

# PUTKISTOJEN LÄMPÖLAAJENEMINEN JA - KUTISTUMINEN

Tässä RT-ohjekortissa on esitetty ohjeet putkistojen lämpöliikehtimisen laskennasta sekä lämpöliikehdinnän tasaamistavat. Ohjekortissa käsitellään lämmitysputkistoja, mutta sitä voidaan käyttää soveltuvien osien myös muiden putkistojen lämpölaajenemisen tasaamisessa.

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 YLEISTÄ
- 2 ASETUKSET JA OHJEET
- 3 LÄMPÖLAAJENEMISEN LASKENTA
- 4 LÄMPÖLAAJENEMISEN TASAAMINEN
  - 4.1 Kiintopisteet ja liukukannakkeet
  - 4.2 Paisuntakaaret
  - 4.3 Paljetasaimet
  - 4.4 Korkea rakentaminen
- 5 KIRJALLISUUSLUETTELO

Dokumenttia tai sen osia ei saa kopioida, jakaa, välittää, muunnella eikä ladata tekoälysovelluksiin. Dokumentti on tarkoitettu vain lausunnon antamista varten, eikä sitä saa käyttää muihin tarkoituksiin.

## 1 YLEISTÄ

Putkiston lämpölaajeneminen on otettava huomioon putkistoa suunniteltaessa ja rakennettaessa. Hallitsematon lämpölaajeneminen saattaa vahingoittaa putkia, liitoksia, kannakkeita, rakenteita ja muita putkistoon liittyviä osia. Lämpölaajeneminen voi aiheuttaa myös ääniongelmia ja lyhentää putkiston käyttöikää.

Suunnitelma-asiakirjoissa määritellään putkiston lämpölaajenemisen aiheuttamien muodonmuutosten kompensoinnin edellyttämät asennustavat ja varusteet, kuten putkiston paisuntakaaret sekä tasaimet kiinto- ja ohjauspisteineen.

Tämä ohjekortti on tarkoitettu halkaisijaltaan korkeintaan 250 mm oleville muoviputkille ja halkaisijaltaan korkeintaan 200 mm oleville metalliputkille, joissa korkein sallittu verkostopaine on 16 bar ja käyttölämpötila 120 °C.

Tässä ohjekortissa käytettäessä nimitystä lämpölaajeneminen, tarkoitetaan sillä myös lämpökutistumista.

## 2 ASETUKSET JA OHJEET

Ympäristöministeriön asetus 1047/2017 rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta:

### 16 §

*Vesijohtojen kannatusten ja kiinnityspisteiden on oltava sellaisia, ettei lämpölaajeneminen eivätkä veden virtauksesta syntyvät voimat aiheuta putkien siirtymistä, irtaamista, rikkoontumista tai häiritsevää ääntä.*

## 30 §

Viemärien on oltava kannatettuja ja kiinnitettyjä rakenteisiin niin, että mekaaniset voimat ja lämpölaajeneminen eivät aiheuta painaumia tai haitallisia muutoksia viemäreissä.

## 37 §

Hulevesiviemäri on kiinnitettävä rakenteisiin siten, että siihen ei pääse syntymään haitallista painumaa, ja siten, ettei mahdollinen lämpölaajeneminen aiheuta haittaa, eivätkä huleveden virtauksista syntyvät voimat pääse aiheuttamaan haitallista putkien liikkumista.

Ohjekortissa [RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus](#) käsitellään myös lämpölaajenemista ja sen hallintaa putkistoissa.

### 3 LÄMPÖLAAJENEMISEN LASKENTA

Putkiston lämpölaajeneminen  $\Delta l$  lasketaan kaavalla 1.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

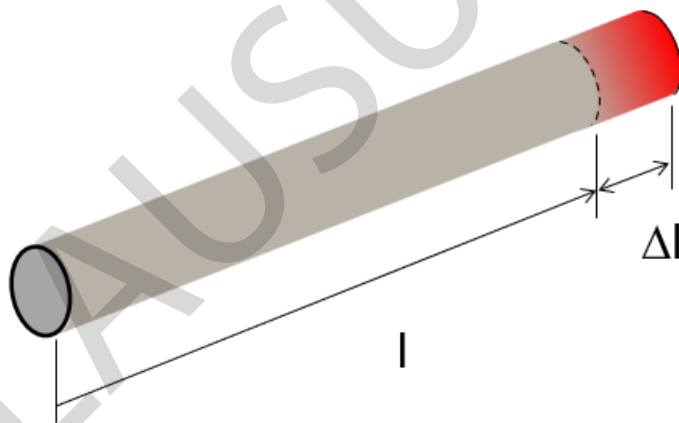
jossa

$\Delta l$  = lämpölaajeneminen, mm

$\alpha$  = lämpölaajenemiskerroin, mm/m°C

$l$  = putkiosuuden pituus, m

$\Delta t$  = putken ylimmän ja alimman lämpötilan ero, °C



Kuva 1. Lämpölaajenemisen vaikutus putkessa.

