HYDRO

VALURAUTAPUTKISTOT
juomavedelle

DUKTUS KEULA ALTECNO

ZERO WATERLOSS
vonroll-hydro.world

Tässä käsikirjassa esittelemme tuoteperheemme koskien pallografiittivalurautaisia putkia ja liittimiä juomavedelle.

Käsikirja on tarkoitettu antamaan suunnitteluinsinööreille, ostajille ja asentajille kattava yleiskatsaus tuotevalikoimastamme sekä tietoja asiaan liittyvistä standardeista.

Esitetyt kuvat, mitat ja painot ovat ohjeellisia ja tuotteet voivat poiketa niistä hieman. Jatkuvaa teknistä kehitystä silmälläpitäen, pidätämme oikeuden tehdä muutoksia ja parannuksia tuotteisiimme ilman ennakkoilmoitusta.

Tammikuu 2020

DUKTUS

vonRoll hydro (deutschland)
gmbh & co. kg

Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar
Germany

T +49 6441 49 2401
F +49 6441 49 1455
www.vonroll-hydro.world

Made in Germany
DIN EN 545-EN 15542

DUKTUS

Esipuhe 13

1 Pallografiittivalurautaisten putkisysteemien edut. 31

2 Positiivinen lukitussysteemi. 47

3 Positiivisen lukitussysteemin käyttökohteet. 105

4 Ei-positiivinen lukitussysteemi 125

5 Laippaliitokset, putket ja liittimet 191

6 Pinnoitteet 227

7 Lisävarusteet. 267

8 Pipeline components available from specialist suppliers. 279

9 Suunnittelu, kuljetus, asennus 289

DUKTUS

Sisältö **5**
Esipuhe **13**

1 Pallografiittivalurautaisten putkisysteemien edut 31

2 Positiivinen lukitussysteemi 47
Johdanto 48
2.1 Positiiviset lukitussysteemit ja putket 51
BLS® liitos DN 80 - DN 500 52
BLS® liitos kiristysrenkaalla DN 80 - DN 500 53
BLS® putki DN 80 - DN 500 54
BLS® liitos DN 600 - DN 1000 56
BLS® putki DN 600 - DN 1000 58
2.2 Liittimet positiivisella lukitussysteemillä 60
MMK 11 – 11¼° muhvikulmayhteet 62
MMK 22 – 22½° muhvikulmayhteet 63
MMK 30 – 30° muhvikulmayhteet 64
MMK 45 – 45° muhvikulmayhteet 65
MMQ – 90° muhvikulmat 66
MK 11 ja MK 22 – 11¼° ja 22½° muhvikulmayhteet 67
MK 30 ja MK 45 – 30° ja 45° muhvikulmayhteet 68
MMB – muhvihaarat 90° 69
MB – muhvihaarayhteet 90° 71
MMR – muhvisupistusyhteet 72
U – jatkomuhvit 73
F – laippayhteet 74
EU – laippamuhvit 75
MMA – muhvihaarat laipalla 76
O – päätykappaleet 78
P – päätykappaleet 79
GL (GDR) – jatkoyhteet kahdella hitsauspalkolla 80

HAS (A) – Taloliitäntäyhteet poistoaukolla 2” sisäpuolisilla kierteillä 81
ENH – 90° kulmajalkayhde vesiposteille. Poistoputki ulkopuolisilla kierteillä. . . . 82
EN – 90° kulmajalkayhde. 83
Liittimien merkinnät. 84
2.3 Asennusohjeet – BLS® liitokset DN 80 - DN 500. 85
2.4 Asennusohjeet – BLS® liitokset DN 600 – DN 1000. 95

3 Positiivisen lukitussysteemin käyttökohteet. 105
3.1 Kaivamattomat asennusmenetelmät. 107
3.2 Snow-making systems 110
3.3 Turbine pipelines 112
3.4 Fire fighting and fire extinguishing pipelines 114
3.5 Bridge pipelines and above-ground pipelines 117
3.6 Temporary pipelines (for replacement water supplies) 118
3.7 Floating-in 119
3.8 Crossings below waterways/culvert pipelines 120
3.9 Laying on steep slopes 121
3.10 Use in regions at risk of earthquakes or settlement 122
3.11 Urban water supply/replacement of concrete thrust blocks. 124

4 Ei-positiivinen lukitussysteemi. 125
Johdanto. 126
4.1 Yleiskatsaus 128
4.2 TYTON® putket 132
4.3 Liittimet ei-positiivisilla lukitusliitoksilla 134
MMK 11 – 11¼° muhvikulmat 136
MMK 22 – 22½° muhvikulmat. 137
MMK 30 – 30° muhvikulmat. 138
MMK 45 – 45° muhvikulmat. 139
MMQ – 90° muhvikulmat. 140
MK 11 – 11¼° muhvikulmayhteet. 141

MK 22 – 22½° muhvikulmayhteet. 142
MK 30 – 30° muhvikulmayhteet. 143
MK 45 – 45° muhvikulmayhteet. 144
MQ – 90° muhvikulmayhteet. 145
U – jatkomuhviyhteet 146
MMB – muhvihaara 90°. 147
MMC – muhvihaara 45° 148
MMR - muhvisupistusyhde 150
O päätekappaleet. 151
P päätekappaleet. 152
Ruuvirenkaat P päätekappaleille 153
PX liittimet – Ruuvipäätekappaleet ruuvimuhviliitoksille. 154
EU – Laipalliset muhviliitokset. 155
EN – 90° kulmajalkayhteet. 157
MMA – muhvihaarat laipalla. 158
Hitsattavat liitokset pallografiittivalurautaputkille 162
Liittimien merkinnät. 163
4.4 Asennuohjeet TYTON® push-in liitokset. 164
4.5 Asennusohjeet BRS® push-in liitokset. 171
4.6 Asennusohjeet ruuvimuhviliitokset. 178
4.7 Asennusohjeet pulttitiivisteliitokset. 185

5 Laippaliitokset, putket ja liittimet. **191**
Johdanto 192
5.1 Laippaliitokset 193
PN 10 laippaliitokset. 193
PN 16 laippaliitokset. 194
PN 25 laippaliitokset. 195
PN 40 laippaliitokset 196

5.2 Laipalliset putket 197
Kiinteillä laipoilla. 197
Ruuvatuilla laipoilla 198
Välilaipalla. 199
5.3 Laipalliset liittimet 200
FFK 11 – 11¼° laippakulmayhteet 200
FFK 22 – 22½° laippakulmayhteet 201
FFK 30 fittings – 30° laippakulmayhteet. 202
FFK 45 – 45° laippakulmayhteet 203
Q – 90° laippakulmayhteet. 204
F – laipalliset putkiliittimet. 205
T – laipalliset T-haarat 206
TT – laipaliset ristiliittimet 209
FFR – laippasupistusyhteet. 211
FFRe – laippasupistuyhteet. 213
N – kaksoislaipaliset 90° kulmajalkayhteet. 215
X – sulkulaipat. 216
DN 80 muuntolaipat – siirtymiseen PN 10:stä PN 40:een. 217
Liittimien merkinnät 218
5.4 Asennusohjeet laipaliitoksille. 219
5.5 Vertikaalisten poikkeamien laskeminen käytettäessä laippaliittimiä. 222

6 Pinnoitteet
Rakenne, ominaisuudet, käyttökohteet, asennusohjeet. **227**
Alustavat huomiot. 228
6.1. Ulkopinnoitteet. 229
Sementtilaastipinnoite (Duktus ZMU) 229
Sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella. 240
Sinkki-alumiinipinnoitus viimeistelykerroksella (Duktus Zinc Plus) 243
Lämpöeristetyt putket ja liittimet (WKG) 246
6.2 Sisäpinnoitteet. 262

DUKTUS

7 Lisätarvikkeet. 267
Asennustyökalut ja muut lisävarusteet putkille ja liittimille TYTON®, BRS® tai BLS® push-in liitoksissa. 268
Asennustyökalut ja muut tarvikkeet kiinnityksille, joissa on kierremuhvi ja pulttiliitokset 273
Leikkuulevy sementtilaastipinnoitukselle syvyysrajoittimella 275
Kumiholkit sementtilaastin suojaukseen koskien sementtilaastipinnoitettuja (ZMU) putkia 276
Yksiosaiset kutistuvat holkit DN 80 - DN 500 putkille 277
Teippimateriaalista leikatut kutistuvat holkit DN 600 - DN 1000 putkille. 278

8 **Pipeline components available from specialist suppliers. 279**
PN 10, PN 16 and PN 25 butterfly valves 280
F4 and F5 series gate valves PN 10 and PN 16 281
Gate valve with BLS® push-in joints 282
Butterfly valve with BLS® push-in joints 283
Underground hydrants with BLS® push-in joint 284
Post fire hydrants with BLS® push-in joint 285
PN 10, PN 16 and PN 25 lockable dismantling pieces 286
Anchoring clamps for applying retrospective restraint 287
“Huckenbeck” system transport clamps 288

9 Suunnittelu, kuljetus, asennus. 289
9.1 Kuljetus ja varastointi. 290
9.2 Putkilinjan kaivannot ja täytteet 294
9.3 Betonityöntöpalojen mittaus. 296
9.4 Vetoakestäväksi tehtävän putkilinja-osuuden pituus . . . . . 301 . .
9.5 Painekokeet. 316
Vakiomenettely 319
Lyhennetty vakiomenettely. 322

9.6 Juomavesiputkistojen desinfiointi 325
9.7 Juomavesiputkistojen hydraulinen laskenta. 333
Painehäviötaulukko DN 80 334
Painehäviötaulukko DN 100 336
Painehäviötaulukko DN 125 338
Painehäviötaulukko DN 150 341
Painehäviötaulukko DN 200 344
Painehäviötaulukko DN 150 346
Painehäviötaulukko DN 300 348
Painehäviötaulukko DN 400 350
Painehäviötaulukko DN 500 352
Painehäviötaulukko DN 600 354
Painehäviötaulukko DN 700 356
Painehäviötaulukko DN 800 358
Painehäviötaulukko DN 900 360
Painehäviötaulukko DN 1000 362
9.8 Putkien katkaisu 364
9.9 Tekniset suositukset metallin kaarihitsaukseen 368

DUKTUS

ESIPUHE

Yrityksen tarina

Olemme Duktus!

