helposti. Lattioiden askelääneneristävyyden voi saavuttaa riittävänä käyttämällä joko ontelolaattoja tai paikallavalurakenteita, joiden paksuus valitaan lattian pintamateriaalin mukaan. Esimerkiksi seinärakenteessa, jossa käytetään 180 mm paksua betonirakennetta, voidaan saavuttaa jopa 58 dB:n ääneneristävyys. Tällaiset rakenteet tarjoavat tehokkaan suojan äänen siirtymistä vastaan ja mahdollistavat miellyttävän ja rauhallisen sisäympäristön. (Betoni n. d.)

Betoni vaimentaa tehokkaasti värähtelyä ja melua, mikä voi olla hyödyllistä LVI-kannakoinnissa, sillä se vähentää LVI-järjestelmän aiheuttamaa melua ja värähtelyä rakennuksen sisällä.

Betonimateriaali on täysin palamaton, mikä tekee siitä erinomaisen rakennusmateriaalin. Betoni luokitellaan A1-luokkaan, mikä tarkoittaa parasta paloluokkaa. Betonirakenteiden jännitystaso rakenteessa on korkeintaan 60 prosenttia murto-  
lujuudesta, mikä tarkoittaa sitä, että betonirakenne pystyy edelleen kantamaan kuormituksensa jopa lämpötilassa 500 °C. Lukuun ottamatta hyvin hoikkia rakenteita, betonirakenteet kestävät vähintään tunnin ajan standardipalon (Betoni n. d.)

Betonin ollessa luja ja kestävä rakennusmateriaali on se myös hyvä LVI-kannakoinnille. Betoni kestää suuria kuormituksia ja paineita ja tästä syystä se on hyvä materiaali raskaidenkin putkistojen kannatukselle. Betoniin saa porata reikiä kannatuksille melko vapaasti materiaalivalmistajien ja standardien mukaan.

#### **4.2.2 Teräs**

Teräs on rakennusalalla keskeinen käyttömetalli. Sen suuri lujuus erottaa sen muista rakennusmateriaaleista, kuten tiilestä, betonista ja puusta. Teräksen mekaanisia ominaisuuksia voidaan säätää monipuolisesti koostumuksen ja valmistusprosessin avulla. Tämä tekee teräksestä mahdollisen innovatiivisen ja kunnianhimoisen arkkitehtuurin toteuttamiseen. (Teräsrakenneyhdistys n. d.)

Teräsrakenteet ovat kevyitä, turvallisia ja lujia, eivätkä ne lahoa tai pala. Teräsrakenteiden huolto on edullista ja helppoa, usein tarvitaan korjauksia vain teräsrunkoon liitettyjen muiden materiaalien liitoksissa. Vähäisen huoltotarpeen ansiosta teräsrakenteiden elinkaarikustannukset pysyvät alhaisina. Tärkeää on kuitenkin myös teräksen terveysvaikutus, sillä lahoamaton teräs mahdollistaa terveellisen sisäilman. Lisäksi teräs on ekologinen materiaali, sillä teräsrakenteet ovat pitkäikäisiä ja täysin kierrätettäviä. (Aulislundell n. d.)

Teräksen mekaaniset ominaisuudet voidaan säätää laajalla alueella muokkamalla sen koostumusta (seostusta) ja käyttämällä erilaisia valmistusteknologioita. Tyypilliset rakenneteräkset omaavat myötölujuudet välillä 275...460 MPa, kun taas suurlujuusteräksillä nämä arvot voivat olla jopa 1300 MPa. Teräs on myös sitkeä ja helposti muokattava materiaali, mikä tekee siitä monipuolisen rakennusmateriaalin. (Teräsrakenneyhdistys n. d.)

Terästä käytetään laajasti kaikessa rakentamisessa, mukaan lukien perustukset, kantavat rungot, betonin vahvistaminen ja erilaiset kiinnitysjärjestelmät. Teräs on olennainen osa rakennusteollisuutta, tarjoten lujuutta ja kestävyyttä erilaisille rakenteille. (Teräsrakenneyhdistys n. d.)

Suomessa noin 20 % uusista rakennuksista on teräsrunkoisia, ja huippuvuosina osuus on ollut jopa 25 %. Terästä käytetään pääasiassa kantavana pystyrakenteena teollisuusrakennuksissa, joissa sen markkinaosuus on viime vuosina ollut huomattavasti korkea, noin 45-55 %. Toiseksi merkittävin käyttökohde teräsrakenteille on maatalousrakennukset, joissa teräksen markkinaosuus on vaihdellut 45-50 %. Kokoontumis- ja liikerakennuksissa teräksen markkinaosuus on ollut 20-25 %. (Teräsrakenneyhdistys n. d.)

Vaikka teräs on monin tavoin erinomainen rakennusmateriaali, sen käyttö LVI-kannakointiin voi aiheuttaa haasteita joissakin tilanteissa. Teräksen ollessa erittäin lujaa ja jäykkää materiaalia, sen työstäminen voi olla haastavaa verrattuna muihin materiaaleihin, kuten puuhun tai betoniin. Teräkseen poraaminen vaatii

erityisen poranterän ja usein myös suuremman voiman käyttöä, mikä voi lisätä työvaiheiden määrää ja asennuksen aikaa.

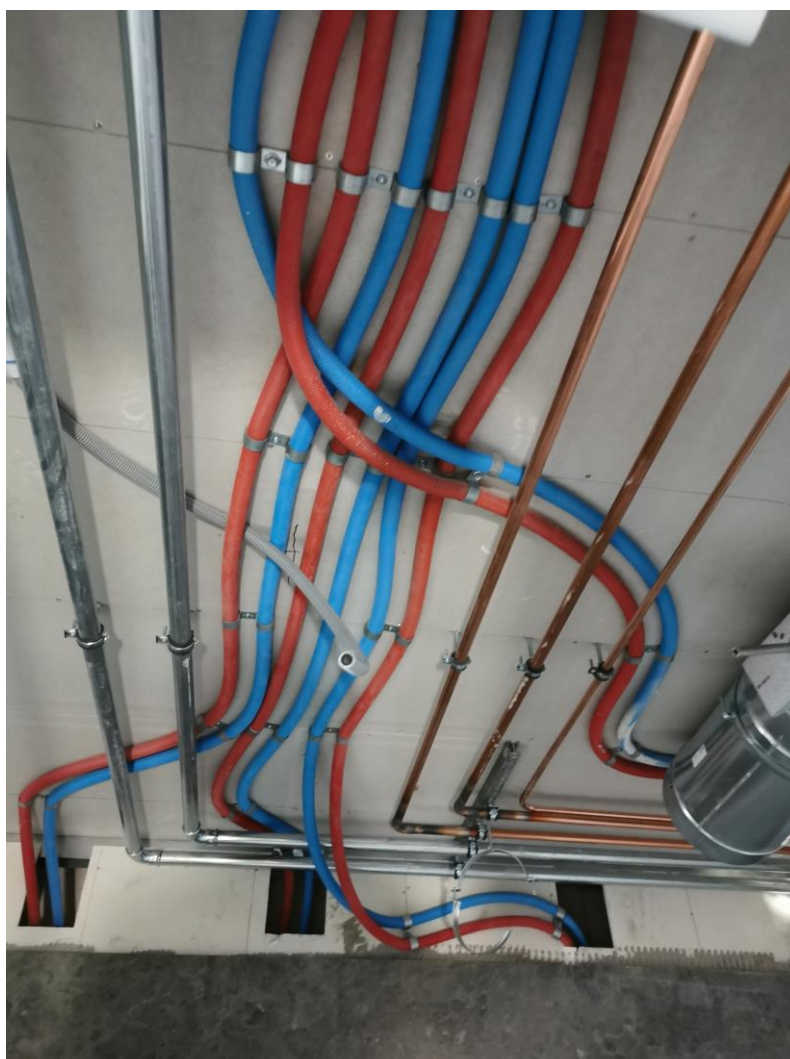


KUVA 3. Teräsbetoni. (Wikipedia 2022)