Putkien lämpölaajeneminen ja lämpöpitenemiskertoimet esitetään taulukossa 1. Putkiosuuden pituudella tarkoitetaan kahden kiintopisteen tai kiintopisteen ja paisuntakaaren tai -kulman välistä suoraa putkipituutta.

Laskennassa käytettävän lämpötilaeron määrittämisessä käytetään putken ylimpänä lämpötilana yleensä menupuolen ylintä käyttölämpötilaa. Putken alin lämpötila voi tilanteesta riippuen olla esimerkiksi asennus-, käyttö- tai seisokkilämpötila. Vaativissa tapauksissa on meno- ja paluupuolen lämpölaajeneminen laskettava erikseen omilla  $\Delta t$ :n arvoilla.

Jos putkisto esilämmitetään ennen kannakkeiden ja kiintopisteiden lopullista kiristämistä, on esilämmitys otettava huomioon  $\Delta t$ :n arvoa laskettaessa. Myös paisuntakaarien, Z- ja L-käyrien mitoituksessa otetaan tarvittaessa esijännitys huomioon. Putkiston laajeneminen voi olla myös niin sanottua negatiivista, jolloin putki lyhenee käyttölämpötilassa. Tämä tulee kyseeseen lähinnä jäähdytysputkistoissa, joissa menovesi on kylmempää kuin paluuvesi.

*Taulukko 1. Eri putkimateriaalien lämpölaajenemiskertoimet. Putkikohtainen lämpölaajeneminen tarkistettava aina materiaalivalmistajalta.*

| Putkimateriaali | Lämpö-<br>laajenemiskerroin<br>mm/m°C | Lämpölaajeneminen $\Delta l$ |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                                       | Lämpötilaero $\Delta t$      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|                 |                                       | 10°C                         | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C  | 70°C  | 80°C  | 90°C  | 100°C |
| Teräs           | 0,012                                 | 0,12                         | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,60 | 0,72  | 0,84  | 0,96  | 1,08  | 1,20  |
| RST             | 0,016                                 | 0,16                         | 0,32 | 0,48 | 0,64 | 0,80 | 0,96  | 1,12  | 1,28  | 1,44  | 1,60  |
| HST             | 0,016                                 | 0,16                         | 0,32 | 0,48 | 0,64 | 0,80 | 0,96  | 1,12  | 1,28  | 1,44  | 1,60  |
| Kupari          | 0,018                                 | 0,17                         | 0,34 | 0,50 | 0,67 | 0,84 | 1,01  | 1,18  | 1,34  | 1,51  | 1,68  |
| PVC             | 0,08                                  | 0,80                         | 1,60 | 2,40 | 3,20 | 4,00 | 4,80  | 5,60  | 6,40  | 7,20  | 8,00  |
| PB              | 0,12                                  | 1,20                         | 2,40 | 3,60 | 4,80 | 6,00 | 7,20  | 8,40  | 9,60  | 10,80 | 12,00 |
| PP*             | 0,15                                  | 1,50                         | 3,00 | 4,50 | 6,00 | 7,50 | 9,00  | 10,50 | 12,00 | 13,50 | 15,00 |
| PEM, PEH        | 0,17                                  | 1,70                         | 3,40 | 5,10 | 6,80 | 8,50 | 10,20 | 11,90 | 13,60 | 15,30 | 17,00 |
| PEL             | 0,18                                  | 1,80                         | 3,60 | 5,40 | 7,20 | 9,00 | 10,80 | 12,60 | 14,40 | 16,20 | 18,00 |
| PEX             | 0,19                                  | 1,90                         | 3,80 | 5,70 | 7,60 | 9,50 | 11,40 | 13,30 | 15,20 | 17,10 | 19,00 |
| Komposiitti     | 0,025                                 | 0,25                         | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50  | 1,75  | 2,00  | 2,25  | 2,50  |

\*HTP-viemäri vastaa PP-putkea.