Duktus on keskisuuri yritys, joka koostuu Buderus Giesserei Wetzlar GmbH:n, Buderus litinové systémyn ja Buderus Pipe Systems FZE:n entisistä putkiosastoista.

19. huhtikuuta 2010 lähtien olemme olleet nimeltään Duktus. Yrityksemme tarina ulottuu kuitenkin paljon pidemmälle, tarkalleen otettuna vuoteen 1731.

14. maaliskuuta 1731 Johann Wilhelm Buderus perusti Buderus-yhtiön ottamalla haltuunsa Friedrichshütte-valimon Laubachissa silloisessa Hessen-Kasselin osavaltiossa. Putkia ei kuitenkaan vielä tuolloin valmistettu.
Buderus-yhtiön ensimmäinen valurautaputki valettiin Wetzlarissa 18. joulukuuta 1901 vasta rakennetussa Sophienhütte-valimossa. Tämän yrityksen haaran nimeksi tuli myöhemmin Buderus Giesserei Wetzlar GmbH (BGW).

Kun Robert Bosch GmbH osti Buderus AG:n vuonna 2003, viimeksi mainittu ryhmä luopui merkittävistä osista yrityksestä ja myi ne pääomarahastolle vuonna 2005. Kolme vuotta myöhemmin kyseinen rahasto puolestaan myi BGW:n nykyiselle omistajalleen. Tästä yrityksestä tuli yksinomaan pallografiittivalurautaputkien tuotantoon erikoistunut yritys.

Yrityksen osien välisen läheisen yhteyden korostamiseksi päätettiin niille lopulta antaa uusi, yhteinen nimi ja 19. huhtikuuta 2010 meistä tuli … **Duktus**.

Helmikuusta 2016 lähtien Duktus on kuulunut vonRoll-hydroon.

Konsernin kehitystyön painopiste on järjestelmäliiketoiminnan maailmanlaajuisessa laajentamisessa innovatiivisilla, laadukkailla tuotteilla ja palveluilla vesi- ja kaasuhuollon sekä jätevedenkäsittelyn infrastruktuureihin.

www.vonroll-hydro.world

Valurautaputken tarina

Valurautaputken tarina alkaa jo keskiajalla vuonna 1455, jolloin Nassaun kreivi Johann IV rakensi valurautaisen vesiputken Dillenburgin linnaansa varten. Putkilinjan rakentaminen oli vielä melko alkeellista; seinämän paksuudet olivat hyvin epätasaisia ja putket olivat noin metrin asennuspituudellaan hyvin hallittavissa. Nämä putket olivat kuitenkin käytössä yli 300 vuotta, kunnes linna tuhoutui heinäkuussa 1760.

Der Oberbürgermeister
der
Stadt Koblenz

Koblenz, den 5.12.1934

An den
Deutschen Gußrohr-Verband
G.m.b.H.
Köln

Betr.: Metterni

Im Anschluß a
Besichtigung der
ich Ihnen mit, d
Stadt Koblenz is
Brunnen, z.B. am
gutem Trinkwasse

Koskien: Metternich Water Pipeline
Following the inspection of the old Metternich line which took place some time ag
Water Pipeo. I would like to inform you that this water pipeline erty of the Town of
Koblenz and today is the prop is still supplying a number of public wells, e.astorhof
and Klemensplatz, with good at lan. K the Pdrinking water.

g.

Kirje vuodelta 1934 Koblenzin kaupungin pormestarilta.

Seuraavien vuosisatojen aikana tuotantotekniikat kehittyivät hyvin hitaasti.
Esimerkiksi Metternich-vesiputki, joka on laskettu vuosina 1783-1786, koostui DN 80 -putkista, joiden putken pituus oli vain 1,5 metriä. Kun otetaan huomioon tuolloin toimineen valimon (Sayner Hütte) keskimääräinen tuotanto noin 25 putkea viikossa ja putken kokonaispituus 6 kilometriä, ei ole ihme, että putkilinjan laskeminen kesti kolme vuotta. Kuten edellisen sivun kirje osoittaa, putki oli käytössä vielä vuonna 1934, 148 vuoden käytön jälkeen.
Vuosi 1668 oli pieni virstanpylväs valurautaputken kehityksessä, kun Ludvig XIV rakennutti kuuluisat suihkulähteet Château de Versaillesin puutarhoihin. Näitä varten käytettiin laipallisia putkia ensimmäistä kertaa. Putkiverkosto oli 40 km pitkä ja maksiminimelliskoko DN 500. Laippoihin oli valettu pultinreiät ja ne tiivistettiin lyijy- ja kuparilevyillä. Aurinkokuninkaan aikaiset putket ovat edelleen käytössä Versaillesissa.

Laipalliset putket Château de Versailles'n puutarhoista

Yllä kuvatut kolme esimerkkiä ovat vaikuttava todiste valurautaputkien legendaarisesta kestävyydestä. Vielä nykyäänkin tämä vertaansa vailla oleva pitkä käyttöikä tekee valurautaputkijärjestelmistä erinomaisen taloudellisen, koska niiden taloudellisuus riippuu viime kädessä ja ratkaisevassa määrin siitä teknisestä käyttöiästä, jonka putkiin käytetyn materiaalin voidaan olettaa kestävän.. Lisätietoja putkijärjestelmien käyttöiästä löytyy teknisistä tiedoista, jotka on annettu DVGW:n manuaalissa W 401.
Kun teollistuminen alkoi tosissaan Saksassa noin vuonna 1900, se johti laajojen kaasu- ja vesihuoltoverkkojen rakentamiseen kaupunkeihin. Tämä pakotti valimot ja niiden kapasiteetit kehittymään erittäin nopeasti. Pystyssä olevia hiekkamuotteja kantavat karusellit otettiin käyttöön ja ne mahdollistivat suurempien valurautaputkien tuotannon teollisessa mittakaavassa. Tästä huolimatta asennuspituudet olivat edelleen rajalliset ja putken seinämien paksuus oli edelleen melko epätasainen. Tämä kaikki muuttui noin vuonna 1925, kun de Lavaudin keskipakovaluprosessi otettiin käyttöön. Tätä menetelmää on käytetty valurautaputkien valmistukseen aina tähän päivään asti.

Karuselli, jossa on pystysuoria hiekkamuotteja noin vuodelta 1900

Keskipakovalu valimo noin vuodelta 1930

Edellisen 500 vuoden kehitysvauhdilla mitattuna seuraavat vuodet näkivät uuden kehityksen tulvan liitostyypeissä ja erilaisissa pinnoitusprosesseissa.
Noin 1930-luvulla otettiin käyttöön ruuviholkkiliitos ja ruuviliitos, ja putket asfaltoitiin sisältä ja ulkoa. Siihen asti vakiona ollut lyijytiivistetty liitos katosi käytöstä. 60-luvulla seurasi pallografiittivalurauta ja TYTON®-liitos, jota käytetään edelleen vakiona. Tämä uusi ja helposti koottava liitos lisäsi huomattavasti valurautaputkien asennusnopeutta.

Pallografiittivalurauta otettiin käyttöön 60-luvun puolivälissä ja muutama vuosi sen jälkeen alkoi erilaisten pinnoitusjärjestelmien käyttöönnotto. Tästä lähtien pallografiittivalurautaputket on päällystetty sinkkipinnoitteella ja aluksi bitumipitoisella viimeistelykerroksella, mutta myöhemmin epoksipohjaisella viimeistelykerroksella. Tämä oli ajanjakso, jolloin myös sementtilaastipinnoitteen ja sementtilaastipäällysteen kehitys eteni.

1970-luvulla vetoakestävien push-in liitosten kehittäminen käynnistyy. Nämä liitokset suunniteltiin alun perin korvaamaan betonityöntölohkoja, ja niitä käytettiin pian laajalti ja menestyksekkäästi kaivamattomissa asennustekniikoissa. BLS®-järjestelmä edustaa nykyisen tekniikan tasoa vetoakestävissä push-in liitoksissa. Sen tunnusomaisia piirteitä ovat, että se on erittäin helppo ja nopea koota, mutta siitä huolimatta sillä on erittäin korkea kantavuus.

vonRoll hydro (deutschland) gmbh & co. kg

vR production (DUKTUS) gmbh

Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar
Germany
Tel.: +49 6441/49-2401
Fax: +49 6441/49-1455

Työntekijöitä: ~ 300
Kokonaispinta-ala: 252.000 m²
Sulatuskapasiteetti: ~ 130,000 tonnia
Laitteisto:
Kupoliuuni, hekutusuuni, 4 keskipakovalukonetta ja automaattinen maalauslinja.
Tuotteet:
Putket EN 545 ja EN 598, Nimelliskoot DN 80 - DN 1000, Putkipituus 6 m

Duktuksen pallografiittivalurautaputkien lähtöaineina käytetään vain erittäin laadukkaita materiaaleja. Harkkoraudan valmistukseen käytetään yksinomaan kierrätysmateriaalia (rauta- ja teräsromua). Kierrätysmateriaalin käyttö tuotannossa, mutta myös niiden erittäin pitkä, jopa 140 vuoden tekninen käyttöikä ja sitä seuraava lähes 100 % kierrätettävyys tekevät pallografiittivalurautaputkista kestävän kehityksen mukaisia.