## 5 KANNAKOINNIN TAVAT

LVI-järjestelmien kannakointiin on olemassa useita erilaisia menetelmiä ja ratkaisuja. Kannakointi vaatii monipuolisia ja joustavia ratkaisuja, jotka on sovitettava erilaisiin asennustarpeisiin, kohteisiin ja rakennusmateriaaleihin. Seuraavaksi käydään läpi yleisiä kannakoinnin tapoja.

Kiinnikkeet, pidikkeet ja putkikannakkeet: osan LVI-kannakkeista voi ruuvata suoraan kiinni rakennusmateriaaliin ja osa täytyy kiinnittää alla mainittujen lisäksi myös esimerkiksi jalkaruuvien, betoniruuvien, ankkureiden ja proppujen avulla. Kuvassa 4 nähdään tyypillinen esimerkki, jossa kannakointi on tehty puu runkoihin kipsilevytettyyn kattoon jalkaruuvia käyttäen. Jalkaruuvi kiinnitetty puuhun ei kipsilevyyn ja putkenpidin on kiinni jalkaruuvissa.



KUVA 4. Vesi ja lämpöputkien kannatus katosta.

Konsolit: konsolit ovat eräänlaisia tukirakenteita, jotka kiinnitetään seinään tai kattoon ja joihin LVI-järjestelmän osat voidaan asentaa. Ne voivat olla valmistettu esimerkiksi teräksestä tai alumiinista ja tarjoavat tukevan kannakoinnin. Kuvassa 5 nähdään esimerkki konsolistä ja miten siitä voidaan LVI-järjestelmä kannakoida esimerkiksi kierretangon, mutterien ja putkikannakkeen avulla.



KUVA 5. Konsolikannake tuella ja ilman. (Würth n. d.)

Kiskojärjestelmät: kiskoja käytetään usein perustana monenlaisille kannakointiratkaisuille ja niiden avulla voidaan helposti järjestellä ja säätää LVI-järjestelmän osia. Kiskoja on saatavilla eri materiaaleista, kuten teräksestä tai alumiinista, ja ne tarjoavat joustavuutta sekä kestävyyttä kannakoinnille. Kuvassa 6 on esimerkki kisko kannatuksesta työmaalla. Tässä tapauksessa kisko on kiinnitetty tukevasti puuhun ja kiskosta on otettu kierretangolla, muttereilla ja kannakkeella putki oikeaan korkoon.



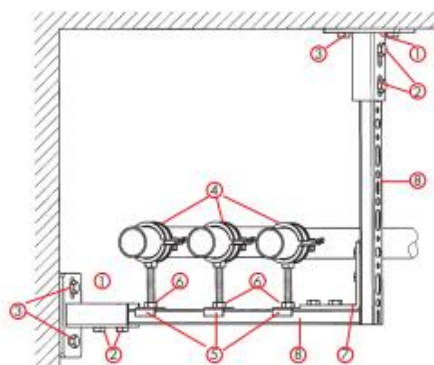
KUVA 6. Kisko kannatus.

Modulaariset kannakointijärjestelmät: modulaariset kannakointijärjestelmät koostuvat useista osista, jotka voidaan koota yhteen ja mukauttaa tarpeen mukaan. Ne tarjoavat joustavuutta ja helppoutta asennuksessa ja huollossa, ja niitä voi-

daan käyttää monenlaisissa LVI-järjestelmissä. Kuvassa 7 nähdään yhden tukkurin tarjoamaa modulaarista kannakointijärjestelmää ja mitä se pitää sisällään sekä muutaman esimerkin eri rakennusmateriaaleille.



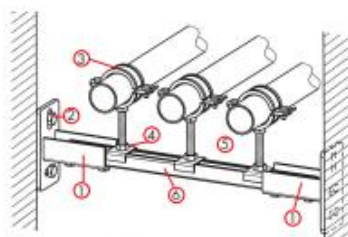
## VARIFIX®-MODULAARINEN KANNAKOINTIJÄRJESTELMÄ



**Varifix® on nopea ja yksinkertainen kannakointi järjestelmä kaikkiin taloteknisiin asennuksiin. Nopeat pulttiliitokset tuovat asennuksiin joustavuutta ja ovat tarvittaessa säädettävissä asennuksen jälkeen.**

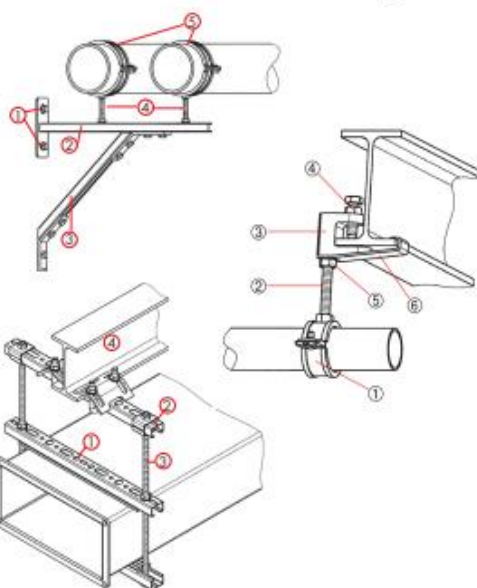
### 1. Seinä ja katto kannakointi betoniin

1. Kiskojalusta	0862 005..
2. Pultti+mutteri	0057, 0053, 0317, 0368
3. Kiila-ankkuri	5928..
4. Putkenpidin M8/M10	054328..
5. Kiskolevy	0865 005..
6. Kierretankotappi	08621207..
Kääntölevy	0862104..
7. Kulmalititin	0862 005..
8. C-Kisko	0862 001..



### 2. Akseli kannakointi metalliin

1. Kiskojalusta	0862 005..
2. Pias Porakärkiruuvit	0214 42, 48, 55, 63
3. C-pidin	0543100..
4. Pultti	0053, 0057
Mutteri	0317, 0368
Aluslevy	0407
5. Lukituskiinnike	0862 100 9..
6. C-Kisko	0862 001..



### 3. Raskas kannakointi puuhun

1. Assy 3.0 Kombi	0184 206, 208, 210, 212
2. C-Konsoli	0862 009..
3. C-Konsolin tuki	0862 009 221
4. Kierretankotappi	0862 120 7
Kiskomutteri	0862 100 9
Kiskolevy	0865 005
5. Teollisuuspidin	0543 290..