### Mitoitusesimerkki

Lähtöarvot

- putkimateriaali teräs
- putkiosuuden pituus  $l = 30$  m
- asennuslämpötila  $t_a = 0$  °C
- menoveden lämpötila  $t_m = + 70$  °C
- paluuvien lämpötila  $t_p = + 40$  °C

Taulukosta 1 saadaan lämpölaajenemisen kerroin  $a$ , joka on teräksellä 0,012 mm/m°C.

Sijoitetaan arvot kaavaan 1.

$$\Delta t = t_m - t_a = (+70 - 0) \text{ °C} = 70 \text{ °C}$$

Kun arvot sijoitetaan kaavaan, saadaan lämpölaajenemisen suuruus.

$$\Delta l = 0,012 \text{ mm/m °C} \times 30 \text{ m} \times 70 \text{ °C} = 25,2 \text{ mm}$$

Putkiosuus lämpölaajenee 25,2 mm.

Vastaava arvo saadaan taulukon 1 avulla, kun kerrotaan putkiosuuden pituus kyseisen  $\Delta t$ :n kohdalla olevalla luvulla.

$$\Delta l = 30 \text{ m} \times 0,84 \text{ mm/m} = 25,2 \text{ mm}$$

## 4 LÄMPÖLAAJENEMISEN TASAAMINEN

Putkistot voivat liikkua nesteen virtauksista ja painevaihteluista johtuen. Kiinteissä järjestelmissä haitallinen liike voi kuormittaa järjestelmää huomattavasti, ja on siksi estettävä. Putkistot myös laajenevat tai kutistuvat lämpötilan noustessa ja laskiessa. Jotta muutokset pituudessa eivät aiheuta haitallista kuormaa järjestelmälle, kompensoidaan lämpöliikettä käyttämällä paljetasaimia, paisuntakaaria tai liukumuhveja.

Putkistot suunnitellaan siten, että putkien lämpölaajeneminen tasataan niin sanotulla luonnollisella kompensoinnilla, esimerkiksi suunnanmuutoksilla. Jos tämä ei ole mahdollista, käytetään paisuntakaaria tai paljetasaimia, jotka ottavat vastaan putkiston lämpölaajenemisen. Lämpölaajeneminen tulee suunnitella järjestelmässä siten, ettei mahdollisiin venttiileihin tai toimilaitteisiin kohdistu lämpöliikehännän aiheuttamia voimia. Putkiston lämpölaajeneminen tulee huomioida myös koepainejärjestelyä suunniteltaessa.