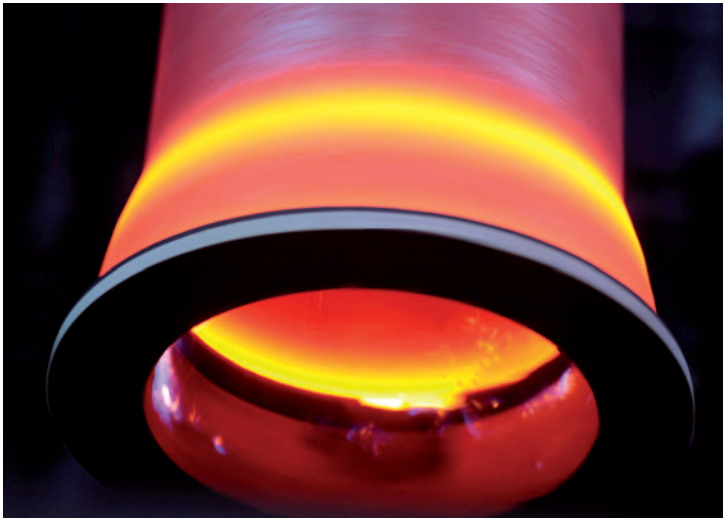
Käytetty romu sulatetaan koksilla ja muilla lisäaineilla kupoliuunissa ja tämän jälkeen se käsitellään magnesiumilla. Harkkoraudan ja käsitellyn raudan kemiallinen koostumus ja mekaaniset ominaisuudet tarkistetaan luonnollisesti lyhyin säännöllisin väliajoin.

Magnesiumkäsittelyn jälkeen pallografiittivalurauta jaetaan erilaisiin keskipakovalukoneisiin. Näissä "putkiaihiot" valetaan de Lavaud -prosessilla. Hiekkasydämet, joiden ulkomuodot vaihtelevat liitoksen tyypin mukaan, työnnetään keskipakovalumuottiin (pysyvä muotti) muhvin sisäisten ääriviivojen luomiseksi. Tätä seuraa hehkutus 960 °C:ssa, joka lopulta antaa putkille niiden sitkeät ominaisuudet.

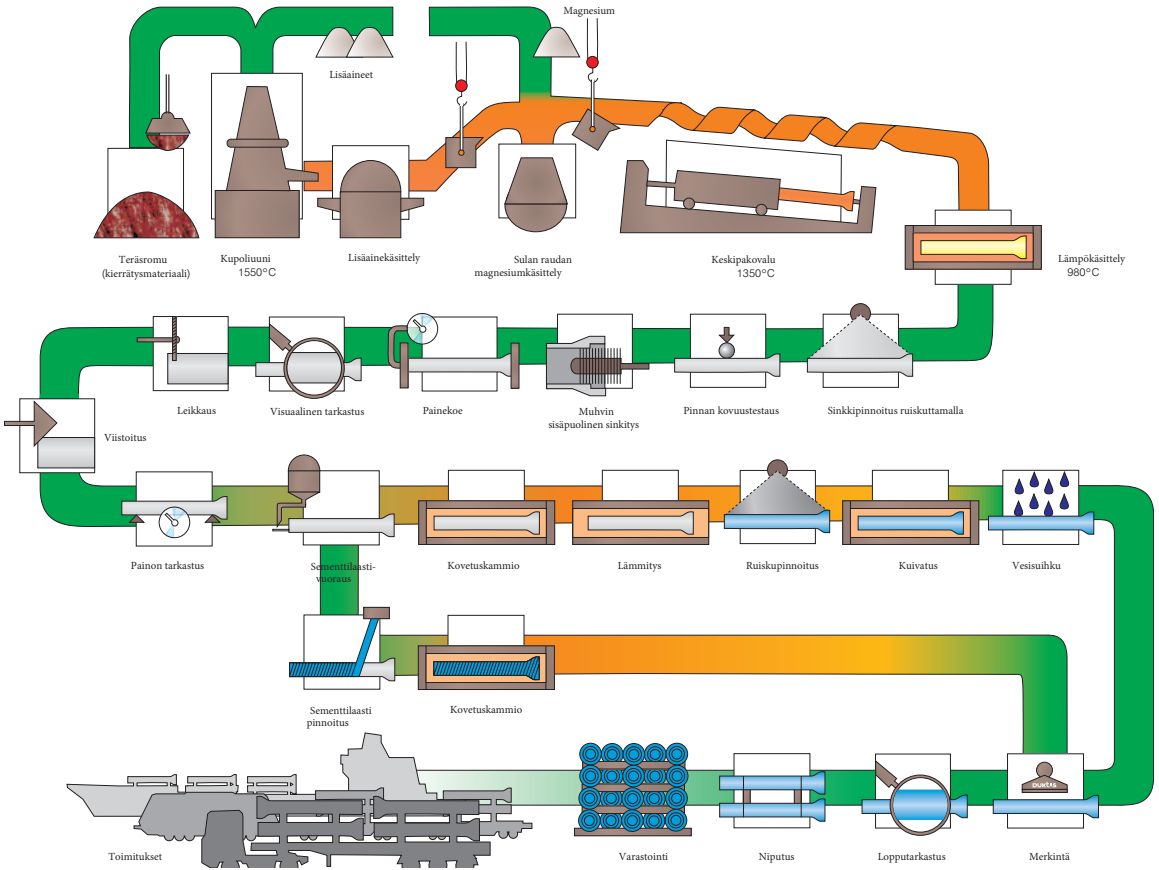
Hehkutusuunia seuraa puhdistus- ja testauslinja. Täällä putket saavat sinkki- tai sinkki-alumiinipinnoitteensa, niiden mitat tarkastetaan ja niiden vuodot testataan jopa 50 baarissa. Materiaalista otetaan näytteitä säännöllisin väliajoin ja ne tarkastetaan sen varmistamiseksi, että määrätyt parametrit säilyvät.

Prosessi jatkuu hitsauspalkon muodostamisella putkiin, joissa on BLS®-liitokset ennen kuin putket on vuorattu sementtilaastilla. Tämä on tehty menetelmällä 1 standardin DIN 2880 mukaisesti.
Nyt puuttuu vain ulkoinen pinnoite. Tässä tapauksessa on olemassa useita vaihtoehtoja. Vakiona on viimeistelykerros epoksia. Vaihtoehtoisesti sinkittyyn putkeen voidaan kuitenkin levittää sementtilaastipinnoite. Tällaisilla pinnoitteilla varustettuja putkia, joista käytetään lyhennettynä sen saksankielisiä alkukirjaimia ZMU, voidaan käyttää maaperissä, joiden raekoko on enintään 100 mm tai missä tahansa syövyttävässä maaperässä, ja ne voidaan asentaa kaivamattomalla menetelmällä. Lisäksi ZMU merkitsee sitä, että odotettu tekninen käyttöikä pitenee jopa 140 vuoteen.

Valmistusprosessin loppuosassa tehdään merkinnät, asetetaan juomavesiputkien pääsuojat, putket niputetaan ja lopullinen laadunvalvonta suoritetaan.



DUKTUS


Magnesium
Lisäaineet
Teräsromu (kierrätysmateriaali)
Kupoliuuni 1550°C
Lisäainekäsittely
Sulan raudan magnesiumkäsittely
Keskipakovalu 1350°C
Lämpökäsittely 980°C
Leikkaus
Visuaalinen tarkastus
Painekoe
Muhvin sisäpuolinen sinkitys
Pinnan kovuustestaus
Sinkkipinnoitus ruiskuttamalla
Viistoitus
Painon tarkastus
Sementtilaasti-vuoraus
Kovetuskammio
Lämmitys
Ruiskupinnoitus
Kuivatus
Vesisuihku
Sementtilaasti pinnoitus
Kovetuskammio
Toimitukset
Varastointi
Niputus
Lopputarkastus
Merkintä

Tuotteiden laatu ja asiakastyytyväisyys ovat Duktuksen tärkeimmät tavoitteet. Käytämme laatujärjestelmää, joka on sertifioitu EN ISO 9001 -standardin mukaisesti. Tuotteita ja tuotantoprosesseja valvoo säännöllisesti akkreditoitu auditiointialan toimija.
Tämän lisäksi Duktusella on käytössä myös EN ISO 14 001 -sertifioitu ympäristöjärjestelmä ja EN ISO 16 001 -standardin mukaan sertifioitu energianhallintajärjestelmä.
Laadunhallintajärjestelmä on laaja-alainen ja se alkaa raaka-aineiden ja lisäaineiden kemiallisella analyysillä. Tämä johtuu siitä, että sulaa rautaa sulatettaessa ja käsiteltäessä on täytettävä tiukat vaatimukset, jotka koskevat raaka-aineiden puhtautta ja sakeutta, sulatusprosessin valvontaa, kemiallisen koostumuksen säilyttämistä ja injektiotekniikka.
Varsinaisessa putkien tuotannossa on otettava huomioon tapa miten pallografiittivalurauta käyttäytyy jähmettyessään ja kutistuessaan. Kun hehkutettuja putkia tarkastetaan, on valvottava materiaalin ominaisuuksia standardin EN 545 (juomavesiputket) ja EN 598 (viemäriputket) mukaiesti. Kaikkien putkien muhvit ja liitospäät tarkastetaan rajamittareilla ja niiden seinämän paksuus mitataan. Kaikille putkille tehdään lisäksi perusteellinen silmämääräinen tarkastus sisäisten ja ulkoisten vikojen varalta. Sisäinen painekoe suoritetaan vedellä ja siinä putkien tulee kestää tietyile putkille määritetyt testipaineet.

