



# uponor

UPONOR YHDYSKUNTA- JA  
YMPÄRISTÖTEKNIikka  
PAINEPutkijärjestelmät

Paineputki-  
järjestelmät

04 | 2009  
51014

# Uponor-yhdyskuntatekniikan paineputkijärjestelmät

<b>6.1 Johdanto</b> .....	<b>165</b>
Uponor-paineputkijärjestelmän rakenteellinen suunnittelu ja mitoittaminen	166
Uponor-paineputkijärjestelmän virtaustekninen suunnittelu ja mitoittaminen .....	174
Uponor-kaasuputkiston mitoittaminen .....	177
Uponor-paineputkijärjestelmien yleiset asennusohjeet ja -valvonta .....	179
<b>6.2 ProFuse-paineputkijärjestelmän ominaisuudet</b> .....	<b>185</b>
Hyväksynät .....	188
Merkinnät .....	189
ProFuse-paineputkilinjojen suunnittelu .....	191
ProFuse-paineputkien asentaminen .....	192
<b>6.3 Uponor-paineputkijärjestelmä PVC:n ominaisuudet</b> .....	<b>205</b>
Hyväksynät .....	208
Merkinnät .....	209
Uponor PVC-paineputkien asentaminen .....	210
<b>6.4 Uponor-paineputkijärjestelmä PE80:n ominaisuudet</b> .....	<b>215</b>
Hyväksynät .....	218
Merkinnät .....	219
PE80-paineputkien asentaminen .....	220
<b>6.5 Uponor-paineputkijärjestelmä PE100:n ominaisuudet</b> .....	<b>223</b>
Hyväksynät .....	226
Merkinnät .....	227
<b>6.6 Uponor-paineputkiyhteet PE100:n ominaisuudet</b> .....	<b>229</b>
Hyväksynät ja merkinnät .....	232
PE100-paineputkiyhteiden asentaminen .....	234

# 6.1 Johdanto

Muovisia Uponor-paineputkijärjestelmiä käytetään vesi- ja kaasuhuollossa sekä jäteveden johtamiseen. Muoviputkista voidaan rakentaa erittäin kestävä ja joustava putkisto. Uponor-paineputkijärjestelmien käyttöikä on pitkä, jolloin se on myös hyvin kokonaistaloudellinen ratkaisu.

Uponor-paineputkien valmistusmateriaalit ovat PE 80, PE 100 ja PVC. Paineputket ovat ensisijaisesti ProFuse PE 100 -putkia. Niitä täydentävät pienikokoisten putkien PE 80-putkijärjestelmä, suurikokoisten putkien PE 100-putkijärjestelmä sekä PVC-paineputkijärjestelmä.

Uponor-paineputkien väri ilmaisee niiden käyttökohteen. Pienet siniraidalliset mustat putket ja siniset ProFuse-putket sekä harmaat PVC-putket on tarkoitettu vesihuoltoon.

Pienet ruskearaidalliset mustat putket ja punaruskeat ProFuse-putket on tarkoitettu jätevesikäyttöön. Kaasulle tarkoitettut putket ovat mustia keltaisilla raidoilla sekä keltaiset ProFuse-putket.

Tässä johdantokappaleessa käsitellään painejohtojen rakenteellisen ja virtaus- teknisen mitoittamisen yleiset säännöt. Lisäksi kappaleessa on laskentaesimerkki vesijohtojen virtausteknisestä mitoittamisesta.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään yksittäisten putkijärjestelmien järjestelmä- ja materiaaliominaisuuksia ja esitellään vastaavat tuotevalikoimat.

Järjestelmien, kokoluokkien ja käyttöalueiden väliset yhteydet näkyvät seuraavassa taulukossa.

Järjestelmät ja putkikoot	Käyttöalue		
	Vesihuolto	Jätevesien johtaminen	Kaasujakelu
Uponor PE 80 SDR 17		40 - 63 mm	
Uponor PE 80 SDR 11	20 - 63 mm		
Uponor Puriton	25 - 110 mm		
Uponor ProFuse SDR 17	90 - 400 mm	90 - 400 mm	90-400 mm
Uponor ProFuse SDR 11	90 - 400 mm	90 - 400 mm	90-400 mm
Uponor PE 100	450 - 800 mm	450 - 800 mm	32-90 mm
Uponor PVC	110 - 400 mm		

Taulukko 6.1.1

# Uponor-paineputkijärjestelmän rakenteellinen suunnittelu ja mitoittaminen

Putkien asentamisessa ja suunnittelussa noudatetaan RIL 77-2005, KT 02 ja InfraRYK ohjeita. Tässä kappaleessa käydään läpi yleisiä ohjeita rakenteellisesta suunnittelusta ja mitoittamisesta.

Asentamisen ja kaivannon täytön yhteydessä tapahtuvaan putken muodonmuutokseen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- maaperän kantavuus

- asennuksen laatu
- täyttömateriaalin laatu
- tiivistäminen
- liikennekuormitus.

Muoviputket ovat joustavia ja toimivat vuorovaikutuksessa ympäröivän maan kanssa. Joustavuus vähentää putkeen kohdistuvaa kuormitusta.

## Massanvaihdon täyttö tai perustaminen penkereelle

Massanvaihdon täyttö tai perustaminen penkereelle tehdään suunnitelmien mukaisesti. Massanvaihdon täyttöön käytetään pienlouhetta (lohkarekoko  $\leq 400$  mm) tai kantavalla ja tiivistyvällä maalla.

Pengertäytön tiivistettyjen kerrosten tiiveyden tulee täyttää seuraavat tiiviyysvaatimukset:

- tiiveysaste (parannettu Proctor)  $\geq 90$  % tai
- tiiveyssuhde (kannettava pudotuspainolaite)  $\leq 2,8$

Massanvaihdon laadun toteaminen perustuu ensisijaisesti työsuorituksen menetelmävalvontaan. Kun penkereen täyttö tehdään pehmeän siltin päälle, käytetään täytön alla hiekasta tehtyä suodatinkerrosta tai sovellutusalueen 4 mukaista kuitukangasta.

Mikäli kaivantoa ei massanvaihdon täytön aikana pystytä pitämään kuivana käytetään täyttömateriaalina murskettua tai pienrouhetta. Louhetäytön pinta kiilataan pienikokoisella louheella tai karkealla murskeella.

Mikäli johdot perustetaan penkereeseen, tiivistetään niiden alle tuleva pengertäyte muuta pengertä vastaavasti. Louhepenger kiilataan pienikokoisella louheella ja murskeella tai soralla.