### 4.1 Kiintopisteet ja liukukannakkeet

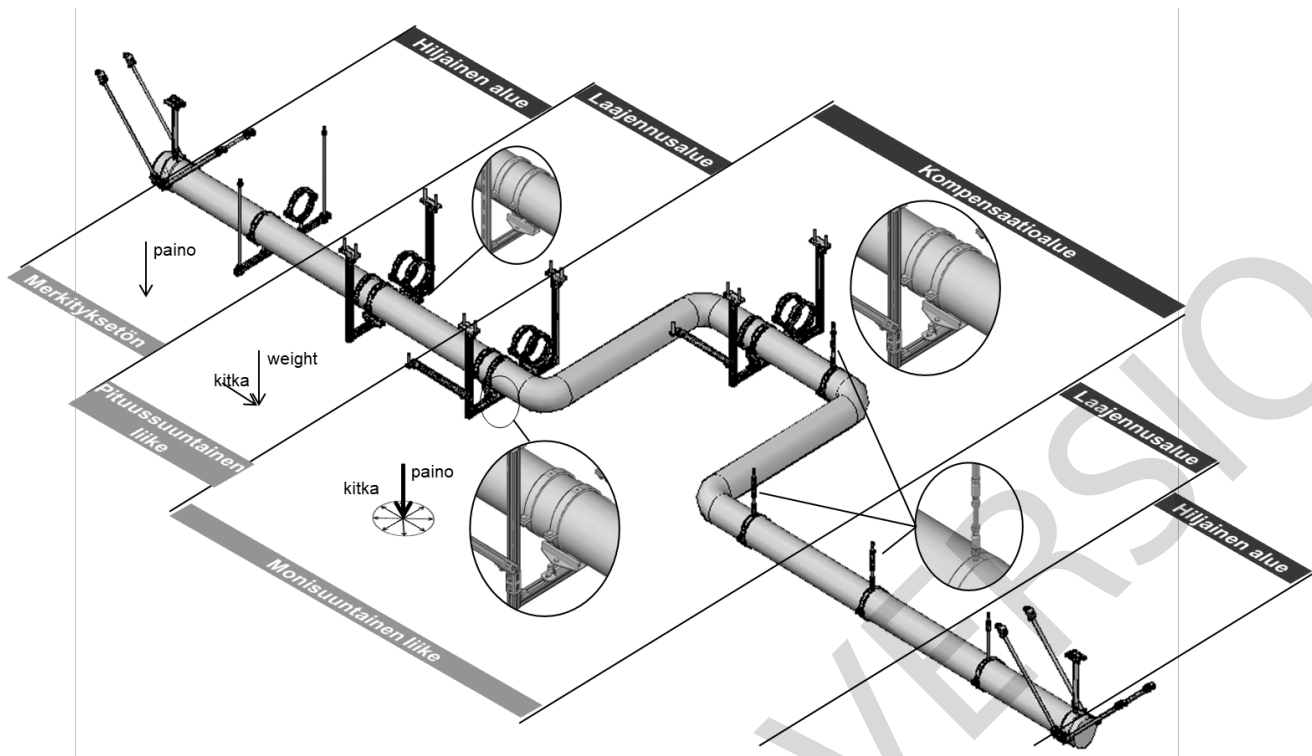
Kiintopisteillä, liukuelementeillä ja liukukannakkeilla ohjataan liike sopivaan paikkaan. Kiintopisteet kiinnitetään tukevaan rakenteeseen, joka kestää liikkeen rajoittamisesta aiheutuvat kuormitukset.

Liukuelementissä putkipitimet ovat tiukasti putken ympärillä ja liike tapahtuu elementin rautarakenteiden välillä. Liukukannake perinteisesti päästää putken liukumaan kannakkeen sisällä. Kuvassa 3 on esitetty esimerkki liukuelementistä.

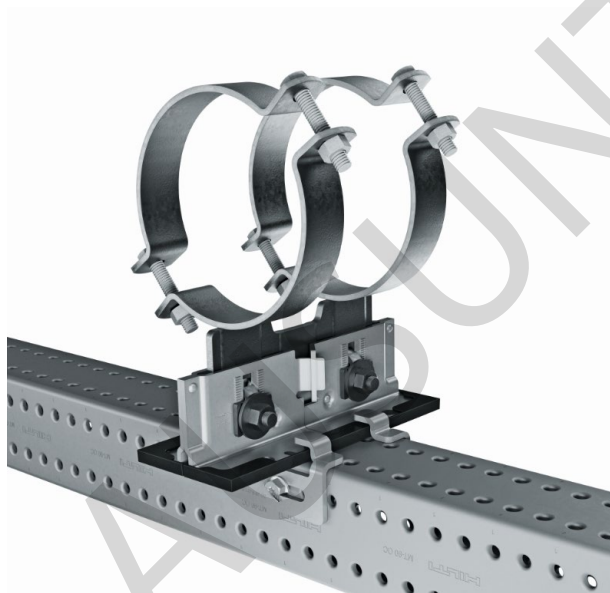
Putkiosuudella, joka ei sisällä lämpölaajenemisen kompensointia (esimerkiksi suunnanmuutos, paisuntakaari), suositellaan olevan vain yksi kiintopiste. Pitkillä putkiosuuksilla suositellaan asettamaan yksi kiintopiste putkiosuuden keskelle. Näin laajeneminen ohjataan kahteen suuntaan ja haarojen kuormitus vähenee. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki kiintopistekannakkeesta.

Kiintopisteinä käytettävät kannakkeet ovat materiaaliltaan ja malliltaan sellaisia, että ne kestävät niihin kohdistuvat rasitukset niille määrätyissä olosuhteissa.