Sementtilaastivuoraus
Myös putkien sementtilaastivuoraus on tiukan laadunvalvonnan alainen. Raaka-aineet ja tuorelaasti tarkistetaan. Samoin kerrospaksuuden tulee olla annetulle nimelliskoolle määrätty.

Ulkopinnoitus
Ulkoisen pinnoitteen on läpäistävä yhtä tiukka tarkastus. Vakiona Duktus pallografiittirautaputket on varustettu ulkopinnoitteella, joka koostuu sinkki- tai sinkki-alumiinipinnoitteesta ja viimeistelykerroksesta. Jos putkia käytetään erittäin syövyttävässä tai kivisessä maaperässä tai kaivamattomiin asennustekniikoihin, saatavilla on myös korkealaatuinen, 5 mm paksu pinnoite muovimodifioidusta sementtilaastista. Tämä pinnoite on mekaanisesti erittäin vahva ja kemikaaleja kestävä.
Merkinnän jälkeen putkille tehdään lopputarkastus. Muhvin päässä on yhdensuuntaiset, noin kolmen millimetrin syvyiset lovet, jotka osoittavat sen, että materiaali on "pallografiittivalurautaa".

TÜV PROFI CERT

CERTIFICATE

Management system as per

DIN EN ISO 50001:2011

Evidence of conformity with the above standard(s) has been furnished

VR PRODUCTION

VON ROLL HYDRO

Certificate holder:
vR production (DUKTUS) gmbh
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar / Germany

with the location at:

vonRoll hydro (deutschland) gmbh & co. kg
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar / Germany

scope:

The sale of pipework systems made from ductile cast iron for the conveyance of water and sewage including special applications for hydroelectric power stations, snow-making equipment and fire extinguishing systems as well as for non-disruptive pipe installation techniques and piling systems for special foundation engineering works, fittings, hydrants, metrology and drainage engineering.

Certificate registration No. **73 130 954-2**
Audit report No. 4335 5834
Certificate valid from 2018-07-27 to **2021-07-26**

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZM-14137-01-00

TÜV NORD

Darmstadt, 2019-12-23
Certification Body of TÜV Nord e.V.
– Head of Certification body –

PAGE 4. Only valid in conjunction with the certificate vR production (Duktus) GmbH , 73 130 954.
This certification confirms the introduction and maintenance of the aforementioned management system and is monitored regularly.
The current validity is verifiable at www.proficert.com. Original certificates contain a raised hologram.
TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, Robert-Bosch-Straße 16, D-64293 Darmstadt, Germany Tel.: +49 615 1600331 Berc/GB-1911

Kaikki Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH:n juomaveden toimittamiseen suunnitellut tuotteet ovat DVGW:n (Saksan kaasu- ja vesiyhdistys) sertifioimia. Tämän sertifikaatin perustana ovat DVGW:n standardit GW 337. Kaikki valmistuksessa käyttämämme materiaalit, jotka tulevat kosketuksiin juomaveden kanssa putkia käytettäessä, kuten voiteluaineet, tiivisteet ja sementtilaasti, on testattu asianmukaisten DVGW-standardien mukaisesti tai niillä on Saksan liittovaltion ympäristöviraston KTW-ohjeiden mukainen hyväksyntä juomaveden kanssa kosketuksiin joutuvista orgaanisista materiaaleista. Näin ollen voidaan sulkea pois mahdollisuus, että tuotteemme voisivat heikentää juomaveden laatua.

Koko tuotantomme ja sisäinen tuotannonvalvontamme sekä tuotteemme ovat säännöllisen ulkoisen auditoinnin ja valvonnan alaisia.

Nimelliskokojen DN 80 - DN 400 pallografiittivalurautaputket BLS® push-in liitoksilla ovat myös FM-hyväksyttyjä. Tämä mahdollistaa niiden käytön palontorjunta- ja sammutusjärjestelmissä.

Liittimemme on pinnoitettu sisältä ja ulkoa EN 14 901 -standardin mukaisella epoksiviimeistelykerroksella. Tämä pinnoite täyttää myös Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz (GSK) standardin tiukat vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että EN 545 mukaiset tuotteemme voidaan asentaa minkä tahansa syövyttävyyden omaavaan maaperään.

Valikoima tärkeimmistä sertifikaateista on ladattavissa osoitteessa www.vonroll-hydro.world.

Tarjouspyynnöissä käytettävät vakiotekstit
Nykyisen EN 545:n mukaiset saksalaiset standarditekstit putkillemme ja liittimillemme tarjouspyynnöissä ovat saatavilla osoitteessa www.vonroll-hydro.world useissa eri muodoissa (Word, pdf ja saksalainen GAEB-muoto).

Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz
von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung e. V.

Zertifikat

DVGW CERT GMBH

DVGW-Baumusterprüfzertifikat
DVGW type examination certificate

Anwendungsbereich
field of application

Zertifikatinhaber
owner of certificate

Vertreiber
distributor

Produktart
product category

Produktbezeichnung
product description

Modell
model

Prüfberichte
test reports

Prüfgrundlagen
basis of type examination

Ablaufdatum / AZ
date of expiry / file no.

TÜV PROFI CERT

CERTIFICATE

Management system as per

DIN EN ISO 9001:2015

Evidence of conformity with the above standard(s) has been furnished

VR PRODUCTION

VR ROLL HYDRO

Certificate holder:
vR production (DUKTUS) gmbh
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar / Germany
with the location at:
vonRoll hydro (deutschland) gmbh & co. kg
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar / Germany

scope:
The sale of pipework systems made from ductile cast iron for the conveyance of water and sewage including special applications for hydroelectric power stations, snow-making equipment and fire extinguishing systems as well as for non-disruptive pipe installation techniques and pilling systems for special foundation engineering works, fittings, hydrants, metrology and drainage engineering

Certificate registration No. 73 100

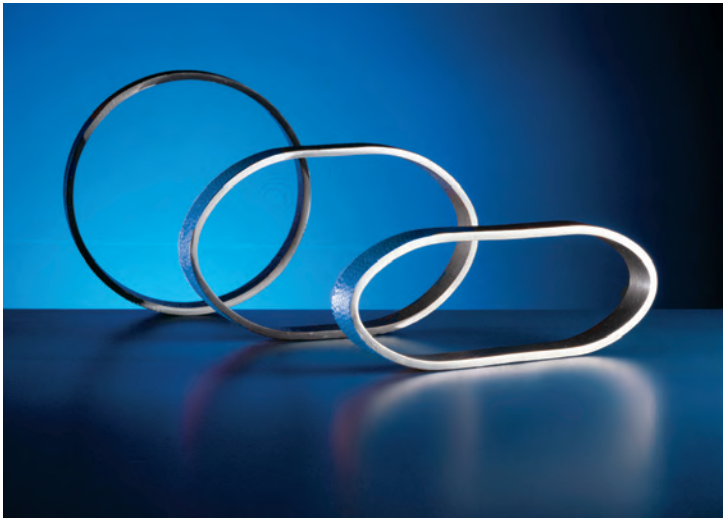
Audit report No.

DUKTUS

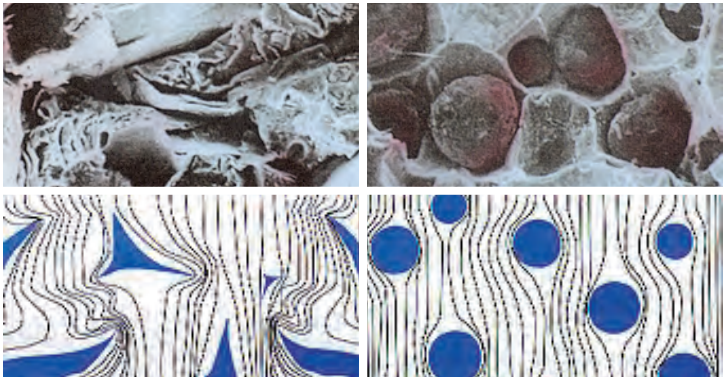
1 PALLOGRAFFIITTIVALURAUTAISTEN PUTKISYSTEEMIEN EDUT

DUKTUS

Ensimmäisiksi valurautaputkiksi katsottavia putkia käytettiin jo vuonna 1455 vedentoimitukseen Dillenburgin linnaan ja ne pysyivät toiminnassa yli 300 vuotta. Seuraavien vuosisatojen aikana valuraudan kehitys materiaalina jatkui vastauksena sille asetettuihin kasvaviin vaatimuksiin. 1960-luvulta lähtien putket eivät ole enää koostuneet harmaavaluraudasta, joka oli siihen asti tavanomainen materiaali, vaan pallografiittivaluraudasta.
Sana "muovattava" tulee latinan verbistä ducere, ductus = johtaa tai muotoilla uudelleen ja se viittaa mahdollisuuteen venyttää tai muotoilla uuteen muotoon. Tämä kertoo yhdestä pallografiittiraudan merkittävistä ominaisuuksista, nimittäin sen kyvystä muuttaa muotoaan kuormituksen alaisena ja siten kestää esimerkiksi liikenteestä ja sisäisestä paineesta aiheutuvia erittäin suuria kuormia.