Muoviputken alla asennusalustana käytettävän luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko on 10 % putken nimellismittasta, kuitenkin siten, että putkille DN < 200 suurin sallittu raekoko on 20 mm ja putkille DN > 600 suurin sallittu raekoko on 60 mm. Murskeen käyttö on sallittua muoviputken DN > 100 asennusalustaan ja murskeen suurin sallittu raekoko on 16 mm. Kaivannon pohjalle, massanvaihto- tai pengertäytteen päälle tai arinan päälle tehdään putken seinämän pinnasta mitattuna vähintään 150 mm paksuinen asennusalusta.

Asennusalustan tiiveyden tulee täyttää seuraavat tiiveysvaatimukset:

- tiiveysaste (parannettu Proctor)  $\geq 90$  % tai
- tiiveysuhde (kannettava pudotuspainolaite)  $\leq 2,8$

Asennusalustassa käytetyn materiaalin kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksilla siten, että jokaisesta alkavasta 50 m<sup>3</sup>:n erästä tutkitaan yksi näyte. Asennusalustan tiiveysaste todetaan mittauksin 50 m:n välein, kuitenkin vähintään yksi mittaus/työkohde. Asennusalustan tiiveysuhde todetaan mittauksin 10 m:n välein. Mikäli mittauksia tehdään vaadittua enemmän mittausten keskiarvon tulee täyttää tiiveysvaatimus. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla tiiveysasteen mittauksissa 88 % (Proctor) ja tiiveysuhteen mittauksissa 3,0 (kannettava pudotuspainolaite). Katualueiden ulkopuolella asennusalusta voidaan suunnitelman mukaisesti tai erikseen sovittuna jättää tekemättä. Kaivutyö ulotetaan tällöin putken asennustasoon ja tehdään huolellisesti välttämättä liikakäivua ja siten, että asennuspohjasta tulee riittävän tasainen. Muhveille tehdään asennustilat.

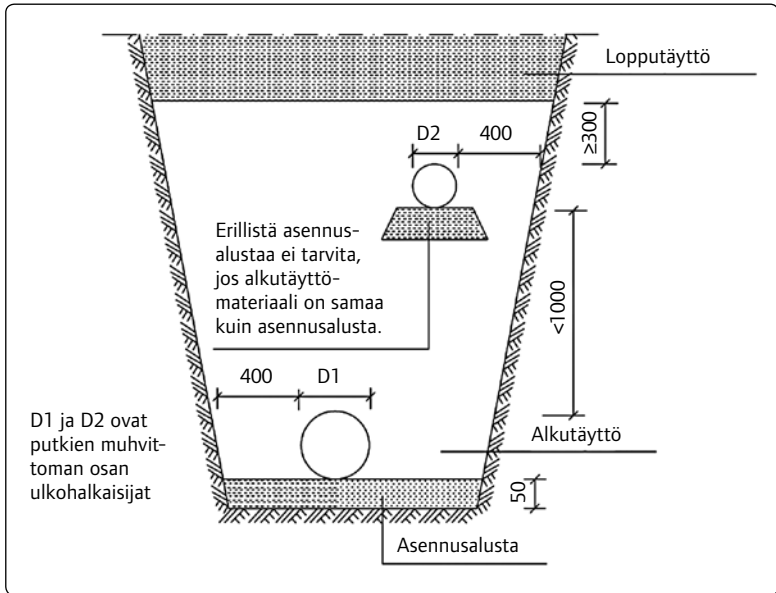
Mikäli asennusalustan päälle asennetaan useita putkia, kerroksen materiaali valitaan siten, että se täyttää kaikkien putkien kohdalla mainitut vaatimukset. Mikäli kaivannon pohjamaa on asennusalustan materiaaliksi soveltuvaa, asennusalusta voidaan tehdä siitä.

# Alkutäyttö

## Materiaalivaatimukset

Kaivannon alkutäyttö tehdään sellaisella materiaalilla, joka sopii kaikille ko. kaivannon putkille (kuva 6.1.2). Täyttömateriaali ei saa vahingoittaa putkien pinnoitteita. Täyttömateriaali ei myöskään saa sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa

putkia tai liitosmateriaalia. Kaivannoissa, joissa on metalliputkia, ei saa käyttää voimalaitoksen tuhkaa tai kuonaa tai muuta putkia vaurioittavaa materiaalia. Jäätynyttä materiaalia ei saa käyttää.



Kuva 6.1.2 Johtokaivannon asennusalusta ja alkutäyttö, kun putkien pystysuora vapaa etäisyys on < 1000 mm.

Alkutäyttö tehdään pääsääntöisesti hiekasta, sorasta tai murskeesta, joka täyttää saman putken asennusalustan materiaalille esitetty vaatimukset ja tiivistetään vaadittuun tiiveyteen. Muoviputkien alkutäyttö tehdään vaiheittain noudattaen RIL 77, "Maahan ja veteen asennettavat kesto-

muoviputket" ohjeita.

Liikennöitävän alueen ulkopuolella alkutäyttömateriaaliksi soveltuvat hiekka, sora, murske, savi, siltti tai moreeni, joiden rae-koko ei ylitä tasauskerrokselle asetettuja enimmäisarvoja.

Alkutäytön tiiveyden tulee täyttää seuraavat tiiviysvaatimukset:

- tiiveysaste (Proctor)  $\geq 95\%$  tai
- tiiveyssuhde (kannettava pudotuspainolaite)  $\leq 2,5$

Muoviputken sivulle tehtävä alkutäyttö rakennetaan ja tiivistetään homogeenisina kerroksina myös putken pituussuunnassa. Muoviputken päälle tulevat täyttömässä saadaan tiivistää koneellisesti vasta sen jälkeen, kun putken laen päällä on vähintään 0,3 m paksuinen täyttökerros.

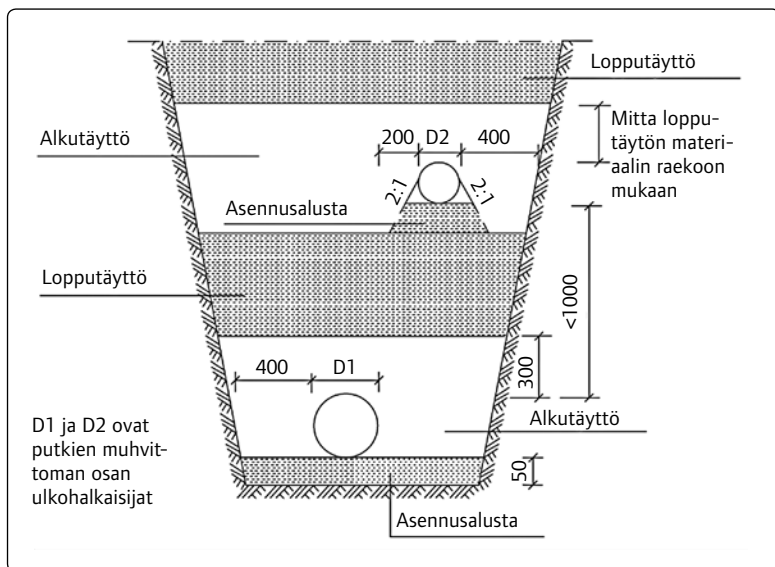
Alkutäyttöön käytetyn materiaalin kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksilla siten, että jokaisesta alkavasta 200 m<sup>3</sup>:n erästä tutkitaan yksi näyte.