### 4. Teräspalkki kannakointi

1. Putkenpidin M8/M10	0543 28..
2. Kierretankotappi	0862 120 7..
3. Palkkipidin	0862 200..
4. Pultti + Mutteri	0053, 0057
5. Mutteri	0317, 0368
6. Lukituskiinnike palkkipitiimeen	0862 200 010

### 5. Teräspalkki kannakointi

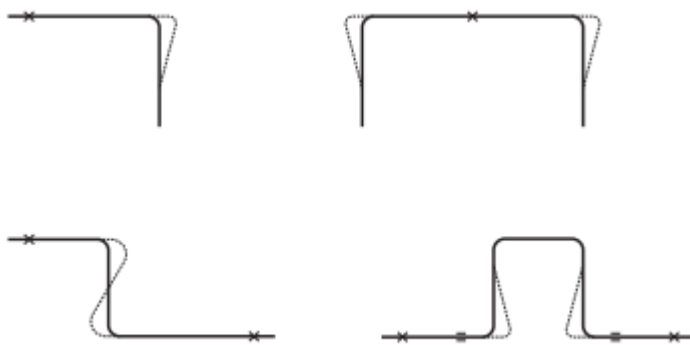
1. C-Kisko	0862 001..
2. Kiskolevy	0865 005..
Kiskomutteri	0862 100 9..
Mutteri	0317, 0368
3. Kierretanko	0958, 0959
4. Teräspalkkikannake	0862 005..

KUVA 7. Varifix®-modulaarinen kannakointijärjestelmä. (Würth n. d.)

Putkille on myös ominaista, että ne laajenevat tai supistuvat lämpötilan muuttuessa. Jotta nämä pituudenmuutokset eivät aiheuttaisi haitallista kuormitusta järjestelmälle, lämpöliikettä kompensoidaan käyttämällä paljetasaimia, paisuntalengkkeitä tai liukumuhveja. Näiden kompensointielementtien avulla putkisto pystyy joustavasti sopeutumaan lämpötilan vaihteluihin ilman merkittävää rasitusta tai vaurioitumista. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Putkistojen liikkuminen voi johtua esimerkiksi nesteen virtauksista ja painevaihteluista. Kiinteissä järjestelmissä haitallinen liike voi aiheuttaa merkittävää kuormitusta järjestelmälle, joten se on tärkeää estää. Korkeissa kannatusroikotuksissa haitallisen putkien liikkeen voi estää esimerkiksi sitomalla yksittäiskannatetut putket yhteen, kuten kuvassa 6 esitetään. Tämä mahdollistaa putkien tukevan ja vakaan asennon, mikä vähentää rasitusta ja varmistaa järjestelmän toiminnan luotettavuuden. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Putkien liikkumisen estämiseksi käytetään kiintopisteitä kannatuksilla. Yleensä kiintopisteet sijoitetaan putkien ja kanavien muuttuviin kohtiin, kuten laitteiden liitäntöihin, haarautumiskohtiin, putkien tai kanavien koon muutoksiin sekä putkistojen tai ilmakeinavien pitkien suorien osuuksien alku- ja loppupäähän. Nämä kiintopisteet auttavat tukemaan ja ohjaamaan putkistojen ja ilmakeinavien laajenemista ja kutistumista, vähentävät ääntä ja tärinää sekä estävät putkien tai kanavien irtoamisen tai vaurioitumisen. Putkistojen lämpölaajenemiseen ja sen hallintaan on saatavilla ohjeita ohjekortissa LVI 12-10330 "Putkistojen lämpölaajeneminen". Kuvassa 8 näytetään esimerkki, jossa x symboloi kiintopistettä.



KUVA 8. Esimerkkejä teräspanken lämpölaajenemisen tasaamiseksi. (RT 12-10330 Putkistojen lämpölaajeneminen 2001)

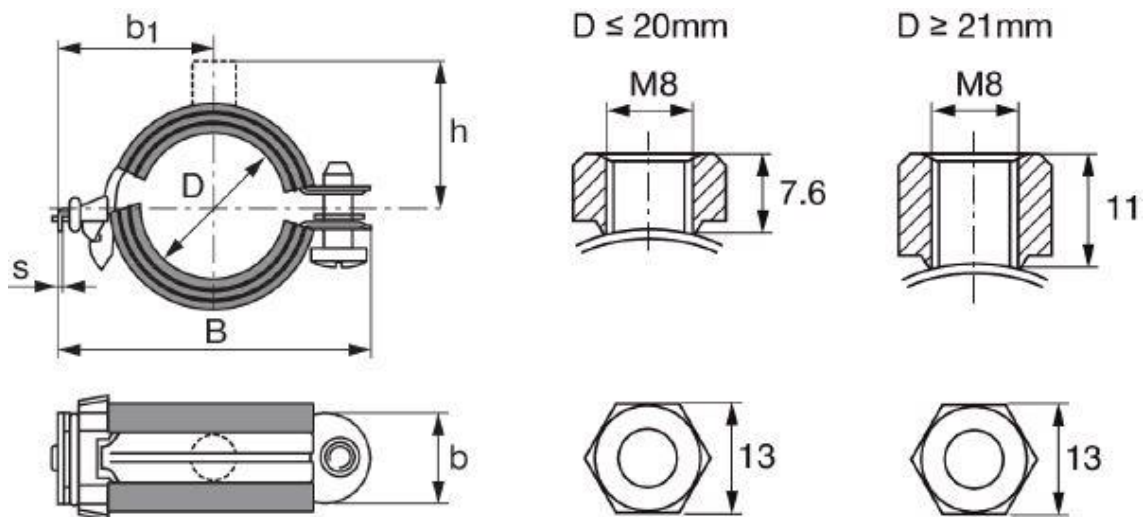
## 5.1 Kannakkeiden valinta

Kun on päätetty ja selvitetty kannakoinnin tapa on aika valita kannake. Kannakkeen valintaan vaikuttaa järjestelmän tyyppi ja materiaali, rakennuksen rakenne ja materiaalit sekä asennuksen ja huollon vaatimukset.

LVI-perusjärjestelmissä putkien yleisin kannake on kuvissa 4 ja 6 näkyvät mustat pantamaiset kannakkeet. Kuvassa 9 on myös samanlainen kannake leikkauskuvana. Musta osa on muovia, joka toimii äänieristeenä kannakkeessa.

Kannakemateriaali valitaan ympäristöolosuhteiden, kuten kosteuden, syövyttävyyden, palosuojauksen ja muiden tekijöiden perusteella. Yleisesti käytetään terästä tai kevyissä pinta-asennuksissa muovia kannakemateriaalina. Tarvittaessa käytetään myös kuparista, alumiinista, ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kannakkeita, jotka voivat olla haponkestäviä, kuumasinkittyjä, sähkösinkittyjä tai muulla tavoin korroosiosuojattuja. Valinta tehdään riippuen kyseisen ympäristön vaatimuksista ja tarpeista. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Jos kannakkeen ja putken välillä on riski sähkögalvaaniseen korroosioon johtuen materiaalien potentiaalieron vuoksi, voidaan käyttää kumi- tai muovieristeellä varustettua kannaketta. Tällöin estetään epäjalomman metallin syöpyminen sekä mekaaninen kuluminen. Tämä menetelmä on käytössä myös ääniteknisesti vaativissa kohteissa, joissa tärkeää on estää värähtelyjen aiheuttama äänihäiriö. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