Pallografiittivalurauta on sitkeä rauta-hiilimateriaali, jossa hiili on pääosin vapaassa muodossa grafiittina. Se eroaa harmaavalurautaudasta pääasiassa sen grafiittihiukkasten muodon kautta. Sulan raudan käsittely magnesiumilla saa hiilen kiteytymään suurelta osin pallomaiseen muotoon jähmettymisen tapahtuessa. Tämä lisää huomattavasti lujuutta ja muotoiltavuutta harmaavalurautaan verrattuna. Grafiitin niin kutsutuilla palloilla on vain vähäinen vaikutus metallin mikrorakenteen ominaisuuksiin.
Aikaisemmin vakiomateriaalina olleessa harmaavaluraudassa grafiitti muodostui hiutaleiksi tai lamelleiksi, jotka lomittuivat ja heikensivät siten mikrorakenteen suhteellista lujuutta. Valuraudassa, jossa on lamelligrafiittia, jännitysviivat keskittyvät voimakkaasti grafiittilamellien kärkiin, kun taas pallografiitissa ne virtaavat pallomaiseen muotoon eronneen grafiitin ympäri lähes katkeamatta. Tästä syystä pallografiittivalurauta voi muuttaa muotoaan kuormituksen alaisena. Jännitysanalyysin kannalta pallografiittivalurautaputket ja -liittimet katsotaan taipuviksi putkiksi.



Polku, jota jännityslinjat seuraavat valuraudassa lamelligrafiitissa (vasemmalla) ja pallografiitissa (oikealla)

DUKTUS

Materiaalin ominaisuudet
EN 545 mukaisesti vetolujuus ja venymä murtuman jälkeen voidaan testata testitangoilla. Alla oleva taulukko antaa yleiskuvan pallografiittiraudan ominaisuuksista

Ominaisuudet	Yksikkö	Arvo
Vetolujuus	N/mm^2	420
0.2 % koerasitus	N/mm^2	300
Venymä repeämisen jälkeen	%	≥ 10
Puristuslujuus	N/mm^2	900
Kimmoisuus	N/mm^2	170,000
Puhkaisuvoima	N/mm^2	300
Puristuslujuus sisäpinnan korkeimmassa kohdassa	N/mm^2	550
Pituussuuntainen taivutusjäykkyys	N/mm^2	420
Värähtelykaistan leveys (DIN 50 100)	N/mm^2	135
Keskimääräinen lämpölaajenemiskerroin	m/mK	10×10^{-6}
Lämmön johtavuus	W/cmK	0.42
Ominaislämpö	J/gK	0.55

Metallimateriaalin, kuten pallografiittiraudan, mekaaniset ominaisuudet pysyvät samoina koko sen käyttöiän ajan. Siksi pallografiittivalurautaputkien on edelleen mahdollista kestää kuormia ja ne ovat edelleen turvallisia vuosikymmenien jälkeen.

DUKTUS

Valmistettu Saksassa
Pallografiittivalurautarautaputkemme valmistetaan yksinomaan Wetzlarin tehtaallamme. Tämä varmistaa tasaisen korkean laadun ja lyhyet toimitusetäisyydet ja -ajat. Samalla se turvaa myös työpaikat Saksassa.

Perinteet, joiden mukaisesti elämme
Olemme valmistaneet valurautaputkia jo vuodesta 1901 lähtien. Putket valmistettiin alun perin hiekkavalulla, mutta vuodesta 1925 lähtien se on tehty de Lavaudin keskipakovaluprosessilla. Vuosien ja vuosikymmenten aikana tuotantoprosesseja, putkien sisäisen ja ulkoisen suojauksen tyyppejä sekä liitosjärjestelmiä on kehitetty ja jalostettu yhä korkeammalle tasolle. Nykyään voimme katsoa taaksepäin yli 100 vuoden kokemukseemme ja käyttää siitä meille kerääntyneen tiedon tuotteidemme jatkuvaan kehittämiseen ja siten välittää sen hyödyt asiakkaillemme.

Palvelu
Yrityksemme päätoimipaikka on Euroopan sydämessä ja tämä ei pelkästään mahdollista kuljetusetäisyyksien pitämistä lyhyinä, vaan tarkoittaa myös sitä, että sovellusinsinöörimme ja kenttämyyjämme ovat nopeasti palveluksessasi neuvomassa ja avustamassa. Meillä on kokeneet teknikot, insinöörit ja myyjät, jotka ovat valmiita auttamaan ja neuvomaan.

Hygienia
Yksi sivilisaatiomme ensisijaisista tehtävistä on aina saada vesi luotettavasti haluttuun määränpäähänsä. Pallografiittivalurautaputket ovat jo sukupolvien ajan toimineet vesihuollon laatustandardina. Vesi on planeettamme tärkein ravintoaine, ja tästä syystä se on kuljetettaessa putkistojen kautta suojattava saastumiselta ja kemikaalien vaikutuksilta. Pallorautaputket toimitetaan vakiona sementtilaasti vuorauksella. Lähes 100 vuotta vanhat sementtilaastilla vuoratut putkistot ovat osoittaneet, että mineraalivuorauksena toimiva sementtilaasti on pitkäikäisyydellään ja tehokkuudellaan parempi kuin kaikki muut tähän mennessä käytetyt materiaalit.
Sementtilaastivuorauksella on sekä aktiivinen että passiivinen suojavaikutus. Sen aktiivinen suojavaikutus perustuu sähkökemialliseen prosessiin. Vesi tunkeutuu sementtilaastin huokosiin, liuottaa vapaan kalkin ja kohotta pH:n yli 12:een. Tällä pH-arvolla valurauta ei voi syöpyä. Passiivinen vaikutus johtuu fysikaalisesta välimatkasta, joka muodostuu putken valurautaseinämän ja veden välille. Sementtilaastivuoraus koostuu hiekan, sementin ja veden seoksesta, joka syötetään putkeen sen pyöriessä ja joka sitten heitetään putken sisäpintaa vasten keskipakovoimalla.

Keskipakoprosessi ajaa veden mekaanisesti pois ja tiivistää sementtilaastin (vesi/sementtisuhde 0,35:1). Tämä antaa kovettuneelle sementille suuren lujuuden ja myös erittäin hyvän kestävyyden mahdollisia syövyttäviä vesiä vastaan. Juomavesihuoltoon sementtinä käytetään pääasiassa masuunisementtiä tai portlandsementtiä.

Läpäisemättömyys
Pallografiittivalurautaiset juomavesiputket ovat tiivitä - ja ne ovat tiivitä useammalla kuin yhdellä tavalla! Epäorgaanisena materiaalina, putken seinämän valurauta on tiivis diffuusiota vastaan (eli läpäisemätön). Tämä tarkoittaa sitä, että mikään ei pääse tunkeutumaan putken seinämän läpi sisäpuolelta ulospäin tai päinvastoin. Juomaveden osalta tämä tarkoittaa sitä, että juomaveteen ei pääse epäpuhtauksia – mikä on tärkeä asia varsinkin silloin kun putkia asennetaan saastuneeseen maaperään.

Yksi putki - useita vaihtoehtoja
Pallografiittivalurautaputkilla on useita käyttötapoja. Saatavilla on kaksi hienostunutta ja luotettavaa vetoakestävää liitosjärjestelmää BLS®- ja BRS®- push-in liitoksina.
BRS®-liitoksilla varustettuja putkia käytetään pääasiassa kaupunkien vesihuollossa ja tässä ne toimivat betonityöntöpalojen korvikkeena liitosten vetoakestävien ominaisuuksien vuoksi. BLS®-järjestelmän kohteille taas ei ole juuri mitään rajoituksia. BLS®-järjestelmän tyypillisiä käyttöalueita ovat:

- korvaamaan betonityöntöpalat perinteisissä asennustekniikoissa
- siltaputkistot / maanpäälliset putkistot
- väliaikaiset putkistot (väliaikaiseen vedenjakeluun)
- kaivamattomat asennusmenetelmät
- lumenteko järjestelmät
- turbiini putkistot
- asennukset jyrkkiin mäkiin
- palontorjunta- ja sammutusputkistot (FM-hyväksyntä ja Saksan liittovaltion rautateiden hyväksyntä)
- käyttö alueilla, joilla on maanjäristys- tai maansiirtymisvaara
- vesistöjen alitukset / rumpuputkistot
- rakennuspalvelut
- kaupunkien vedenjakelu

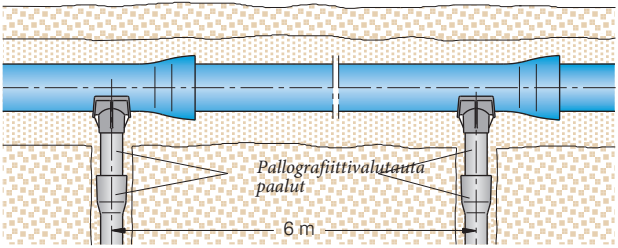
Täydellinen systeemi
Putkivalikoimaamme täydentämään on saatavana myös laaja valikoima liitososia käytettäväksi sekä TYTON®- ja BRS®-liitoksissa että BLS®-liitoksissa. Melkein kaikki saatavilla olevat varusteet on esitetty tässä käsikirjassa, ja muita on saatavilla tiedusteltaessa. Kaikki varusteemme on valmistettu hyvin tuntemissamme saksalaisissa valimoissa

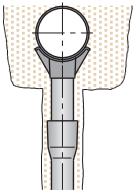
Putkiston vakaus
Pitkän, 6 m:n asennuspituutensa vuoksi pallografiittivalurautaputket eivät ole herkkiä painumisen tai tehdyn tukikerroksen epäjohdonmukaisuuksien aiheuttamille sijainnin muutoksille. Suuren pituussuuntaisen taivutusjäykkyytensä ansiosta putket kestävät viat tukikerroksessa ilman, että ne ylikuormittuvat ja kärsivät sen seurauksena vaurioita. Lisäksi, nimelliskoosta ja liitostyypistä riippuen, push-in liitoksemme voidaan taivuttaa enintään 5° kulmaan. Esimerkiksi 6 m pitkälle putkelle tämä vastaa noin 50 cm:n taipumaa aiemmin asennetun putken tai liittimen muhvin akselista. Tämä tarkoittaa, että suuretkaan laskeumat eivät voi heikentää järjestelmän tiiviyttä ja ei-toivottujen vetovoimien siirtyminen putkesta toiseen on estetty.