Alkutäytön tiiveysaste todetaan mittauksin 50 m:n välein, kuitenkin vähintään yksi mittaustyökohde. Alkutäytön tiiveys-

suhde todetaan mittauksin 20 m:n välein. Tiiveys mitataan putken laen korkeudelta putken sivulta. Mikäli mittauksia tehdään vaadittua enemmän mittausten keskiarvon tulee täyttää tiiveysvaatimus. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla tiiveysasteen mittauksissa 93 % (Proctor) tai tiiveyssuhteen mittauksissa 2,75 (kannettava pudotuspainolaite).

Liikennöitävien alueiden ulkopuolella voidaan paineluokan PN  $\geq 10$  muoviputkien alkutäyttö tehdä tiivistämättömänä, mikäli suunnitelmassa on niin esitetty.

Kun putkien välinen pystysuoraan mitattu vapaa korkeus on vähintään 1000 mm, voidaan kaivannossa käyttää eri putkien korkeudella kullekin putkelle soveltuvaa alkutäyttömateriaalia. Alemman putken alkutäyttö ulotetaan tällöin 300 mm putken laen yläpuolelle (kuva 6.1.3).



Kuva 6.1.3 Johtokaivannon tasauskerros ja alkutäyttö, kun putkien pystysuora vapaa etäisyys on  $\geq 1000$  mm.

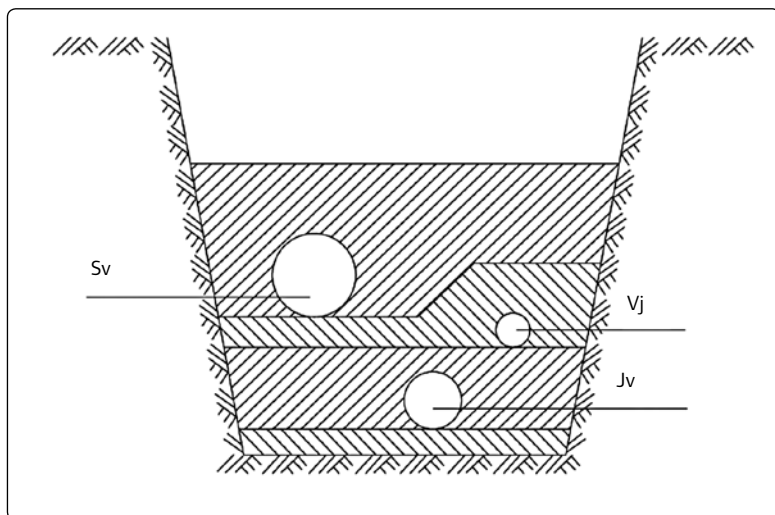
Täytekerroksen tulee olla putken molemmilla puolilla täytön eri vaiheissa likimain samalla korkeudella. Alkutäyttö ulotetaan lopputäyttömateriaalin suurimman lohokarekoon verran, kuitenkin vähintään 300 mm, ylimmän putken laen yläpuolelle.

### Vettä pidättävä pato

Jos kaivanto on huonosti vettä läpäisevässä maalajissa, tulee veden virtaus tasauskerroksessa ja täyttömateriaalissa estää.

Kaivantoon rakennetaan tällöin kuvan 6.1.4 mukaisesti noin 1 m pituisia sulkuja vedenläpäisevyydeltään samanarvoisesta maalajista kuin ympäröivä maaperä.

Vettä pidättävä pato voidaan tehdä savesta tai hienoja lajitteita sisältävästä siltimoreenista. Padon kohta tiivistetään mahdollisimman hyvin alkutäytön tiiviysvaatimusta vastaavaksi.



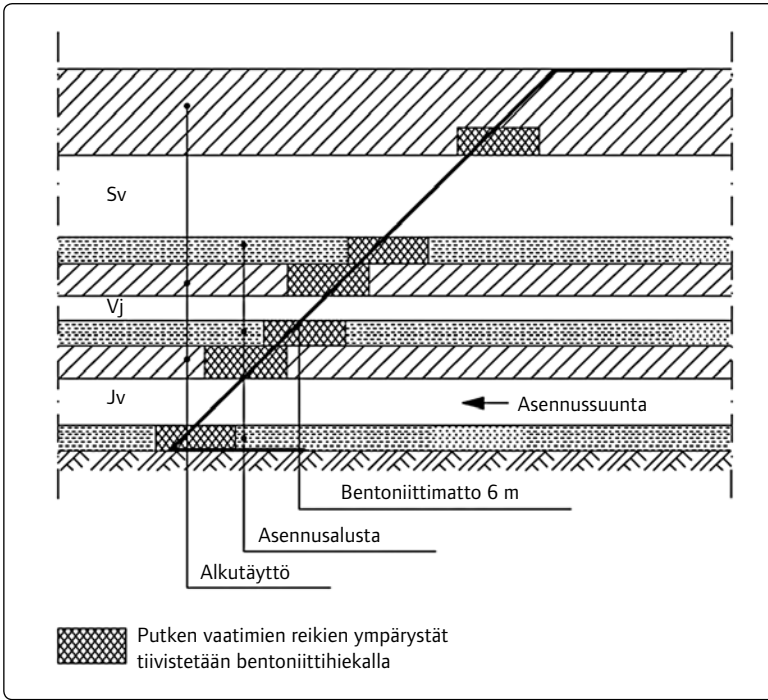
Kuva 6.1.4 Vettä pidättävä pato kaivumaista.

Vettä pidättävä pato voidaan vaihtoehtoisesti tehdä kuvan 6.1.5 mukaisesti 6 mm:n vahvuisesta bentoniittimatosta käyttäen putkien ympäristöjen ja kaivannon reuna-alueiden tiivistämiseen bentoniittijauhetta tai hiekkaa. Bentoniittimatton vedenläpäisevyyden tulee vastata vähintään 1 metrin paksuista ympäröivästä maalajista rakennettua patoa.

Vettä pidättävien patojen paikat tulee esittää suunnitelmassa.

Kalliokaivannoissa vettä pidättävien patojen tarve tulee harkita tapauskohtaisesti.