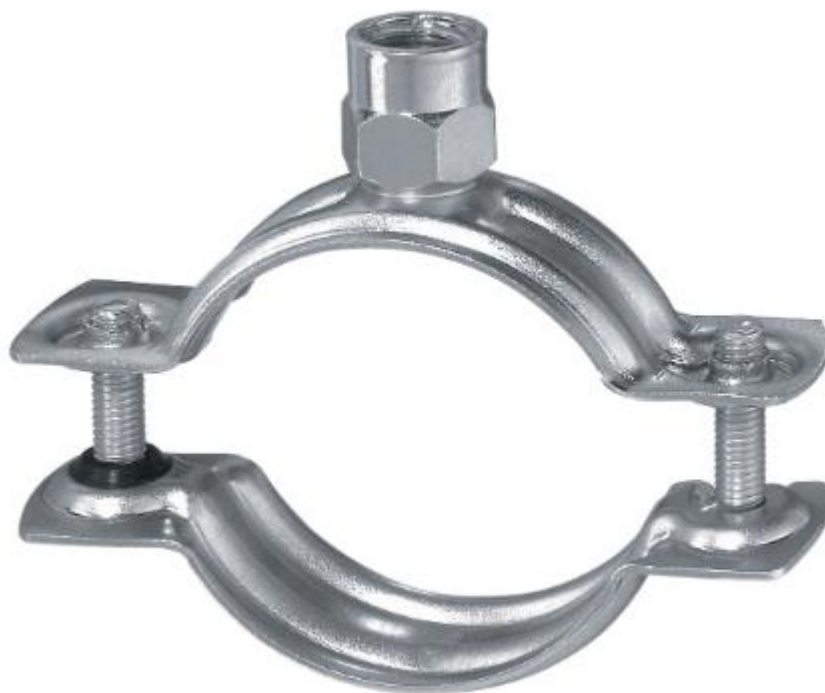


KUVA 9. Äänieristetty putkenpidin. (Hilti n. d.)

### 5.1.1 Lämpö

Lämpöputket ovat yleensä kuparia, terästä, ruostumatonta terästä tai pex-muovia.

Kannakkeen tyyppi valitaan putkimateriaalin mukaan, esimerkkivaihtoehtoja kuvissa 10 ja 11. Yleisesti ottaen sinkitty kannake on hyvä kannakemateriaali lämpöputkille sillä sinkityt kannakkeet kestävät korroosiota hyvin. Kannakkeen valinnassa on kuitenkin otettava huomioon paikalliset olosuhteet ja ympäristötekijät, täten ruostumaton teräs voi olla hyvä vaihtoehto. Kuvassa 4 vasemmalla nähdään lämpöputken kannakointi.



KUVA 10. Putkenpidin pikasululla kevyisiin sovelluksiin. (Hilti n. d.)



KUVA 11. Sejo Duo-putkipidin, äänieristetty. (Masino n. d.)

### 5.1.2 Vesi

Käyttövesiputket ovat yleensä kuparia, pex-muovia tai komposiittia.

Muoviputkille voidaan yleensä käyttää samoja kannakkeita kuin teräs- ja kupari-putkille (KUVA 11). Kannakkeiden reunojen täytyy olla pyöristettyjä tai putken ja kannakkeen väliin on asennettava eristekumi tai -muovi. Tämä varmistaa, että putken pinta ei vahingoitu eikä materiaalista aiheudu hankausta kannaketta vasten. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Suojaputkessa olevan pex-putken eräs kannakointi tapa näkyy kuvassa 4 sekä kuparisen käyttövesi putken kannakointi näkyy myös kuvassa 4.

### 5.1.3 Viemäri

Viemäriputket yleisimmin ovat erilaisista muovimateriaaleista tai valuraudasta valmistettuja putkia. Myös HST ja RST viemärit ovat yleisiä viemärimateriaaleja.

Viemäriputkien kannatuksessa käytetään yksinomaan viemäriputkille suunniteltuja kannakkeita, jotka kattavat putken ympäriltä kokonaisuudessaan (KUVA 12). Vaakaviemäreiden kannakkeiden on oltava portaattomasti säädettävissä kaltevuuden aikaansaamiseksi. Tämä mahdollistaa putkiston oikeanlaisen asennuksen ja varmistaa viemäriin toimivuuden. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 12. Muovi- ja valurautaviemäriin kierretankokannatuksen alapään rakennevaihtoehtoja. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Myös desibeliviemäreille on käytettävä vain niille tarkoitettuja kannakkeita äänivaatimuksien saavuttamiseksi.

Myös valuun jäävien viemäreiden kannakoinnille on sille tarkoitettut kannakkeet ja valutuet. Kuvissa 13 ja 14 esimerkit, sekä käytännön esimerkki kuvassa X.



KUVA 13. Sejo sinkitty valutuki viemärille. (Masino n. d.)



KUVA 14. Sejo valutuki viemärille. (Masino n. d.)

#### 5.1.4 Ilma

Ilmastointikanavat ovat yleensä peltiä tai muovia ja niitä voi olla pyöreän sekä kantikkaan mallisia. Ilmastoinnille käytetään sille tarkoitettuja kannakkeita. Sopiva kannake on materiaaliltaan terästä (KUVA 15).



KUVA 15. Sejo-ilmastointipidin (Masino n. d.)

## 5.2 Kannakkeiden määrä ja väli

Kannakevälin määrittäminen riippuu järjestelmästä. Eri materiaaleilla on erilaiset painot ja lämpölaajenemisominaisuudet, jotka vaikuttavat kannakkeiden asennusväliin. Myös esimerkiksi painavat ja raskaat putket vaativat tiheämmän kannatusvälin kuin kevyt putki, jotta ne pysyvät tukevasti paikallaan.

### 5.2.1 Lämpö ja vesi

Putkien suurimmat sallitut kannatusvälit saadaan ensisijaisesti tuotevalmistajilta. Heiltä saa tarkat suositukset siitä, kuinka pitkät etäisyydet kannattimien välillä voivat olla eri putkimateriaaleille. Kuvassa 16 on esitetty suuntaa antavat enimmäiskannatusvälit teräs-, kupari- ja eräille muoviputkille. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Teräsputket		Kupariputket <sup>1)2)</sup>		Muoviputket			Monikerrosputket <sup>3)</sup>	
DN	mm	d <sub>e</sub>	mm	d <sub>e</sub>	PVC, PEH, PEM	PEL, PEX, PB	d <sub>e</sub>	mm
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
< 20	2500	< 22,0	1250	< 20	700	300	< 20	1200
20	2500	22,0	2500	20	700	300	20	1300
25	2500	28,0	2500	25	900	400	25	1300
32	2500	35,0	2500	32	1000	400	32	1400
40	2500	42,0	2500	40	1100	500	40	1400
50	3000	54,0	2500	50	1200	500	50	1500
65	4000	63,0	2500	63	1400	600	63	1500
80	4000	76,1	3000	75	1500	600	75	1500
100	5000	88,9	3000	90	1600	700		
120	5000	108,0	3000	110	1700	700		