Kiintopisteille syntyviin kuormituksiin vaikuttavat muun muassa käytettävät putkimateriaalit, putken lämpölaajeneminen, putken paisunnan vastaanottavan varren pituus (kannakkeen etäisyys suunnanmuutospisteestä) ja kitkavoimat. Kiintopisteiden ja liukuelementtien sijoittelussa ja lujusteellisessa suunnittelussa on konsultoitava asiaan perehtynyttä tahoa, esimerkiksi kiintopistetoimittajaa. Suunnittelun tulee tapahtua aikaisessa vaiheessa siten, että voidaan varmistaa riittävät tilavaraukset ja tukevat kiinnitysalustat. Kannakkeet kiinnitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti riittävän massiiviseen rakenteeseen, jonka kapasiteetti riittää kantamaan kannatuksista aiheutuvat kuormitukset.



Kuva 2. Havainnekuva lämpölaajenemisen kannatuksen vaikutusalueista.



Kuva 3. Esimerkki liukuelementistä.



Kuva 4. Esimerkki kiintopistekannakkeesta.

Putkistojen kannatusta koskevat ohjeet on esitetty ohjekortissa [RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus](#).

## 4.2 Paisuntakaaret

T-haaroissa tai suunnanmuutoksissa paisuntakaaren pituuden muutos määrittää ensimmäisen liukupisteen vähimmäisetäisyyden.

Paisuntakaaria käytetään yleensä pitkissä suorissa jakojohdoissa. Kytkenäjohtojen ja lyhyissä jakojohdoissa olevat taivutukset, haaroitukset ja joustavasti asennetut putkiosuudet ottavat vastaan putkiston lämpölaajenemiset.

Putkiston materiaalista riippuen pienet pituuden muutokset putkistoissa voidaan kompensoida putkiston elastisuudella tai kokoonpuristuvilla eristeillä.

Eri putkimateriaalien paisuntakaaret mitoitetaan kaavojen 2, 3 ja 4 avulla. Vaihtoehtoisesti paisuntakaaret voidaan tehdä tehdasvalmisteisista kupariputkien kapillaariosista. Paisuntakaaria suunnitellessa ja toteuttaessa tulee lähtökohtaisesti välttää 45° kulmien käyttöä ja suosia 90° kulmien käyttöä.

Teräs- ja kupariputkien paisuntakaari  $a$  ja teräsputken paisunnan vastaanottavan varren pituus  $b$  lasketaan kaavoilla 2 ja 3.

$$a = 16 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} \quad (2)$$

$$b = 64 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} = 4 \cdot a \quad (3)$$

Kupari- ja muoviputken paisunnan vastaanottavan varren pituus  $b$  lasketaan kaavalla 4.

$$b = 32 \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} = 2 \cdot a \quad (4)$$

joissa

$D$  = putken ulkohalkaisija, mm

$\Delta l$  = putkiosuuden lämpölaajeneminen, mm.

### Mitoitus esimerkki

Lähtöarvot

- putkimateriaali kupari
- putkiosuuden pituus  $l = 5$  m
- putken halkaisija  $D = 22$  mm
- asennuslämpötila  $t_a = 10$  °C
- menoveden lämpötila  $t_m = + 70$  °C
- paluuv veden lämpötila  $t_p = + 40$  °C

Sijoitetaan arvot kaavaan 1.

$$\Delta t = t_m - t_a = (+70 - 10) \text{ °C} = 60 \text{ °C}$$

Kun arvot sijoitetaan kaavaan, saadaan lämpölaajenemisen suuruus.

$$\Delta l = 0,018 \text{ mm/m °C} \times 5 \text{ m} \times 60 \text{ °C} = 5,4 \text{ mm}$$

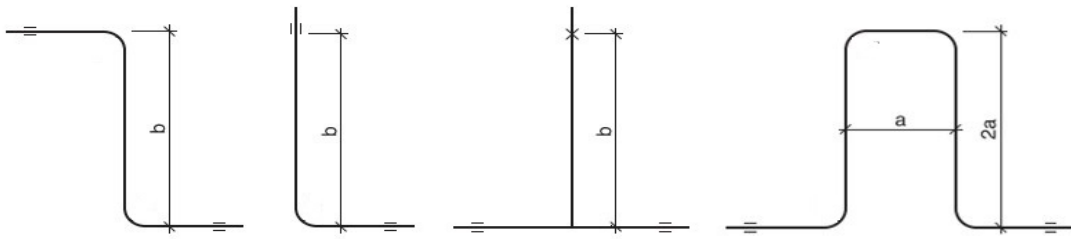
Sijoitetaan arvot kaavaan 2.

$$b = 16 \times \sqrt{(22 \text{ mm} \times 5,4 \text{ mm})}$$

$$b = 174 \text{ mm.}$$

Suojaputkessa olevat muoviputket ja kiinteästi rakenteisiin sijoitettavat muovipinnoitetut kieppikupari putket asennetaan aaltomaisesti mutkille siten, että ne ottavat itse vastaan lämpölaajenemisensa.