Kuva 6.1.5 Vettä pidättävä pato bentoniittimatosta.

Ennen täyttöä tarkastetaan, että putket ovat vahingoittumattomat, oikeilla paikoillaan ja oikein asennettu. Varmistetaan, että rakenteet ovat saavuttaneet täytön kannalta riittävän lujuuden. Kaivannossa mahdollisesti oleva jää ja lumi poistetaan, sillä kaivannon pohja ei saa olla jäässä tai päästä jäätymään. Alkutäyttömateriaali lasketaan kaivantoon varovasti, tasaisesti putkien molemmille puolille.

Täytön ensimmäinen vaihe (toppaus) tehdään lapiotyönä tai muilla sellaisilla menetelmillä, etteivät putket siirry paikaltaan tai vaurioidu. Alkutäyttömateriaalia sullotaan putkien alle ja sivuille siten, ettei putkien korkeusasema muutu.

Alkutäyttö tehdään ja tiivistetään aina kerroksittain. Kerralla tiivistettävä kerrospaksuus riippuu asennetun putken koosta, putkimateriaalista ja käytettävästä tiivistyskoneesta.

## Lämpöeristeen teko

Lämpöeristeet tehdään suunnitelman mukaisesti joko tehtaalla esieristettyjä putkia käyttäen tai työmaalla eristelevyjä tai eristäviä materiaaleja käyttäen.

Mikäli suunnitelmissa ei ole muuta sanottu eristelevynä käytetään suulakepuristettua muovilevyä, jonka tilavuuspaino on vähintään 35 kg/m<sup>3</sup>. Lämpöeristeenä käytettävän kevytsoran raekoko on # 8-20 mm.

## Lopputäyttö

Täyttömateriaali ei saa sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaalia.

### Lopputäyttö liikennöitävällä alueella

Lopputäyttö tehdään tiivistämiskelpoisella kivinäisämaalla. Mikäli kaivannoista saatu maa-aines on hyvin tiivistyvää ja routivaa, käytetään sitä. Mikäli täyttömateriaali tuodaan muualta, sen tulee routimisominaisuuksiltaan vastata kaivannosta poistettua materiaalia. Suurin sallittu kivien tai lohka-reiden läpimitta on 2/3-osa kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 400 mm. Jos lopputäyttö on niin ohut, että louhetta ei voida käyttää, täyttö tehdään kadun jakavan kerroksen kiviaineksilla.

Lopputäyttöön käytetään yleensä kaivumaita. Lopputäyttömateriaalin suurin sallittu raekoko on sama kuin liikennöitävällä alueella.

Kaivannon täytöissä voidaan hyödyntää suunnitelmien mukaan uusiomateriaaleja kuten esim. tuhkia ja kuonia. Aineet eivät saa vahingoittaa kaivannossa eikä sen läheisyydessä olevia laitteita eikä rakenteita.

Lujittuvia uusiomateriaaleja käytettäessä lujuustaso on valittava siten, että kaivantojen myöhemmin tapahtuva aukikaivuu on mahdollista.

### Lopputäyttö liikennöitävällä alueella

Liikennöitävällä alueella kivinäisämaalla tehdyn lopputäytön tiiveyden tulee täyttää seuraavat tiiveysvaatimukset:

- tiiveysaste (Proctor)  $\geq 90$  % tai
- tiiveysuhde (kannettava pudotuspainolaite)  $\leq 2,8$

Liikennöitävällä alueella lopputäyttö ulotetaan liikennealueen rakennekerrosten alapintaan.

Louheesta tehdyn lopputäytön yläpinta kiilataan ja tiivistetään kuten louhepenkeeren pinta. Mikäli yläpuolisen liikennealueen päällysrakenne on ns. louherakenne, lopputäyttö ja päällysrakenne tehdään kuten louhepengeri.

### Lopputäyttö liikennöitävän alueen ulkopuolella

Liikennöitävän alueen ulkopuolella voidaan lopputäytön tiivistys jättää tekemättä, mikäli suunnitelmassa on näin esitetty. Kaivanto tulee täyttää sellaiseen korkeuteen, että täyttö myöhemmin tiivistyessään asettuu suunnitelman mukaiseen korkeuteen tai, mikäli tällaista ei ole esitetty, ympäröivän maanpinnan korkeuteen.

Lopputäyttöön käytetyn materiaalien kelppoisuus todetaan rakeisuustutkimuksilla esitettyjen näytemäärien mukaisesti tai silmämääräisesti tiivistyskertojen lukumäärää ja kerrospaksuuksia tarkkailemalla.

Lopputäytön tiiveysaste todetaan mittauksin 50 m:n välein, kuitenkin vähintään yksi mittaus/työkohde.

Lopputäytön tiiveysuhde todetaan mittauksin 20 m:n välein.

Mikäli mittauksia tehdään vaadittua enemmän mittausten keskiarvon tulee täyttää tiiveysvaatimus. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla tiiveysasteen mittaauksissa 88 % (Proctor) ja tiiveysuhteen mittaauksissa 3,0 (kannettava pudotuspainolaite).

### Kaivojen ympärystäyttö

Kaivojen, palopostien ja sulkuventtiilien sivuilla, vähintään 0,4 m etäisyyteen niiden ulkopinnasta, lopputäyttö tehdään routimattomalla materiaalilla. Imeytyskaivon ympärillä tehdään täyttö hyvin vettä läpäisevästä materiaalista (esim. sepeli # 8-32). Tarvittaessa kaivannon seinämää vasten asennetaan kuitukangas (käyttöluokka 2).

Tuetun kaivannon lopputäyttö tehdään tukirakenteiden poistamisen edetessä siten, ettei kaivanto pääse sortumaan, tiivistetty kaivantotäyte löyhtymään tai arina tai putket siirtymään.