<sup>1)</sup> ei koske hehkutettua kupariputkea

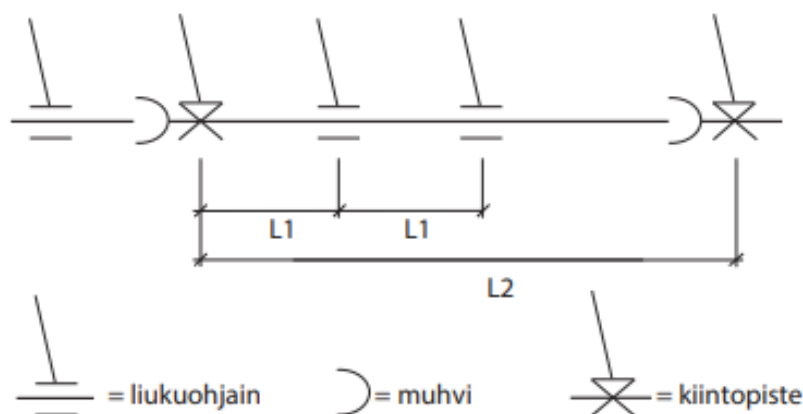
<sup>2)</sup> d<sub>e</sub> 8...15 mm putkien kannatusvälit pinta-asennuksessa lämmitysputkille 400...500 mm ja käyttövesiputkille 600 mm

<sup>3)</sup> pinta-asennuksessa putkien kannatusväli 500...800 mm

KUVA 16. Vaakaputkien suurimmat sallitut kannatusvälit lämpötilassa +20 °C. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

## 5.2.2 Viemäri

Muoviviemäreiden suurimmat sallitut kannatusvälit saadaan ensisijaisesti tuotevalmistajalta. Heiltä saa tarkat suositukset siitä, kuinka pitkät etäisyydet kannattimien välillä voivat olla muoviviemäreillä. Kuvassa 17 ja 18 on esitetty suuntaa antavat enimmäiskannatusvälit. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 17. Esimerkki viemärin kannakoinnista. L1 ja L2 löytyvät kuvasta 18. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Putkikoko $d_e$	Suurin sallittu kannatusväli mm			
	Vaakaviemäri L1 L2		Pystyviemäri L1 L2	
32	500	2000	1200	2000
50	1000	2000	1500	2000
75	1000	3000	2600	3000
110	1500	3000	2600	3000
160	2000	3000	2600	3000

KUVA 18. Muoviviemäreiden suurimmat sallitut kannatusvälit rakennuksessa. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Valurautaviemäreissä kuvan 19 lisäksi on myös huomioitava, että kannakkeita täytyy asentaa jokaisen panta putkiliitoksen molemmin puolin (KUVA 30).

Putkikoko DN mm	Suurin sallittu kannatusväli	
	Vaaka- viemäri mm	Pysty- viemäri mm
≤ 100	1500	2500
150	2000	2500
≤ 200	2500	2500

KUVA 19. Valurautaviemäriin kannatus välit. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Putkikoko DN mm	Suurin sallittu kannatusväli mm
40	2000
50	2200
75	2500
82	2600
110	2800
125	3000
160	3300
200	3300
250	3000
315	3000

KUVA 20. HST- ja RST-viemärien kannatusvälit. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Myös kantavan alapohjan muovisille viemäreille on annettu ohjeet, kuinka tiheästi kannakkeita asennetaan.

Putkikoko $d_u$ mm	Suurin peitesyvyys mm	Kannakkeiden vähimmäismäärä kpl		
		Putkiosan pituus		
		1 m	2 m	5 m
110	250	2	3	7
	500	2	4	10
	1000	4	7	10
160 T	250	2	2	5
	500	2	3	7
	1000	3	5	10
	1500	4	8	19
200 T	250	2	2	4
	500	2	3	5
	1000	2	4	10
	1500	3	6	13
250 T	250	2	2	4
	500	2	3	5
	1000	2	3	8
	1500	2	4	10

Jokainen viemäriosa kannatetaan.

KUVA 21. Muovisten pohjaviemäreiden kannatus kantavan alapohjan alla ilman alla olevaa tukiarinaa. Peitemaa hiekkaa, painuva perusmaa. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

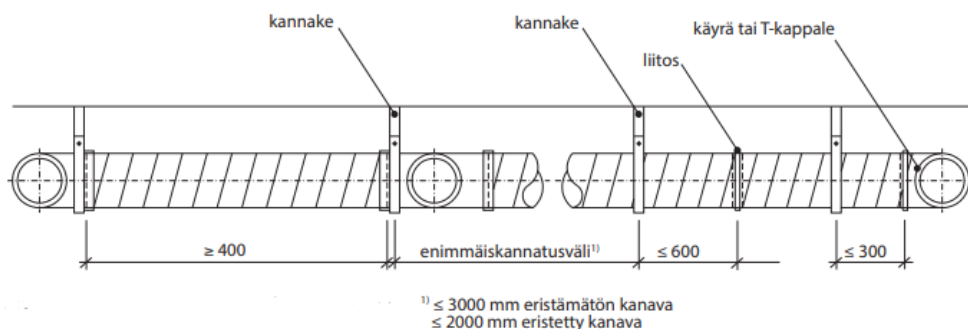
### 5.2.3 Ilma

Ilmanvaihtokanavien suurimmat sallitut kannatusvälit saadaan ensisijaisesti tuotevalmistajalta, mutta maksimi kannatusväli pyöreissä ilmastointiputkissa on kolme metriä.

Kanava-koko Ø mm	Enimmäis-kannatusväli mm	Aukko-varaus mm
63	3000	80
80	3000	100
100	3000	125
125	3000	160
160	3000	200
200	3000	250
250	3000	315
315	3000	400
400	3000	500
500	3000	630
630	3000	800
800	3000	1000
1000	3000	1250
1250	3000	1500

KUVA 22. Ilmanvaihtokanavien enimmäiskannatusvälit ja aukko-varaukset. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Soikiokanavien (kantikkaiden) kannatusvälien on oltava samankaltaisia kuin pyöreiden ilmanvaihtokanavien kannatusvälejä. Muovikanavien kannatusväleissä on noudatettava valmistajien antamia ohjeita. Kuvassa 23 näytetään, miten eri osat vaikuttavat kannatusväleihin. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 23. Liitososien vaikutus kanavien kannatusväleihin. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

## 6 KANNAKOINNIN TOTEUTTAMINEN

### 6.1 Kannakkeiden asennus ja kiinnitys

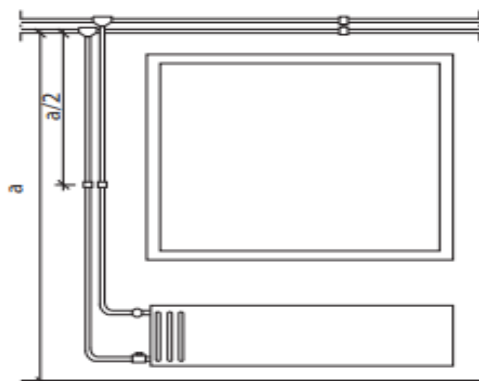
#### 6.1.1 Vesi ja Lämpö

Vesi ja lämpö putkien kannatus kategorioidaan RT-kortissa 103447 samaan ryhmään kannatuksen osalta.