Maansiirtymien sattuessa ja tätä kautta putkien pituuden muuttuessa BLS®-liitos suojaa putkia ja liitoksia myös pitkittäisvoimia vastaan ja estää niiden irtoamis

Rakenteellinen turvallisuus / asentaminen paalujen päälle
Pallografiittivalurautaputket kestävät melkein mitä tahansa kuormaa. Esimerkiksi oikean nimelliskoon, seinämän paksuuden ja asennusolosuhteiden ansiosta, putkemme voidaan asentaa vain 30 cm:n kansikorkeudelle, jolloin ne kestävät SLW 60 -kuormamallin mukaisen liikennekuorman (kokonaiskuorman aiheuttava raskas tavarankuljetusajoneuvo - 600 kN). Tämä saavutetaan suuren halkaisijajäykkyyden ja pituussuuntaisen taivutusjäykkyyden avulla.

Jos liikenne, yläpeite, sisäinen paine jne. aiheuttavat kohonneita jännitystasoja, seinämän paksuutta voidaan muuttaa. Jännitysanalyysin kannalta pallografiittivalurautaputkia voidaan pitää järjestelmänä, joka on taipuvainen. Käyttöönsoveltuvuudesta voidaan saada näyttöä sallituista muodonmuutoksista tai jännityksistä sekä väsymislujuudesta. Tätä tarkoitusta varten sovellussuunnitteluosastomme tarjoaa palvelua putkien jännitysanalyysien laatimista koskien.
Myöskään putkilinjojen asennukseen paalujen varaan ei yleensä liity jännitysongelmia. Putkien suuren kantokyvyn vuoksi tarvitaan monissa tapauksissa vain yksi paalu putkea kohti.





Turvamarginaalit
Kun on kysymys arvokkaimman hyödykkeemme, juomaveden, toimittamisesta, turvallisuuden tulee olla ensisijalla.
Siksi kaikkien putkien tiiviys poikkeuksetta testataan tehtaalla. Sisäistä painetta koskien pallografiittivalurautaputkien turvallisuuskerroin on 3.

Pinnoitteet
EN 545 mukaisesti, pallografiittivalurautaisilla putkilla on joko sinkki tai sinkki-alumiini pinnoitus. Sinkkipinnoituksen paksuus on 200 g/m2 ja sinkki-alumiini pinnoituksen 400 g/m2. Viimeistelykerros koostuu esimerkiksi kaksikomponenttisesta epoksimaalista tai bitumista.

DIN 30 675 Osan 2 mukaisesti, yllämainitulla tavalla pinnoitetut putket voidaan asentaa luokan 1 (matalasti aggressiivisiin) sekä luokan 2 (aggressiivisiin) maaperiin. Mikäli tämän tyyppinen putki peitetään anodi maatäytöllä (esim. hiekka tai sora), voi asennuksen tehdä jopa luokan 3 (erittäin aggressiivisiin) maaperiin. Tällöin maatäytössä käytetyn materiaalin ei tule ylittää seuraavia raekokoja:

- pyöristetty materiaali 0/32 mm
- sirpaloitunut materiaali 0/16 mm

Mikäli putki asennetaan suoraan erittäin aggressiivisiin tai kivisiin maaperiin (joissa raekoko on enimillään 100 mm, suosittelemme sinkkipinnoitteen sekä sementtilaastipinnoitteen (ZMU) yhdistelmää, EN 15 542 mukaisesti. ZMU pinnoitettu valurautaputki voidaan asentaa melkein mihin maaperään tahansa ilman että maaperä tulee vaihtaa täyttöaineeseen. Tämä tarkoittaa merkittäviä kustannussäästöjä jätemaksuissa, täyttömaan hinnassa ja kuljetuskustannuksissa.
Lisäetuna on se, että soratäytteen aiheuttamalta, usein ei-toivotulta, kuivumisvaikutukselta vältytään.

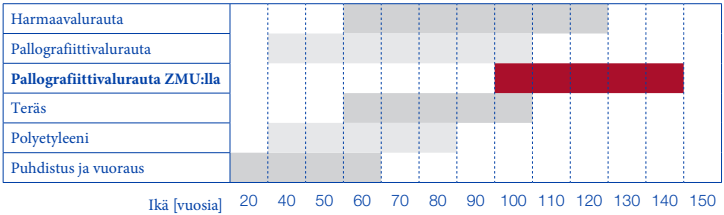
ZMU putkia voi myös käyttää kaivamattomissa asennusmenetelmissä. Liittimeen tulee tällöin kiinnittää erityishuomiota ja BLS® liitin on oikea valinta.

DUKTUS

Kestävä kehitys
Pallografiittivalurautaputket ovat pitkäikäisiä! Tekninen ohje W401, jonka on antanut Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (Saksan tekninen ja tieteellinen kaasu- ja vesiliitto) arvioi niiden teknisen käyttöiän 100-140 vuodeksi.

Valurautaputkia on asennettu yli 550 vuoden ajan nestemäisten aineiden kuljettamiseen. Jo alkuaikoina materiaalin potentiaali tunnistettiin. Tuotantoprosessien, itse materiaalin ja liitostekniikoiden jatkuvalla kehittämisellä on saavutettu erittäin korkeat suorituskykyvaatimukset.

Putkistojen tekninen käyttöikä W-401 mukaisesti:



Pitkä käyttöikä vähentää tulevien kunnostusbudjettien kuormitusta ja erittäin alhaiset vahinkotasot auttavat myös säästämään käyttö- ja ylläpitokustannuksissa.

Kuluneiden kuuden vuosisadan kokemukset ovat todistaneet valurautaputkijärjestelmien erittäin pitkän teknisen käyttöiän.
Vaikuttava todiste tästä on vuonna 1455 asennettu juomavesiputki, joka toimitti vettä Dillenburgin linnan. Kuten Dillenburgin historiallisen yhdistyksen kirjeessä kuvataan (katso seuraava sivu), tämä putkilinja oli toiminnassa siihen asti, kunnes se tuhoutui heinäkuussa 1760.
Nämä ja lukemattomat muut esimerkit vahvistavat valurautaputkien legendaarisen pitkän käyttöiän.

Historischer Verein
Dillenburg.

Deutscher Gußrohr-V
Köln

Die auf der beif
ten Gußröhren stamm
störten Schlosses D
Gasrohrleitung im Ja
gefunden. (Siehe Dön
Wilhelmsturm-Museum
Eiserne Wasserlei
wurden erstmalig 145
Bauten des Erbauers d
(1442–1475). Die Rohr
Johann VI. (1559–1606)
Die Leitung war bis
Juli 1760 in Benutzung

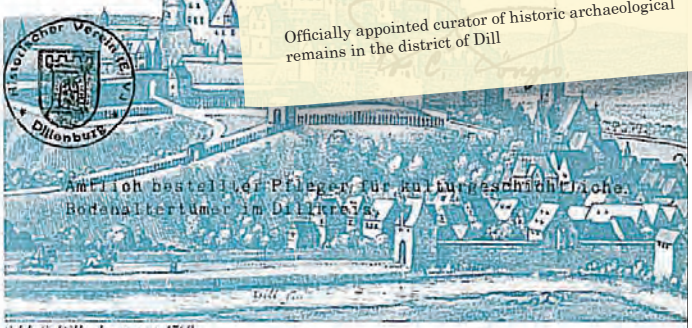
Deutscher Gußrohr-Verband G.m.b.H.
Cologne

The cast iron pipes shown in the enclosed photographs originate from the water pipeline of Dillenburg castle. The castle was destroyed in 1760 and the pipes were found in 1901 when a gas pipeline was being laid in its lower courtyard (see Dönges, Catalogue of the Collections of the Wilhelmsturm Museum, page 193).
Iron pipes for a water pipeline at Dillenburg castle are mentioned for the first time in 1455 in treasury accounts, i.e. in connection with building work by the builder of the "new castle", Count Johann IV (1442-1475). However, the pipes might also have originated from the water pipeline installed by Johann VI (1559-1606).
The pipeline was in use until the castle was destroyed in July 1760.

Historical Association
of Dillenburg

Dr. C. Dönges

Officially appointed curator of historic archaeological remains in the district of Dill



Schloß Dillenburg vor 1760

Taloudellisuus
Putkijärjestelmien taloudellisuuden arvioimiseksi on otettava huomioon muutakin kuin vain putkimateriaalin hinta. Lisäksi on huomioitava asennuskustannukset, vaurioiden määrä ja tekninen käyttöikä.

Pallografiittivalurautaputket ovat tunnettuja nopeasta ja helposta asennustavasta ja siitä, että kuinka anteeksiantavia ne ovat asennusvirheitä kohtaan. TYTON®-, BRS®- ja BLS®-liitosjärjestelmämme voidaan koota hyvin lyhyessä ajassa ilman erikoistyökaluja.

DVGW:n (Saksan tekninen ja tieteellinen kaasu- ja vesiliitto) laatimien vahinkotilastojen mukaan pallografiittivalurautaputkiemme vauriotaso (vauriopisteitä/km/vuosi) on yksi alhaisimmista kaikista materiaaleista. Yhdessä jopa 140 vuoden teknisen käyttöiän kanssa tämä antaa pallografiittivalurautaisille putkijärjestelmille erittäin hyvän taloudellisen kannattavuuden ja luo siten perustan taloudelliselle juomavesijärjestelmälle tuleville sukupolville.