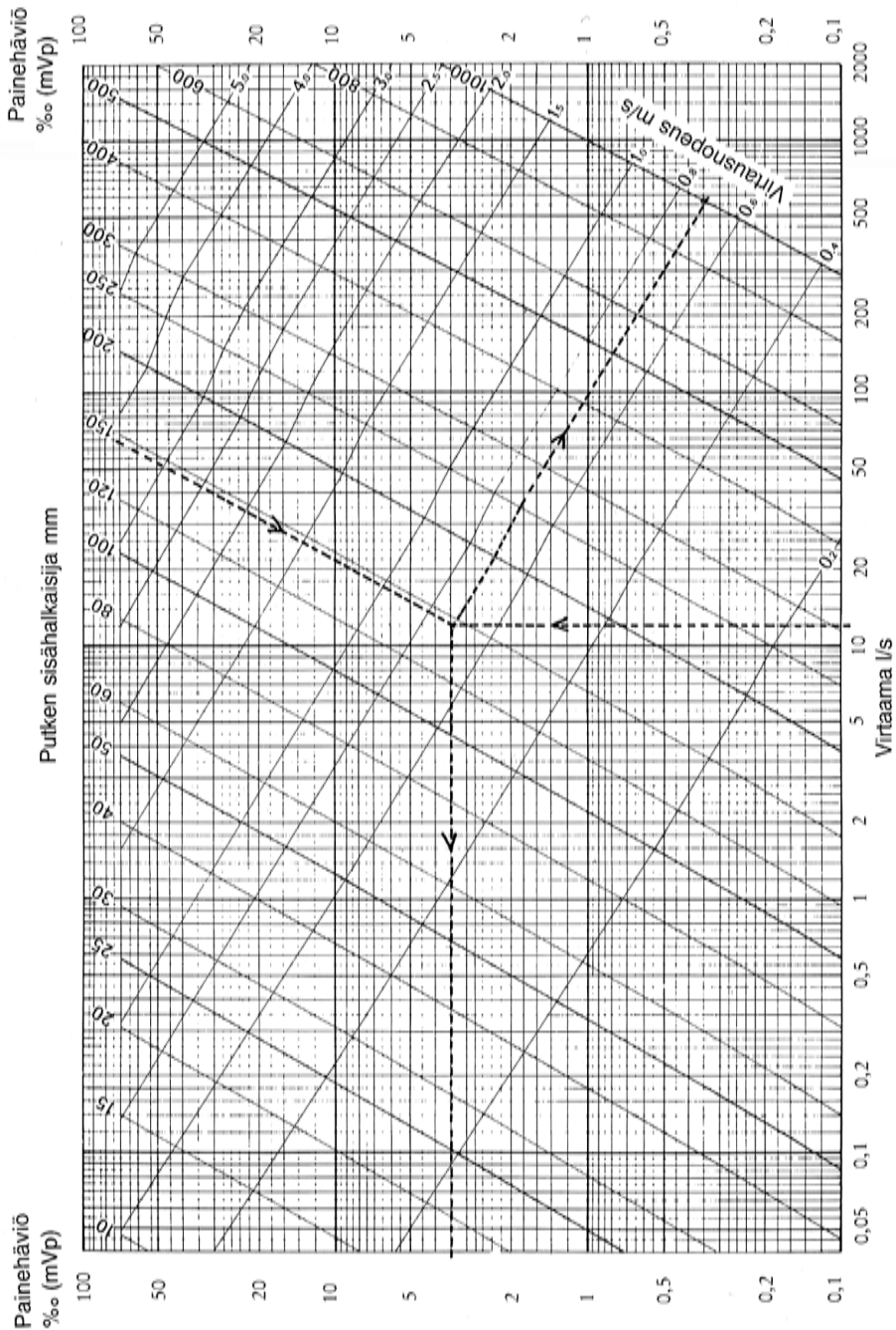
# Uponor-paineputkijärjestelmän virtaustekninen suunnittelu ja mitoittaminen

Tässä kappaleessa kuvataan paineputkien virtausteknisen mitoittamisen yleiset ohjeet. Virtauksen mitoittamisen tarkoitus on saada mahdollisimman taloudellinen lopputulos putkiston rakentamis- ja käyttökustannuksiin.

Mitoittamisessa käytetään painehäviödiagrammia, jolla voidaan mitoittaa eri olosuhteissa käytettävien putkien koot. Painehäviödiagrammin käyttäminen edellyttää käytettävän virtaaman tuntemista. Valitusta putkikoosta vedetään viiva käytettävän virtaama-arvon läpi, jolloin oikeasta kaaviosta voidaan lukea painehäviön arvo Pascaleina putkimetriä kohden. Käyttökäytännöistä syistä paineviemärien suositeltava virtaamanopeus on 0,5–1,7 m/s. Vesijohdoille ei ole vastavaa lukua määritetty.

## Esimerkki paineputkien mitoittamisesta

Mitoitusvesimäärä: 12 l/s  
Valitun ProFuse-paineputken 160 x 9,5 mm PN 10 sisähalkaisijaksi saadaan 150 mm, jolloin painehäviödiagrammista voidaan todeta, että virtausnopeus on 0,70 m/s  
painehäviö on 3 ‰ (3 mVp/km)



Kuva 6.1.6 Painehäviönogrammi on laadittu Prandtl-Colebrookin kaavan mukaan +10-asteiselle vedelle. Karheuskertoimen arvona on käytetty  $k = 0,01$  putkille  $d_j \leq 200$  ja  $k = 0,05$  putkille  $d_j > 200$  mm.

## Paineluokan valinta

Putken paineluokan valintaan vaikuttavat putkessa virtaavaan nesteeseen käyttöpaine. Paineviemärin valinnassa on otettava huomioon myös mahdollinen alipaine. Polyeteenisissä paineviemäreissä suositellaan käytettäväksi seinämävahvuutta SDR 17, joka vastaa PE 100:ssa paineluokkaa PN 10.

### Yksiköiden muuntotaulukko

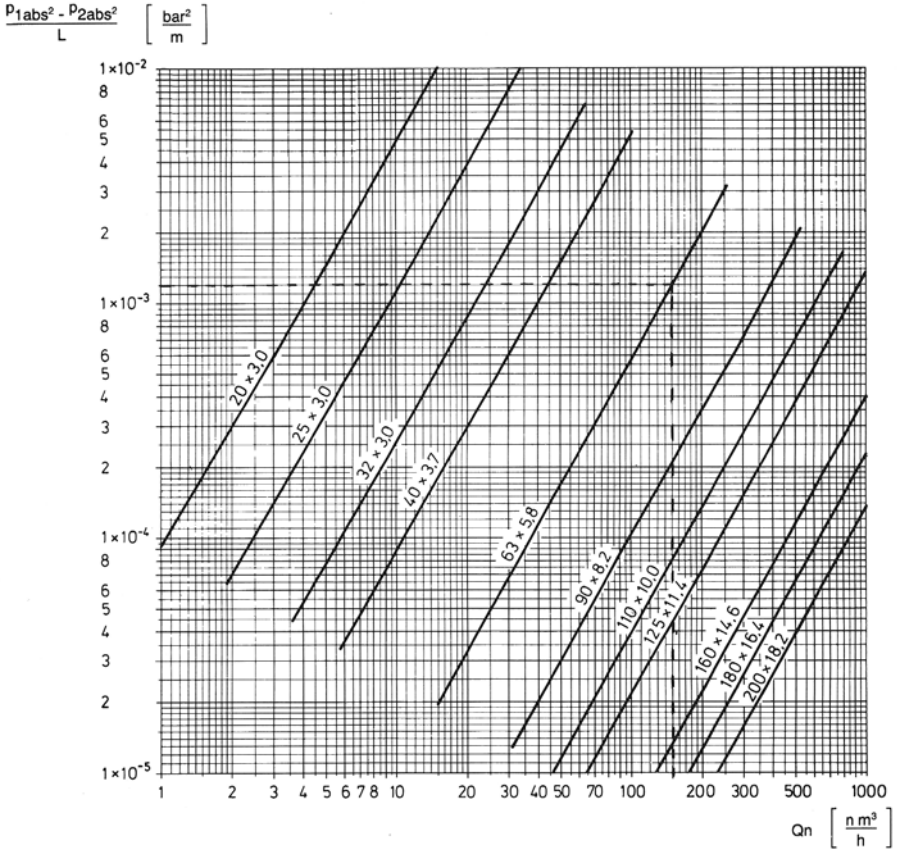
	<b>Pa</b>	<b>bar</b>	<b>mVp</b>
1 Pa	1	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$
1 bar	$10^5$	1	10,2
1 mVp	$0,981 \cdot 10^4$	0,0981	1