Kuiluissa pystyputket tulee kannattaa siten, että putkien (mukaan lukien putkisto-varusteet, nesteet ja mahdolliset eristykset) painon aiheuttamat voimat kohdistuvat kannatuspisteeseen eikä putken liitoskohtiin. Pystynousussa tulee olla jokaisessa kerroksessa vähintään yksi kannake kaikissa kerroksissa välipohjan läpiviennin lisäksi. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

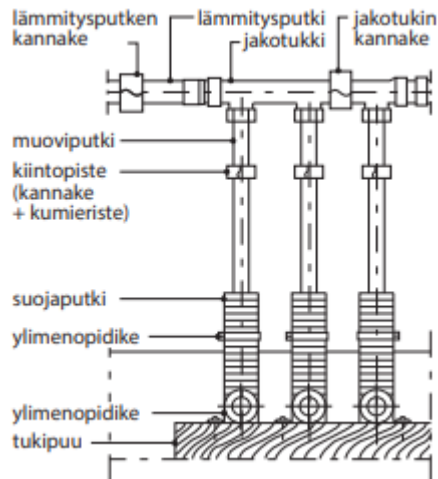
Kaikkien haara- ja mutkakohtien läheisyyteen täytyy asentaa kannake tai kiintopiste. Nämä sijoitetaan huomioiden haara- tai mutkakohdan aiheuttama lämpölaajeneminen. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Yläjakoisen lämmitysputkiston patterin kytkentäjohton pystyosuudelle asennetaan vähintään yksi kannake (KUVA 24). Kannakkeen vähimmäisetäisyys rungosta määräytyy haarakohtaan kohdistuvan lämpöliikkeen perusteella. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 24. Patterin kytkentäjohtojen kannatus. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Lattian alle sijoitettuun, muovi- tai muovipäälysteisestä kupariputkesta tehtyyn alajakoiseen lämmitysputkistoon asennetaan jakotukin ja patteriventtiilin välittömään läheisyyteen kiintopiste tai kiintopisteenä toimiva kytkentärasia. (KUVA 25). (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



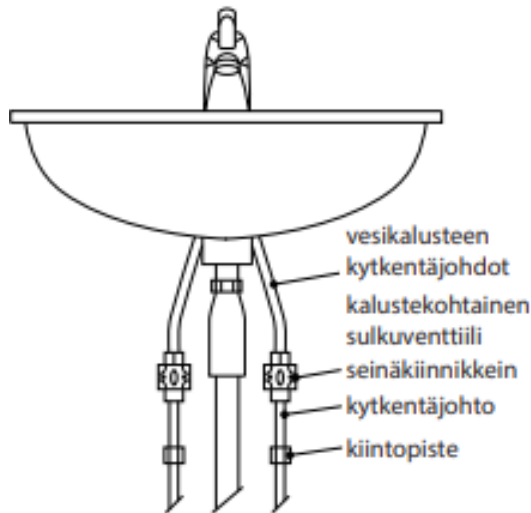
KUVA 25. Lakotukin kannatus ja kiintopisteet lakmitysjärjestelmässä. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Muoviputkesta tehtyyn käyttövesiputkistoon sijoitetaan kiintopisteet lakotukin liitokseen kuvan 26 esittämällä tavalla, ellei käytetä lakotukkia, joka automaattisesti kompensoi lakotukista lähtevissä putkissa olevaa jännitettä. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 26. Lakotukin ja lakotukilta lähtevien putkien kannatus. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Jokaisen putkiliitoksen ja vesikalusteen läheisyyteen tulee asentaa kiintopisteet. Vesikalusteessa kiintopisteen voi korvata tyyppihyväksytyllä hanakulmarasialla tai toteuttaa kuvassa 27 esitettyyn tapaan. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



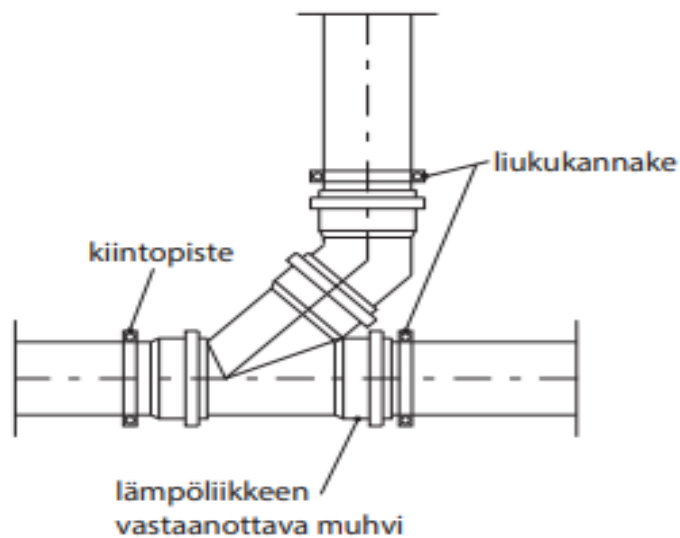
KUVA 27. Pesuallas- ja keittiöhanojen kytkenäjohtojen kannatus. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

### 6.1.2 Viemäri

Kannakkeet tulee kiinnittää tarpeeksi vahvaan rakenteeseen, muussa tapauksessa tulee käyttää kerrosten välissä erillistä teräspalkkia, joka tukee tai asennuskiskoa, joka puolestaan kiinnitetään vankkaan rakenteeseen. Jos viemäri kiinnitetään suoraan kevyeen rakenteeseen, saattaa aiheutua runkoääniä. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Pystyviemärit kannatetaan siten, että putkien painon aiheuttamat voimat kohdistuvat kannatuspisteeseen eivätkä vaakaputken liitoskohtaan. Viemäriin pystylinjan alapää ja pohjakulma kannatetaan ala- tai välipohjasta niin, että pohjakulma pysyy kiinni liitoksessaan nesteiden aiheuttaman voiman vaikutuksesta huolimatta. Pystyviemäreitä ei tule kannattaa vaakaviemäreihin liittyvistä kohdista. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Muoviviemäreiden muhviputket sekä haara- ja kulmayhteet kannatetaan käyttäen kiintopisteitä, jotka sijoitetaan suoraan muhvin juureen. Jokainen viemärin haarakohta varustetaan kiintopisteellä, joka estää putken pituus- ja sivuttaissuuntaisen liikkeen. Jos kyseessä on useita perättäisiä putkikyhteyksiä, kannatuspisteet asennetaan joka toisen yhteyden kohdalle. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

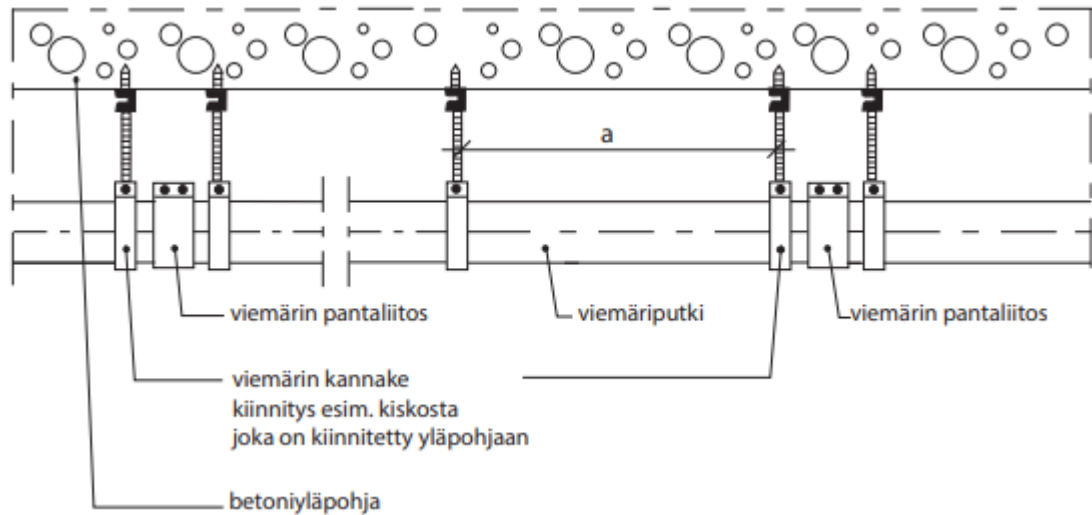


KUVA 28. Esimerkki vaakaviemärin haaroituksen kannatuksesta. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Kuvassa 29 nähdään tyypillinen valuuun jäävän viemärin kannakointi.