Seuraava kaava on yksi mahdollinen tapa määrittää putkilinjan keskimääräinen vuosikustannus euroina metriltä.

$$ØC = I + (1/n + p/200)$$

ØC = putkilinjan keskimääräiset vuosikustannukset Euroa/m
I = investointikustannukset (tuotantokustannukset) Euroa/m
n = tekninen käyttöikä vuosissa
p =korko %

Tästä kaavasta on erittäin helppo nähdä, että putkilinjan keskimääräiset vuosikustannukset riippuvat pääasiassa sen teknisestä käyttöiästä. Näin ollen korkealaatuisten materiaalien käytöstä putkilinjassa aiheutuvat korkeat tuotantokustannukset tulevat taloudelliseksi pitkästä käyttöiästä johtuen. Ja tämä on totta, vaikka ei otettaisikaan huomioon niitä etuja, joita pallografiittivalurautaputkilla on käyttökustannusten ja vaurioiden vähyydestä johtuvien pienten kustannusten suhteen.

Ympäristöystävällisyys
Duktus pallografiittivalurautaputket ovat esikuva ympäristöystävällisyydelle. Pääasiallinen syy tähän on neljä tekijää:

1. Käytämme sulan saamiseen vain rauta- ja teräsromua eli kierrätysmateriaalia
   Tämä ei ainoastaan säästä arvokkaita rautamalmivaroja, vaan se säästää myös energiaa.

2. Koska pallografiittivalurautaputket koostuvat pääosin raudasta ja sementtilaastista, ne ovat lähes 100 % kierrätettäviä.

3. Keskeisimmät tuotannossamme syntyneet jätteet, kuten kuona ja hiekka, käytetään sementtitehtaissa ja tienrakennuksessa, joten ne hyödynnetään uudelleen.

4. Pallografiittivalurautaputkijärjestelmien tekninen käyttöikä on erittäin pitkä, jopa 140 vuotta. Niiden elinkaarelle laskettuna tämä vähentää niiden valmistuksessa vapautuvat CO2- ja muut päästöt minimiin.

DUKTUS

Laatu

Valmistamiensa tuotteiden laatu ja asiakkaiden tyytyväisyys ovat Duktuksen tärkeimpiä tavoitteita.

Käytössämme on EN ISO 9001 -sertifioitu laatujärjestelmä ja EN ISO 14 001 -standardin mukaisesti sertifioitu ympäristöjärjestelmä. Ulkopuoliset materiaalitestauslaitokset valvovat tuotteita ja tuotantoprosesseja säännöllisesti. Varmistaaksemme, että pystymme jatkossakin täyttämään korkeat toiveemme laadun suhteen, valmistamme putkemme ainoastaan tehtaallamme Wetzlarissa Hessenissä Saksassa. Tämä varmistaa tuotteidemme jatkuvan korkean laadun sekä luo ja turvaa työpaikkoja.

Palografiittivalurautaiset systeemit ovat teknisesti lyömättömiä

- Sisä- ja ulkopinnoitusten ansiosta ne kestävät korroosiota
- Turvallinen ulkoinen suoja kaikille maatyypeille ja asennustekniikoille
- Syövyttävää materiaalia kestävät vuoraukset
- Suuri staattisten voimien kantavuus
- Kestävä murtumia vastaan
- Korkeat turvamarginaalit (painevaihteluiden ja staattisten ylikuormituksen huomioon ottamiseksi ja ulkoisten tekijöiden vaikutusten torjumiseksi)
- Patentoidut vetoakestävät liitokset
- Mahdollisuss maksimissaan 5° kulmapoikkeamaan
- Soveltuu kaivamattomien tekniikoiden asennukseen
- Tiivis korkeita sisäisiä paineita, alipaineita ja korkeita pohjavesiä vastaan
- Putken materiaali estää diffuusion
- Estää juurien tunkeutumisen
- Materiaalin ominaisuudet pysyvät vakiona (pitkäaikaisen lujuuden vuoksi)

Pallografiittivalurautaiset systeemit ovat taloudellisesti ylivertaisia

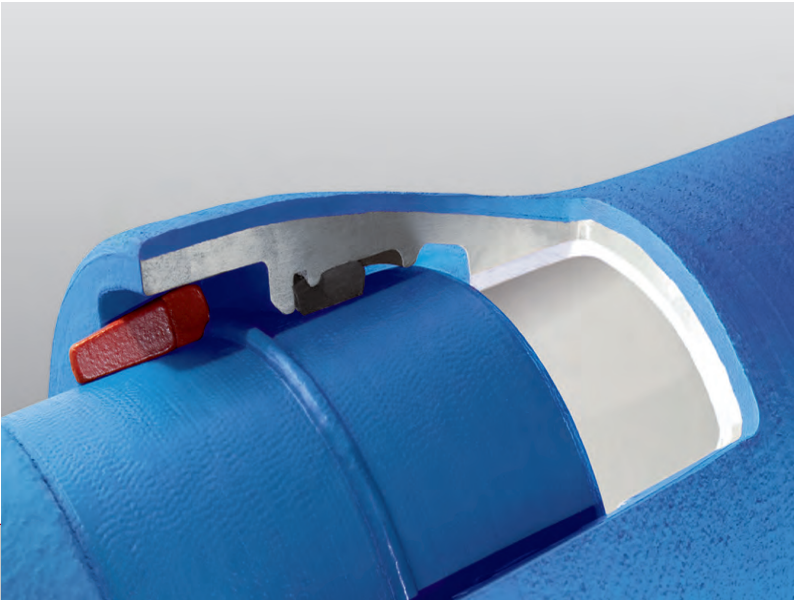
- Nopea ja helppo asennus säästää kustannuksia
- Kapeat putkiseinämät tarkoittavat kapeita kaivantoja
- Kaivettua materiaalia voidaan yleensä käyttää uudelleen
- Hitsaus ei tarpeellista (erittäin yksinkertaiset push-in liitokset)
- Asennus mahdollista kaikissa säätiloissa
- Ideaalinen kaivamattomiin tekniikoihin
- Materiaali ei muutu iän myötä
- Pitkä tekninen ikä
- Liittimet ja lisätarvikkeet takaavat täydellisen systeemin
- Tehokas ja edullinen suunnittelu Duktus Applications Engineering Divisionin avulla
- Erittäin alhainen vaurioitumisaste

Pallografiittivalurauta systeemit – tietoisesti ympäristöystävällisiä

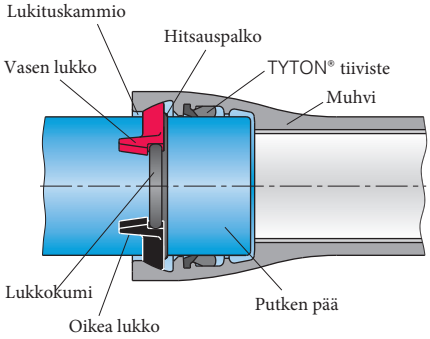
- Materiaali on epäorgaanista
- Valmistettu kierrätetystä raudasta, joka on itse täysin kierrätettävää
- Täyttää tiukimmatkin hygieniavaatimukset
- Sementtilaastin vuoraukseen käytetty hiekka on vapaa sideaineista ja kemiallisista lisäaineista
- Putken seinämä estää täysin diffuusion
- Tekninen elinikä 140 vuoteen asti

DUKTUS

2 POSITIIVINEN LUKITUSSYSTEEMI



Tämä kappale käsittelee ainoastaan vetoakestäviä "push-in" liitoksia, joiden vetoakestävyys perustuu positiiviseen lukituskiinnitykseen.
Positiiviset "push-in" liitokset ovat aina tunnistettavissa hitsauspalosta putken päässä sekä lukkokammiosta. Positiivinen lukituskiinnitys hitasupalon ja lukkokammion välille aikaansaadaan lisäämällä lukkopalat. Tämä mahdollistaa vetovoimien siirron mekaanisesti putken pään ja seuraavan putken tai muhvin välillä.



Esimerkki positiivisesta lukituskiinnityksestä (BLS® liitos)

Vetovoimia voi syntyä sisäisen paineen tai ulkoisten tekijöiden kautta. Sallitut käyttöpaineet (PFA) sekä sallitut vetovoimat on esitetty alla olevilla sivuilla nimelliskoon funktiona. Myös korkeammat paineluokat ja vetovoimat ovat mahdollisia; asia on tällöin varmistettava valmistajalta.

Duktukset löytyvät seuraavat positiiviset push-in liitokset:

- **DN 80 - DN 500**

Tämä liitos on ollut menestys jo vuosikymmeniä ja se voidaan koota TYTON® tiivisteellä. Riippuen nimelliskoosta ja käyttöolosuhteista, lukitukseen tarvitaan 2 - 4 lukituspalaa. Erityisen huomionarvoista on liitoksen helppo ja nopea asennus, luotettavasti korkeat käyttöpaineet ja vetovoimat kuten myös käyttömahdollisuuksien monipuolisuus. Kiristysrengasta voi useimmissa tapauksissa käyttää katkaistuissa putkissa korvaamaan hitsauspalon.
Putket BLS® liitoksilla on saatavilla 6 m asennuspituudella.
Löydätte lisätietoa BLS® liitoksesta sivulta 51 alkaen.

- **DN 600 - DN 1000**

Näissä koissa käytetään myös TYTON® tiivistettä. Lukitukseen käytetään 9 - 14 lukituspalaa, jotka asennetaan putken kehän ympärillä olevista muhvin aukoista.
Putket BLS® liitoksilla on saatavilla 6 m asennuspituudella.
Löydätte lisätietoa BLS® liitoksesta sivulta 51 alkaen.