Pa = Pascal

mVp = metrin vesipatsas

*Taulukko 6.1.7*

# Uponor-kaasuputkiston mitoittaminen



Kaavio 6.1.8 Kaasuputkien painehäviödiagrammi

## Esimerkki kaasuputkistojen mitoittamisesta

Kaasumäärä  $Q_n = 150 \text{ nm}^3/\text{h}$   
 Putkilinjan pituus = 5000 m  
 Lähtöpaine (ylipaine) = 4 bar  
 Oletettu putkikoko = 63 mm

Painehäviödiagrammista voidaan vetää viiva  $150 \text{ nm}^3/\text{h}$  kohdalle, jolloin oikean putken kohdalla nähdään pystyasteikolta arvo  $p1_{\text{abs}}^2 - p2_{\text{abs}}^2$  yksikköä kohti on  $1,2 \times 10^{-3}$ .

Tämän jälkeen kerrotaan arvo putkilinjan pituudella:

$$p1_{\text{abs}}^2 - p2_{\text{abs}}^2 = 5000 \times 1,2 \times 10^{-3} = 6,0 \text{ bar}^2$$

Loppupaine lasketaan käyttäen alla olevaa kaavaa:

$$p2_{\text{abs}} = \sqrt{p1_{\text{abs}}^2 - \text{laskettu arvo}}$$

jossa  $p1_{\text{abs}}$  = ylipaine + ilmankehän paine

$$p1_{\text{abs}} = 4 \text{ bar} + 0,981 \text{ bar} = 4,981 \text{ bar}$$

$$p2_{\text{abs}} = \sqrt{4,981^2 - 6,0}$$

$$= 4,34 \text{ bar}$$

Painehäviö 63 mm PEH-kaasuputkelle lasketaan kaavalla

$$p = p2_{\text{abs}} - p1_{\text{abs}}$$

$$= 4,981 \text{ bar} - 4,34 \text{ bar}$$

$$= 0,64 \text{ bar}$$



# Uponor-paineputkijärjestelmien yleiset asennusohjeet ja -valvonta

Paineputkien asennuksessa, esim. kaivanto, täytöt, noudatetaan pitkälti samoja ohjeita kuin viettoviemäreiden asennuksessa luvussa 5.1 Paineputkien kohdalla on kuitenkin joitakin erityisohjeita, joita käydään läpi tässä luvussa. Asennus tulee tehdä suunnitelmien mukaisesti, jos työn aikana ilmenee muutoksia oletetuista olosuhteista, on niistä ilmoitettava suunnittelijalle.

## Pituuslaajeneminen

PE-putkia käsiteltäessä ja asennettaessa on kiinnitettävä huomiota pituuslaajenemiseen ja supistumiseen. PE-putkien lämpölaajenemiskerroin on suhteellisen suuri, minkä vuoksi putki voi lyhentyä useita senttimetrejä asennuspäivää seuraavaan aamuun mennessä, jos putki on asennettu putkikaivantoon lämpimänä päivänä.

Pituuslaajenemisen kaava:

$$\Delta L = \Delta t \cdot L \cdot \alpha$$

jossa

$\Delta L$  = Pituuslaajeneminen tai supistuminen [m]

$\Delta t$  =  $T_2 - T_1$

$T_1$  = Asennuslämpötila

$T_2$  = Lämpötila asennuksen jälkeen

$L$  = Putken pituus [m]

$\alpha$  = Lämpölaajenemiskerroin, vrt. järjestelmä- ja materiaalitietojen taulukko 2.2.

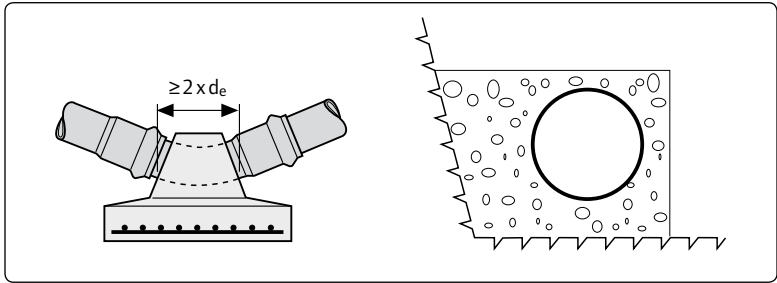
## Putkien ja liitokohtien tuenta

Paineputkien muhviilitokset, lohkohtaiset yhteed ja halkaisijaltaan yli 225 mm putkistot on tuettava mahdollisimman hyvin, jotta vältetään liitosten irtoamista toisistaan lämpötilan muutosten aiheuttaman putken laajentumisen ja supistumisen seurauksena. Ruiskupuristetut yhteed ja enintään 225 mm putket voidaan jättää tukematta.

PE-putkistot ja -yhteed tuetaan valamalla betoniin, PVC-putkistojen ja -yhteiden kanssa käytetään mekaanisia muhvilukkoja. Tuenta tehdään ennen putkistot painekoestamista.

## Tukeminen betonilla

Paine, paineiskut, maan sallittu tukijännitys määrittävät betonituen mitoituksen. Betonituet valmistetaan ja raudoitetaan suunnitelman mukaan, ja ne on valettava niin ettei niistä aiheudu putkistolle lisäkuormitusta. Tuen alusta on tarvittaessa tiivistettävä huolellisesti. Kuvissa 6.1.9 ja 6.1.10 on yleisimmät betonituet eri tapauksissa.