KUVA 29. Valuuun jäävät viemärit ja niiden kannatus ennen betonivalua. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

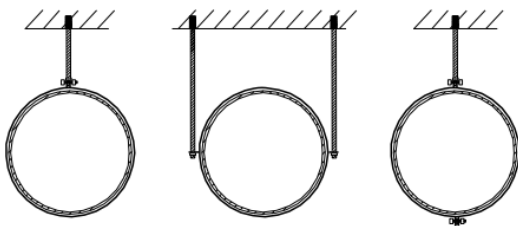


KUVA 30. Valurautaviemäriin kierretankokannatus katosta. Kannatusväli (a) ja kannakkeiden lukumäärä määräytyvät putkikoon mukaan. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

### 6.1.3 Ilma

Kannatuksen on kestettävä paitsi oman painonsa, myös ilmanvaihtokanavien eristeiden ja pinnoitteiden aiheuttamat kuormat, värähtelyt sekä nuohouksen vaikutukset standardin SFS-EN 12236 mukaisesti. Tämä standardi koskee rakennusten ilmanvaihtoa ja asettaa kestävyysvaatimukset kanaviston ripustimille ja kannattimille. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

Kanavat kannatetaan massiivisiin rakenteisiin estääkseen runkoäänen leviämisen kannatusta pitkin rakenteisiin ja sitä kautta huoneisiin. Kanavien liitoskohdat on kannatettava varmistuen, etteivät liitokset aukea tai ala vuotamaan. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)



KUVA 31. Yleisimmät ilmastointikanavien kannatustavat. (RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus 2022)

## 6.2 Yhteenveto kannakoinnista

Ohessa vielä tiivistelmä, jossa näkyy järjestelmäkohtaiset huomiot kannakoinnille. Myös RT-kortti 103447 jota tässä työssä on useaan kertaan viitattu, on erinomainen paikka hankkia kannakoinnista lisätietoa.

TAULUKKO 4. Kannakoinnin yhteenveto ja huomiot

	Lämmin & Vesi	Viemäri	Ilma
Liike	Lämpölaajeneminen	Putken/osien liikkeen hallinta	ei kannakointia kevyisiin rakenteisiin
Kiintokohdat	kiintopisteet	kannatus osien kohdilla	kannatus osien kohdalla
Äänen hallinta	tärinä ja ääni	kiintokannakointi pohjakulmalla pysty nousun alapäässä	Tärinä ja ääni

## 7 POHDINTA

Työn perusteella voidaan todeta kannatukseen löytyvän ihan hyvin tietoa RT kor-teista ja ympäristöministeriön asetuksista sekä miten kannatus kuuluisi toteuttaa. Kannakointi onnistuu nykyisillä ohjeilla ja niistä tulee toimivia, jos niitä vain nou-dattaa.

Järjestelmien turvallisuus kannakoinnissa mietityttää, vaikka ohjeet kannakoin-nille ovat aika hyvällä mallilla. Kannakoinnin vaikutuksesta on hyvin vähän tietoa eikä kannakkeiden laitevalmistajiltakaan saa ohjeistusta, miten kannakointi tulee kiinnittää eri rakennus materiaaleihin. Kannakointi järjestelmien laitevalmistajat kertovat, kuinka paljon kannake kestää painoa mutta ei erittele kestääkö kysei-nen kannake painon millä kannatus tyylillä tai mihin rakennusmateriaaliin kiinni-tettynä. Tässä olisi myös erinomainen jatkotutkimuksen kohde.

Tulevaisuuden näkymät kannakoinnille on varmasti vuosi vuodelta paremmat. Ohjeistukset tarkentuvat kannakoinnin suhteen jatkuvasti, tästä kertoo muun mu-assa kannakoinnin ohjekortti vuodelta 2022.

## LÄHTEET

Aulislundell. n. d. Miksi teräs? Luettu 17.4.2023

<https://www.aulislundell.com/naytasivu/miksi-teras>

Betoni. n. d. Betoni rakennusmateriaalina. Luettu 12.4.2023

<https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/>

Betoni. n. d. Betonin ominaisuudet ja käyttö. Luettu 12.4.2023

<https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/>

Betoni. n. d. Tietoa betonista. Luettu 16.4.2023 <https://betoni.com/tietoa-betonista/turvallisuus/paloturvallisuus-palovahingot/>

<https://betoni.com/tietoa-betonista/turvallisuus/paloturvallisuus-palovahingot/>

Elementtisuunnittelu. 2012. Pdf-dokumentti. Viitattu 16.4.2023.

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23859/Ontelolaatosten%20suunnitteluohje.pdf>

Elementtisuunnittelu. 2020. Valmisosarakentaminen. Ympäristöominaisuudet. Kosteudenkestävyys. Luettu 12.04.2023

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/ymparistoominaisuudet/kosteudenkestavyys>

Elementtisuunnittelu. 2023. Runkorakenteet. Laatat. Ontelolaatat.

Luettu. 16.04.2023 <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Finnsementti n. d. Palvelut. Tietoa betonista. Betonin lujuus. Luettu 16.4.2023

<https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/betonin-lujuus/>

Finnsementti. n. d. Palvelut. Tietoa sementistä. Valmistus. Luettu 13.4.2023

<https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-sementista/valmistus/>

Gyproc. 2022. Gyproc asennuskirja. Pdf-dokumentti. Luettu 12.4.2023

<https://www.gyproc.fi/sites/mac3.gyproc.fi/files/2022-09/Gyproc%20Asennuskirja%202022.pdf>

Hilti. n. d. Putkenpidin pikasululla kevyisiin sovelluksiin. Viitattu 26.4.2023

[https://www.hilti.fi/c/CLS\\_INSTALLATION\\_SYS\\_7134/CLS\\_PIPE\\_CLAMPES\\_7134/CLS\\_PIPE\\_GALVANIZED\\_7134/r583699](https://www.hilti.fi/c/CLS_INSTALLATION_SYS_7134/CLS_PIPE_CLAMPES_7134/CLS_PIPE_GALVANIZED_7134/r583699)

Hilti. n. d. Putkenpidin pikasululla. Viitattu 18.4.2023

[https://www.hilti.fi/c/CLS\\_INSTALLATION\\_SYS\\_7134/CLS\\_PIPE\\_CLAMPES\\_7134/CLS\\_PIPE\\_GALVANIZED\\_7134/r1267#nav%2Fclose](https://www.hilti.fi/c/CLS_INSTALLATION_SYS_7134/CLS_PIPE_CLAMPES_7134/CLS_PIPE_GALVANIZED_7134/r1267#nav%2Fclose)

LVI RakMK-00623 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Suomen säädöskokoelma 1009/2017. 2018. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

Masino. n. d. Sejo Duo-putkipidin. Viitattu 26.4.2023 <https://masino.fi/111491-sejo-duo-putkipidin-m8-m10-32-35-mm-aanieristetty.html>