Lämpölaajeneminen ei saa kohdistua putkenosiin eikä liittimiin. Kun putken molemmissa päissä käytetään kiintopistettä (sopiva kannake tai kytkentärasia), ohjautuu lämpöliike mutkiin, jossa lämpöputki pääsee laajentumaan suojaputken tai muovipinnoitteen sisällä.



Kuva 5. Metalli- ja muoviputkien paisuntakaarien mitoittaminen.

$x$  = kiintopiste

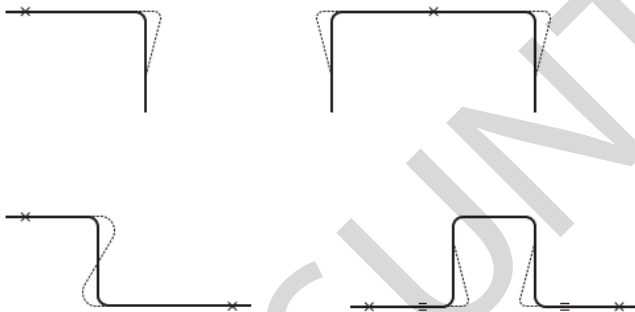
= = ohjauspiste

$D$  = putken ulkohalkaisija, mm

$l_p$  = paisuntakaaren pituus, m

$a$  = paisuntakaaren leveys, m

$b$  = paisunnan vastaanottavan varren pituus, mm

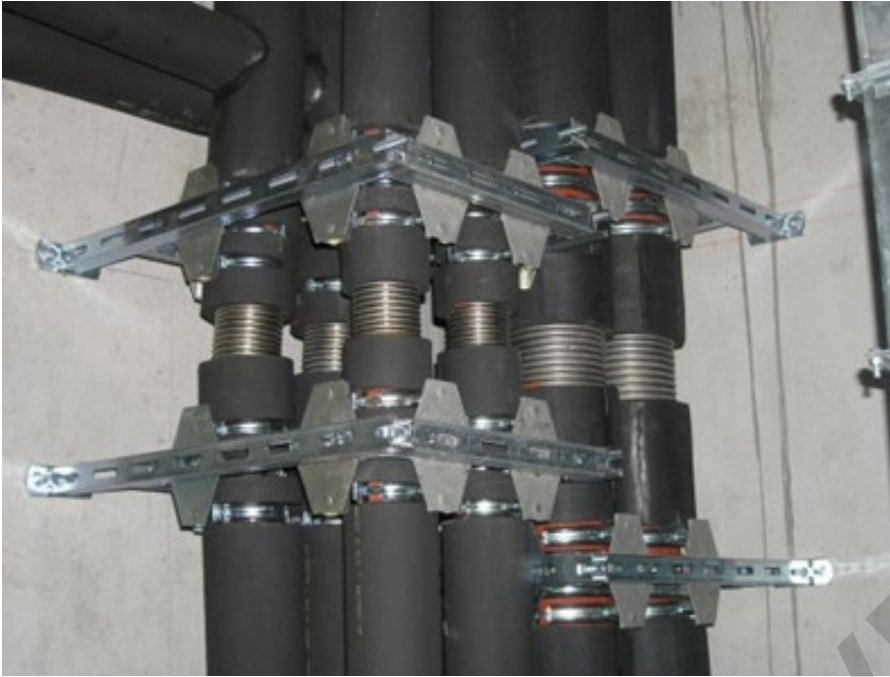


Kuva 6. Esimerkkejä putkien lämpölaajenemisen tasaamiseksi.

### 4.3 Paljetasaimet

Paljetasain on putkistoon asennettava joustava kompensattori, jonka tehtävänä on ottaa vastaan lämpölaajenemisesta syntyvät liikkeet ilman että putkisto, liitokset tai laitteet vaurioituvat. Se perustuu metalliseen tai elastiseen paljerakenteeseen, joka sallii hallitun liikkeen useaan suuntaan.

Talotekniikassa paljetasaimia käytetään erityisesti korkeassa rakentamisessa muun muassa lämmityksen, jäähdytyksen ja käyttöveden nousuputkissa, kun muulle luonnolliselle järjestelylle, kuten paisuntalenkeille, ei ole tilaa.