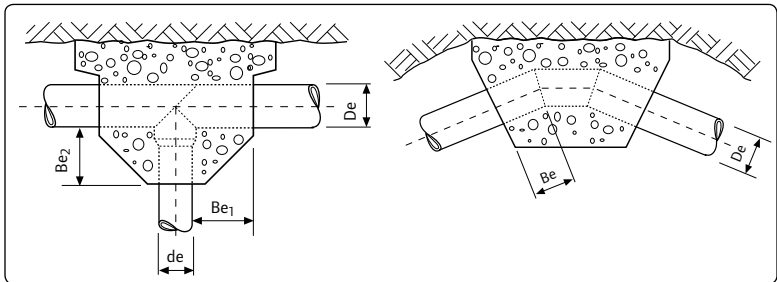


Kuva 6.1.9

Lohkohitsatut yhteeet on aina valettava betoniin, kun kyseessä on paineellinen putkisto. Betonituen koko määräytyy hitsaussaumojen mukaan siten että betonituen reuna on ulommaisesta hitsaus-saumasta

- kulmissa  $Be =$  vähintään 150 mm
- haarayhteissä  $Be_1$  ja  $Be_2 =$  vähintään 200 mm

Tuen paksuus putken pinnasta on vähintään 150 mm.



Kuva 6.1.10

### Tukeminen muhvilukoilla

Muhvilukkoja käytetään PVC-muovista valmistettujen putkien ja yhteeden kanssa. Muhvilukkojen toimintaperiaate perustuu painevoiman siirtämiseen liitoksen yli niin, että maan ja suoran putken välinen kitka kompensoi voiman.

PVC-yhteeet on aina lukittava, jotta ne eivät pääse irtomaan putkesta. Kulmayhteeet lukitaan molemmista päistä. PVC-putkien muhvilukkojen määrään vaikuttavat asennussyvyys sekä putken halkaisija. Tarvittava määrä muhvilukkoja ilmenee seuraavasta taulukosta.

Peitesyvyys	Putkikoko					
	110	160	225	280	315	400
alle 2 m	-	1	1	2	2	3
2 – 3 m	-	-	1	1	1	2
3 – 4 m	-	-	-	-	1	1
yli 4 m	-	-	-	-	-	-

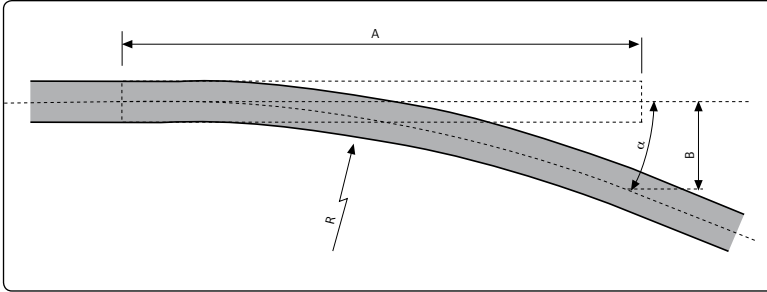
Taulukko 6.1.11 Yhdeliitoksen lisäksi tarvittavat muhvilukot (putkipituus 6 m)

## Putken taivuttaminen

Normaalisti suunnanmuutokset tehdään PVC-paineputkissa käyttäen kulmayhteitä. Tosin pienet suunnanmuutokset voidaan tehdä taivuttamalla putkea, kuitenkin muistaen, että mahdolliset painumat voivat lisätä kulmapoikkeamaa.

Myös sisältä tuleva paine pyrkii lisäämään kulmapoikkeamaa. Sallittu kulmapoikkeama muhviilioksessa on  $\leq 2^\circ$ .

PE-putkistojen loivat suunnanmuutokset voidaan hyvin tehdä taivuttamalla. Taivutuskohtaa ei tarvitse tukea betonilla.



Kuva 6.1.12 Putken taivutus

$d_e$	R (m)	$\alpha = 15^\circ$		$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 45^\circ$		$\alpha = 60^\circ$	
		A (m)	B (m)	A (m)	B (m)	A (m)	B (m)	A (m)	B (m)
90	4.50	1.18	0.15	2.36	0.60	3.53	1.32	4.71	2.25
110	5.50	1.44	0.19	2.88	0.74	4.32	1.61	5.76	2.75
125	6.25	1.64	0.21	3.27	0.84	4.91	1.83	6.54	3.13
140	7.00	1.83	0.24	3.66	0.94	5.50	2.05	7.33	3.50
160	8.00	2.09	0.27	4.19	1.07	6.28	2.34	8.37	4.00
180	9.00	2.36	0.31	4.71	1.21	7.07	2.64	9.24	4.40
200	10.00	2.62	0.34	5.23	1.43	7.85	2.93	10.47	5.00
225	11.25	2.94	0.38	5.89	1.51	8.83	3.30	11.78	5.63
250	12.50	3.27	0.43	6.54	1.68	9.81	3.66	13.08	6.25
280	14.00	3.66	0.48	7.33	1.88	10.99	4.10	14.65	7.00
315	15.75	4.12	0.54	8.24	2.11	12.36	4.61	16.49	7.88
355	17.75	4.65	0.61	9.29	2.38	13.93	5.20	18.58	8.88
400	20.00	5.23	0.68	10.47	2.68	15.70	5.86	20.93	10.00
450	22.50	5.89	0.77	11.77	3.01	17.66	6.59	23.55	11.25
500	25.00	6.54	0.85	13.08	3.35	19.63	7.32	26.17	12.50
560	28.00	7.33	0.95	14.65	3.75	21.98	8.20	29.31	14.00
630	31.50	8.24	1.07	16.48	4.22	24.73	9.23	32.97	15.75
710	35.50	9.29	1.21	18.58	4.76	27.87	10.40	37.16	17.75
800	40.00	10.47	1.36	20.93	5.36	31.40	11.72	41.87	20.00

Taulukko 6.1.13 Upoten PEH -putkien taivutusarvot. Taivutussäde  $R = 50 \times d_e$ .  
Taivutus on riippumaton paineluokasta.

## Tien ja rautatien alitus

Yleisten teiden ja rautateiden alituksissa noudatetaan asianomaisen viranomaisen (Tiehallinto ja VR) ohjeita ja määräyksiä. Alituksissa on myös oltava yksityiskohtainen suunnitelma, jonka on asianomainen hyväksynyt.

Putkisto sijoitetaan yleensä kohtisuoraan tien tai radan ali. Radan alituksessa putken yläpinnan ja kiskon väliin on jäätävä 1 metrin etäisyys.

Putkiston suunnittelussa on otettava huomioon putkiston rakenne, kestävyys ja muodonmuutos vaativassa olosuhteissa.

Työntämällä (tn. tunkkauksella) tehtävissä asennuksissa käytetään yleensä teräs- tai betoniputkea. Avokaivantoasennuksissa

voidaan käyttää SN 8 -luokan muoviputkea suojaputkena. Paineputket on aina asennettava suojaputkeen. Rautatien alituksessa suojaputken on tultava ulos penkereestä vähintään kolme metriä.