Masino. n. d. Sejo sinkitty valutuki. Viitattu 26.4.2023 <https://masino.fi/96900-sejo-valutuki-zn-50-125-200-mm.html>

Masino. n. d. Sejo valutuki. Viitattu 26.4.2023 <https://masino.fi/79594-sejo-valutuki-viemarille-50-125-mm-sininen.html>

Masino. n. d. Sejo-ilmastointipidin. Viitattu 26.4.2023 <https://masino.fi/81387-sejo-ilmastointipidin-m8-m10-160-mm.html>

Puuinfo. 2020. Puutieto. Käyttökohteet. Luettu 11.4.2023 <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/>

Puuinfo. 2020. Puutieto. Vaneri. Luettu 11.4.2023 <https://puuinfo.fi/puutieto/puu-levyt/vaneri/>

Puuinfo. 2020. Puutieto. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Luettu 11.4.2023 <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/yleisimmat-rakennejarjestelmat/>

Puuinfo. 2020. Puutieto. Äänitekniikka. Luettu 11.4.2023 <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/aanitekniikka/>

RT 103417 Maankäyttö- ja rakennuslaki. Suomen säädöskokoelma 132/1999. 2022. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus. 2022. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Luettu 20.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 12-10330 Putkistojen lämpölaajeneminen. 2001. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 12-10330 Putkistojen lämpölaajeneminen. 2001. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT LVI RakMK-00626 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. Suomen säädöskokoelma 1007/2017. 2018. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT RakMK-103335 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1047/2017. 2021. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

Rakentaja. 2006. Puurakentaminen. Luettu 11.4.2023 <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/595/puurakentaminen.htm>

Rakentaja. 2023. Puurunkoisen väliseinän levytys, saumaus ja kulmasuojaus. Luettu 11.4.2023 [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10914/puurunkoinen\\_valiseina\\_ja\\_kipsilevyn\\_asennus\\_seka\\_saumaus.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10914/puurunkoinen_valiseina_ja_kipsilevyn_asennus_seka_saumaus.htm)

SFS-EN 595. 1995. Puurakenteet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 11.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. 7. painos. Viro: Rakennustieto Oy

Talotekniikkainfo. 2021. Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. Luettu 20.3.2023. <https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>

Talotekniikkainfo. 2022. Vesi- ja viemärlaitteistot -opas. Luettu 20.3.2023. <https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>

Teräsrakenneyhdistys. n. d. Rakentaminen teräksestä. Luettu 17.4.2023 <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/rakentaminen-teraksesta/>

Teräsrakenneyhdistys. n. d. Teräs materiaalina. Luettu 17.4.2023 <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/teras-materiaalina/>

Wikipedia. 2022. Teräsbetoni. Viitattu 17.4.2023 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ter%C3%A4sbetoni>

Würth. n. d. Konsolikannake tuella. Viitattu 17.4.2023 <https://eshop.wurth.fi/Kategoriat/Konsolikannake-tuella/31068001010403.cyd/3106.cgid/fi/FI/EUR/>

Würth. n. d. Tuotekuvasto. Viitattu 17.4.2023 [http://docs.wurth.fi/wurth\\_tuotekuvasto/13\\_LVI/files/assets/common/downloads/publication.pdf](http://docs.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/13_LVI/files/assets/common/downloads/publication.pdf)

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 477/2014. 17.6.2014. Viitattu 10.4.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 24.11.2017/796. Viitattu 11.04.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>

## LIITTEET

Liite 1. Metsäwood kertopuun suoritusilmoitus. (Metsäwood 2013)

---

1 (2)

# SUORITUSTASOILMOITUS

NRO. MW/LVL/314-001/CPR/DOP




---

**1. TUOTETYYPPI:**  
Kerto-T  
Rakenteellinen LVL

**2. TYPPI, ERÄ-, TAI SARJANUMERO TAI MUU MERKINTÄ:**  
Kerto-T  
Rakenteellinen LVL

**3. AJOTTU KÄYTTÄTARKOITUS TAI -TARKOITUKSET:**  
Rakennukset ja sillat

**4. VALMISTAJAN NIMI JA OSOITE:**  
Metsäliitto Osuuskunta  
Metsä Wood  
PL 24  
08101 Lohja  
Puh. 010 4656 499  
[www.metsawood.fi](http://www.metsawood.fi)

**6. SUORITUSTASON PYSYVYYDEN ARVIOINTI- JA VARMENNUSJÄRJESTELMÄ:**  
AVCP järjestelmä 1

**7. YHDENMUKAISTETUN STANDARDIN PIIRIIN KUULUVA RAKENNUSTUOTE:**  
VTT Expert Services Oy, ilmoitettu tuotesertifiointilaitos Nro. 0809, suoritti tuotetyypin määrityksen tuotteen tyyppitestauksen (sisältäen näytteenoton), tyyppilaskennan, taulukoitujen arvojen tai tuotetta kuvaavien asiakirjojen perusteella; tuotantolaitosten ja tuotannon sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen sekä suorittaa tuotannon sisäisen laadunvalvonnan jatkuvaa valvontaa, arviointia ja evaluointia järjestelmän 1 mukaisesti ja antoi sertifikaatin suoritusasteojen pysyvyydestä:

0809 – CPR – 1002

## 9. ILMOITETUT SUORITUSTASOT

PERUSOMINAISUUDET	SYMBOLI	SUORITUSTASO		YHDENMUKAISTETTU TEKNINEN ERITELMÄ
		KERTO-T PAKSUUUS 27 - 75 MM		
<b>Kimmokerroin</b> Sytä vastaan, pitkittäin, keskiarvo Sytä vastaan, pitkittäin, ominaisarvo	$E_{0,mean}$ $E_{0,k}$	N/mm <sup>2</sup> tai kg/m <sup>3</sup> 10000 8800		EN 14374:2004
<b>Lujuus, ominaisarvot</b>				
<u>Taivutuslujuus</u>				
Syrjä (korkeus 300mm)	$f_{m,0,edge,k}$	27.0		
Kokovaikutuskerroin	$s$	0.15		
Lape, syiden suuntaan	$f_{m,0,flat,k}$	32.0		
<u>Puristuslujuus</u>				
Syiden suuntaan	$f_{c,0,k}$	26.0		
<u>Vetolujuus</u>				
Syiden suuntaan (pituus 3000mm)	$f_{t,0,k}$	24.0		
<b>Tiheys</b>				
Tiheys, keskiarvo	$\rho_{mean}$	440		
Tiheys, ominaisarvo	$\rho_k$	410		
<b>Liimauslaatu</b>		vaatimus täyttyy		
<b>Paloluokitus</b>		D-s1, d0		
<b>Formaldehydiemissio</b>		E1		
<b>Biologinen kestävyys (EN 350-2)</b>		Luokka 4		

10. Edellä kohdassa 1 ja 2 yksilöidyn tuotteen suoritusarvot ovat kohdassa 9 ilmoitettujen suoritusarvojen mukaiset.

Tämä suoritusarvoilmoitus on annettu kohdassa 4 ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla.

Valmistajan puolesta allekirjoittanut:

**Arto Salo**  
Tuotejohtaja, Kerto  
Rakentaminen ja teollisuustuotteet –liiketoimintalinja

Lohja 1.7.2013

.....*Arto Salo*.....