Kuva 7: Paljetasaimia tekniikkakuilussa.

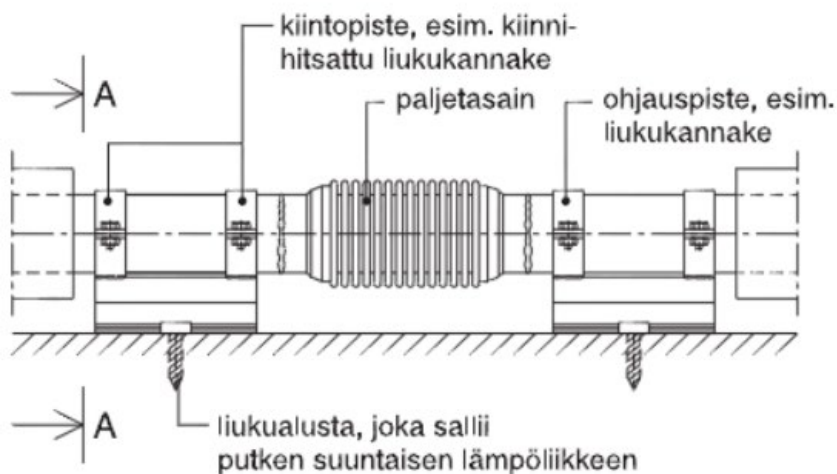
Paljetasain valitaan putkiosuuden lämpölaajenemisen perusteella. Tasain, joka yleensä toimitetaan esijännitettynä täyteen rakennepituuteensa, säädetään laskettuun esijännitysarvoon laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Tarvittaessa tasaimesta laaditaan esijännitysdiagrammi, jossa otetaan huomioon kiintopisteiden välisen putkiosuuden pituus, putken ylin ja alin lämpötila, putkimateriaali sekä tasaimen asennuspituus. Paljetasaimien detaljisuunnittelun tekee yleensä tuotetoimittaja.

Paljetasaimena käytetään yleensä hitsattavaa tai laipallista tasainta. Hitsattava tasain on asennuksen ajaksi suojattava liian korkeilta lämpötiloilta ja hitsausroiskeilta valmistajan ohjeiden mukaisesti tai on käytettävä ulkopuolisella suojaputkella varustettuja paljetasaimia. Tasain toimitetaan esijännitettynä tai se on esijännitettävä oikeaan mittaan asennuspaikalla. Jos kiintopisteet eivät ole paikoilleen kiinnitettynä painekokeen aikana, on tasain kiinnitettävä riittävän tukevasti, esimerkiksi väliaikaisella kiintopisteellä.

Paljetasain asennetaan suoralle putkiosuudelle kahden ohjauspisteen väliin virtaussuuntanuolen mukaisesti. Toinen ohjauspiste voidaan korvata kiintopisteellä. Ohjauspiste ohjaa lämpöliikkeen haluttuun suuntaan.

Ohjauspisteet on suunniteltava ja mitoitettava kaikkien suuntien kuormia vastaan.

Paljetasaimen ohjaus- ja kiintopiste kiinnitetään riittävän tukevalle kiinnitysalustalle kyseiseen kiinnitysalustaan soveltuvalla menetelmällä kuormitukset huomioiden.