Suojaputki on mitoittava siten että huoltotoimenpiteet on helppo tehdä. Teiden ja rautateiden alituksessa asennetaan toiselle puolelle kaivo tarkastusta varten. Paineputkien alituksessa suojaputken toinen pää tulpataan tulpalla ja toinen pää asennetaan kaivoon, jotta vuodon sattuessa vesi purkautuu kaivon kautta maastoon.

Lisäksi paineputkisto on varustettava sulkuventtiilillä molemmin puolin tietä/rataa, mikäli painetta kertyy molemmille puolille.

## Kannakointiväli

PE-putkia kannakoitaessa kannakkeiden välinen etäisyys ei saa olla liian suuri, koska se johtaa putken tahattomaan taipumiseen. Seuraavassa taulukossa on esitetty Uponor-järjestelmien kannakointivälit.

Kannakoinnissa on otettava huomioon kuormitustekijöitä kuten vesipainekoe ja paineiskut. Standardit SFS 5402 ja SFS 5403 antavat ohjeita siitä millaisia

putkisankoja on käytettävä kannakoinnissa.

Käytä ainoastaan muoviputkille tarkoitettuja kannakkeita. Irtopidin sallii viemäriputken pituussuuntaisen lämpöliikkeen. Kiintopidin lukitsee tietyn kohdan paikoilleen, käytä muhvin tai haaroituskohdan lukitsemiseen. Kantavan alapohjan alapuolella käytettävä haponkestävää terästä kiinnitysosissa ja kannakkeissa.

## Rakennuksen ulkopuoli

Putkityyppi	Suurin sallittu kannakeväli (ohjeellinen)	
	Vaakaviemäri	Pystyviemäri
Uponor maaviemärijärjestelmä PVC	10 x de (max. 3,0 m)	30 x de (max. 3,0 m)
Ultra Rib 2	10 x de (max. 2,0 m)	30 x de (max. 3,0 m)
Dupplex	10 x de (max. 2,0 m)	30 x de (max. 3,0 m)
Uponor sadevesijärjestelmä PP	10 x de (max. 2,0 m)	30 x de (max. 3,0 m)
Uponor eristetty viemärijärjestelmä	10 x de (max. 2,0 m)	30 x de (max. 3,0m)
Uponor paineputkijärjestelmä PVC	12 x de (max. 3,0 m)	30 x de (max. 3,0 m)
Uponor paineputkijärjestelmä PE	10 x de (max. 1,6 m)	30 x de (max. 3,0 m)
ProFuse	10 x de (max. 1,6 m)	25 x de (max. 2,6 m)

Taulukko 6.1.14

Muhviputkia ripustettaessa jokaisen muhvin juuren on asennettava kiintopidin. Lämpöliike on ohjattava irtopitimillä muhviiliitokseen. Paineputkiston kannakoinnissa on huomioitava myös paineen aiheuttamat tuentatarpeet. Käytä SFS 5402 ja SFS 5403 mukaisia putkisankoja.

### Pohjaveden nosteeseen varautuminen

Vesistöasennuksissa noudatetaan ensisijaisesti RIL 77: n ja KT 02:n ohjeita. Ennen asennusta on selvitettävä mm. pohjaolosuhteet, veden virtaukset, veden korkeusvaihtelut.

### Tyhjän putken noste vedessä kg/m

de	PN 10 / SDR 17	PN 16 / SDR 11
90	4,94	4,27
110	7,39	6,40
125	9,60	8,30
140	12,0	10,4
160	15,7	13,6
180	19,8	17,2
200	24,5	21,1
225	31,1	26,7
250	38,4	33,2
280	48,3	41,6
315	61,0	52,7
355	77,3	66,9
400	98,4	85,0

Huom! Putkien painoihin kohdistuu veden noste. Noste pitää huomioida lisäämällä yllä esitettyihin arvoihin 5 %.

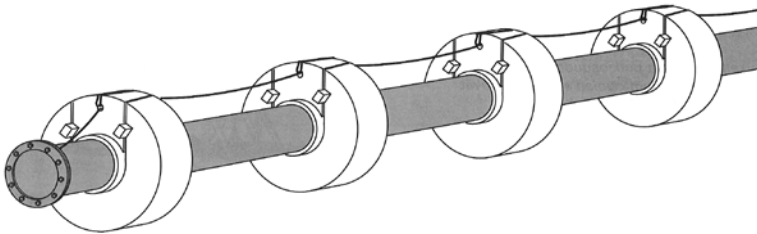
### Taulukko 6.1.15

### Putken painotus

Painotus tehdään suunnittelijan tekemän suunnitelman mukaisesti. Vesijohtojen minimipainotus on 20 % tyhjän putken nosteesta (kts. yllä oleva taulukko). Jätevesijohtojen painotus on suurempi, 100-120 % tyhjän putken nosteesta, sillä jätevesiputken muodostuu nostetta aiheuttavaa kaasua.

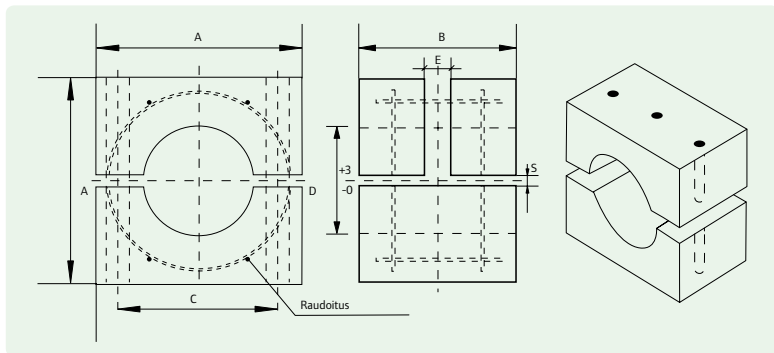
Yleisesti painotuksissa käytetään betoni-painoja. Jotta putki ei vaurioidu betoni-

painosta, suositellaan laitettavaksi painon ja putken väliin joustavaa, kestäväää materiaalia kuten vaahtomuovia. Materiaali ei kuitenkaan saa puristua kokoon veden paineen vuoksi, jotta painot eivät liiku pois oikeasta kohdasta. Betonipainot on sidottava toisiinsa hyvin esim. kestäväällä muovinarulla tai teräsvaijerilla. Painojen etäisyys on  $\leq 15 \times de$ , kuitenkin enintään 4 m välein.



Kuva 6.1.16

**Esimerkki painolastina käytettävistä betonipainoista**



Kuva 6.1.17