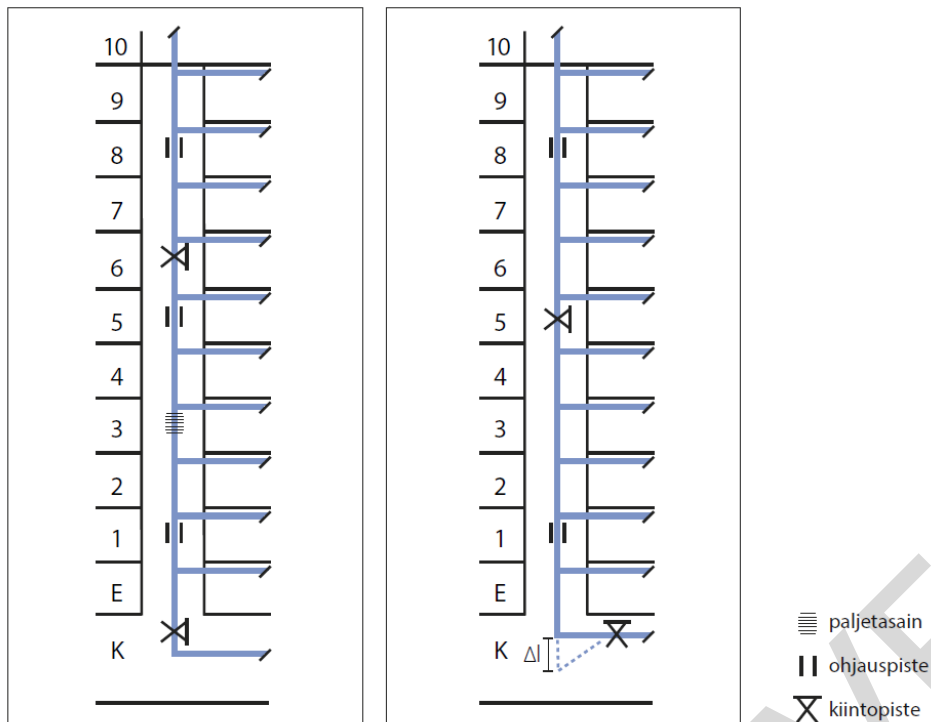
Kuva 8. Paljetasain ohjaus- ja kiintopisteineen.

#### 4.4 Korkea rakentaminen

Korkeissa rakennuksissa lämpöliikkeen merkitys korostuu pidemmissä nousulinjoissa lämpöliikkeen takia. Pystynousuissa on oltava vähintään yksi kannake jokaisessa kerroksessa välipohjan läpivientien lisäksi. Pitkissä pystynousuissa kannakkeiden on oltava sekä kiinteitä että lämpöliikkeen sallivia.

Paljetasaimia käyttämällä voidaan tasata korkeiden rakennusten pystyputkistossa putkille ominaista lämpölaajenemista. Ne asennetaan niin, että poikittaisputkiin kohdistuu vain hyvin pieni pystyliike tai mieluiten ei pystyliikettä lainkaan.

Putkiston pystynousut kannatetaan niin, että putken oma paino ja nesteen aiheuttamat voimat kohdistuvat kannatuspisteeseen eikä vaakaputkien liitoksiin eikä mahdollisiin läpivienteihin. Lämpöliikkeen sallivat kannatukset tehdään liukukannakkeilla tai liukuelementeillä.



Kuva 9. Esimerkki putken kannatus kuilussa paljetasaimella ja ilman paljetasainta.

Talotekniikan kannatuksesta kuiluissa lisää ohjekortissa [RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus](#).

## 5 KIRJALLISUUSLUETTELO

### Lait ja asetukset

[Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1047/2017. RT RakMK-103335.](#)

### Rakennustiedon julkaisut

[TalotekniikkaRYL, 21.10.0.4 Lämpölaajeneminen ja kutistuminen](#)

[RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus](#)

[RT 103920 Lämmitys-, jäähdytys- ja käyttövesiputkistojen asennus](#)

### Standardit

[SFS-EN 806-2 Ohjeet kiinteistöjen käyttövesijärjestelmille. Osa 2: Suunnittelu](#)

[SFS-EN 12828 Heating systems in buildings. Design for water-based heating systems](#)

### Muut julkaisut

[Planning Fundamentals - GF Industry and Infrastructure Flow Solutions](#)

**Kuvat**

Hilti (Suomi) Oy:

Jorma Seppänen, 1, 2, 3, 7

**Tekijät****Rakennustietosäätiö RTS:n toimikunta TK 484 Putkistojen asennukset, läpiviennit ja lämpölaajeneminen**

Sami Ventä, Granlund Oy, toimikunnan puheenjohtaja

Mikko Kulmala, Keski-Uudenmaan LVI-valvonta

Joonas Kallinki, Uponor Oyj / Georg Fischer AB

Teemu Pihl, Cupori Oy

Lasse Hietanen, A-Insinöörit Oy

Jorma Seppänen, Hilti (Suomi) Oy

Eero Uusimaa, LVI-E Uusimaa Oy

Kosti Kuronen, Rakennustieto Oy

Valtteri Viitikko, Rakennustieto Oy, toimikunnan sihteeri

**Käsikirjoittaja**

Riina Heikkilä, Sweco Oy

**Projektipäällikkö**

Valtteri Viitikko, Rakennustieto Oy