Käyttökohteet/edut

Monipuolisilla BLS®-liitoksilla varustettujen putkien ja liitososien käyttökohdemahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Nopea ja helppo asennus sekä erittäin suuret sallitut käyttöpaineet ja vetovoimat tekevät niistä soveltuvia käytännöllisesti katsoen kaikkiin mahdollisiin paineenalaisiin putkiasennuksiin (sekä juoma- että jätevedelle).

- kaupunkien vesihuolto
- voidaan korvata betonisten tukien käyttö perinteisessä avokaivuu asennuksessa
- maanpäälliset putkistot
- väliaikaiset putkistot
- kaivamattomat asennusmenetelmät
- lumetusjärjestelmät
- turbiiniputkistot
- asennukset jyrkkiin rinteisiin
- sammutusputkistot
- vedenalaiset putkistot/siltarumpu putkistot
- rakennuspalvelu putkistot
- maanjäristysriski ja uudisasutusalueet

Erittäin korkea 5°:een kulmapoikkeaman ja 360°:een pyöritettävyyden ansiosta liitoksia voidaan käyttää jopa monimutkaisissa ja vaativissa risteyskohdissa.

PFA
EN 545 mukaisesti, BLS:n® sallitut käyttöpaineet (PFA) on ilmoitettu tässä valmistajan katalogissa.

PMA = 1.2 x PFA (sallittu lyhytaikainen maksimi käyttöpaine esim. paineiskun aikana).
PEA = 1.2 x PFA + 5 (sallittu koepaine).

Klassifiointi C luokkiin EN 545 **ei** päde positiivisiin lukitussysteemeihin. Minimi seinämäpaksuus täten eroaa taulukossa EN 545 esitetystä (joka koskee ei vetoakestäviä liitoksia).

Yhteensopivuus
Ei yhteensopivuutta muiden valmistajien käyttämien positiivisten lukitussysteemien kanssa. Mahdollisia tähän liittyviä ratkaisuja koskien tulee ottaa yhteyttä valmistajaan.

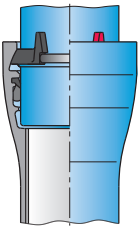
Sähköposti: support@vonroll-hydro.world

Kiristysrengas
Kiristysrenkaan käyttö on mahdollista nimelliskoissa DN 80 - DN 500. Ohjeistusta kiristysrenkaan käytöstä löytyy sivulta 88. Kiristysrenkailla voidaan korvata jälkeenpäin tehdyt hitsauspalot työmaalla katkaistavia putkia koskien.

2.1 Positiiviset lukitussysteemit ja putket

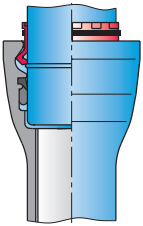
Yleiskatsaus

BLS®



DN 80 - DN 500

BLS®



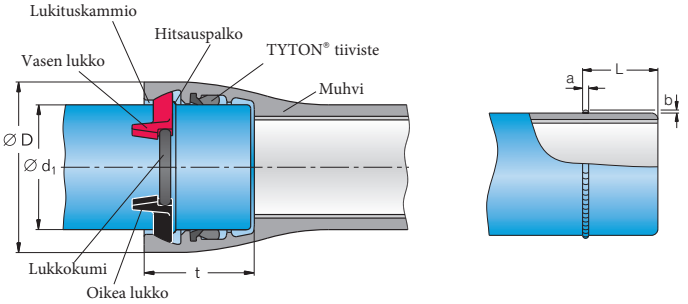
DN 600 - DN 1000

DN	PFA [1] [bar]	Sallittu vetovoima [3][kN]	Maksimi kulmapoikkeama [°]
80 [2]	100	115	5
100 [2]	75	150	5
125 [2]	63	225	5
150 [2]	63	240	5
200	42	350	4
250	40	375	4
300	40	380	4
400	30	650	3
500	30	860	3
600	32	1,525	2
700	25	1,650	1.5
800	16/25 [2]	1,460	1.5
900	16/25 [2]	1,845	1.5
1000	10/25 [2]	1,560	1.5

1) PFA: sallittu käyttöpaine; PMA (sallittu lyhytaikainen käyttöpaine) = 1.2 x PFA; PEA (sallittu koepaine) = 1.2 x PFA + 5 (korkeammat PFA:t mahdollisia erikseen pyydettäessä)

2) Seinämäpaksuus luokka K10 EN 545:2006 mukaisesti 3) DN 80 - DN 250 korkeapainelukollla - korkeammat vetovoimat erikseen pyydettäessä

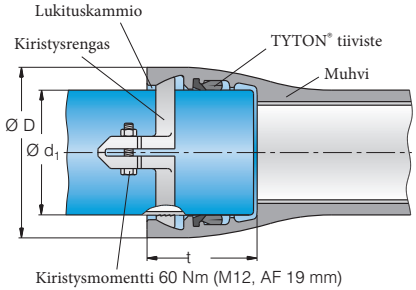
BLS® liitos
DN 80 - DN 500



Huomioita BLS® liitoksia koskien

- DN 80 - DN 250 putkien kaivamaton asennus vain korkeapainelukkoa käyttämällä
- asennusohjeet sivulla 85
- korkeammat paineet mahdollisia, esim. lumetusjärjestelmille tai turbiiniputkistoille

BLS® liitos kiristysrenkaalla
DN 80 - DN 500



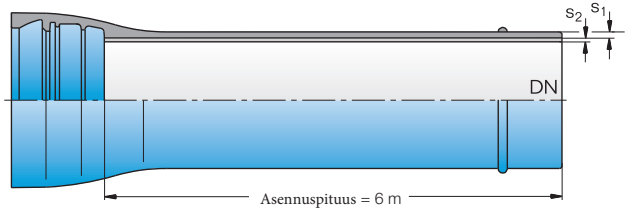
Huomioita käytettäessä erillistä kiristysrengasta

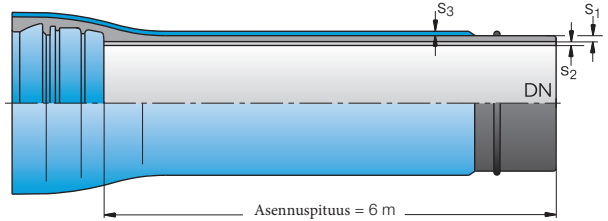
- näillä voidaan korvataa hitsauspalko, esim. katkaistaessa putkia työmaalla
- sallittu käyttöpaine 16 bar asti käytettäessä muhvikulmissa, muhvi/pistokulmissa, 90° jalallisissa laippamuhvikulmissa ja muhvihaarakappaleissa. Korkeammat paineet pyydettäessä.
- ei putkistoihin, joissa on sykkivä paine
- ei kaivamattoman tekniikan asennuksiin
- asennusohjeet, katso sivu 88

DN	Mitat[1] [mm]						Paino [kg]					PFA [2] [bar]			Lukkojen lukumäärä [3]	Sallittu vetovoima [4] [kN]	Maksimi kulma-poikkeama [°]	Minimi ympärysmitta [5] [m]	Asennusaika[6] [min]
	d_1	D	t	L	a	b	Lukko-palat	Korkea-paine-lukko	Kiristys-rengas	Tiiviste		Ilman korkeapaine-lukkoa	Korkeapaine-lukolla	Kiristys-rengas					
80	$98^{+1}_{-2.7}$	156	127	86	8	5	0.4	0.3	0.9	0.13		100	110	45	2	115	5	69	5
100	$118^{+1}_{-2.8}$	182	135	91	8	5	0.4	0.4	1.0	0.16		75	100	45	2	150	5	69	5
125	$144^{+1}_{-2.8}$	206	143	96	8	5	0.6	0.5	1.4	0.19		63	100	45	2	225	5	69	5
150	$170^{+1}_{-2.9}$	239	150	101	8	5	0.8	0.6	1.7	0.22		63	75	45	2	240	5	69	5
200	$222^{+1}_{-3.0}$	293	160	106	9	5,5	1.1	0.8	2.2	0.37		42	63	45	2	350	4	86	6
250	$274^{+1}_{-3.1}$	357	165	106	9	5,5	1.5	1.2	2.7	0.48		40	44	45	2	375	4	86	7
300	$326^{+1}_{-3.3}$	410	170	106	9	5,5	2.7	–	3.6	0.67		40	–	30	4	380	4	86	8
400	$429^{+1}_{-3.5}$	521	190	115	10	6	4.4	–	6.0	1.1		30	–	30	4	650	3	115	10
500	$532^{+1}_{-3.8}$	636	200	120	10	6	5.5	–	7.2	1.6		30	–	30	4	860	3	115	12

1)Toleranssit mahdollisia, 2) PFA: sallittu käyttöpaine; PMA (sallittu lyhytaikainen käyttöpaine) = 1.2 x PFA; PEA (sallittu koepaine) = 1.2 x PFA + 5 – korkeammat käyttöpaineet pyydettäesssä, 3) sekä korkeapainelukko, jos vaaditaan koille DN 80 - DN 250

4) korkeammat vetovoimat pyydettäessä 5) Minimi ympärysmitat (6 m putket) johtuen mahdollisista kulmapoikkeamista - koskee sekä avoimia että kaivamattomia asennustapoja 6) Liitoksen arvioitu asennusaika poislukien sille mahdollisesti tehtävät suojaustoimenpiteet





Ulkopuoliset pinnoitukset

- Sementtilaasti (Duktus ZMU)
- Sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella
- Sinkki-alumiinipinnoitus viimeistelykerroksella (Zinc PLUS pinnoitus)
- WKG vaipallinen lämpöeristys
- ZMU PLUS sementtilaastipinnoitus

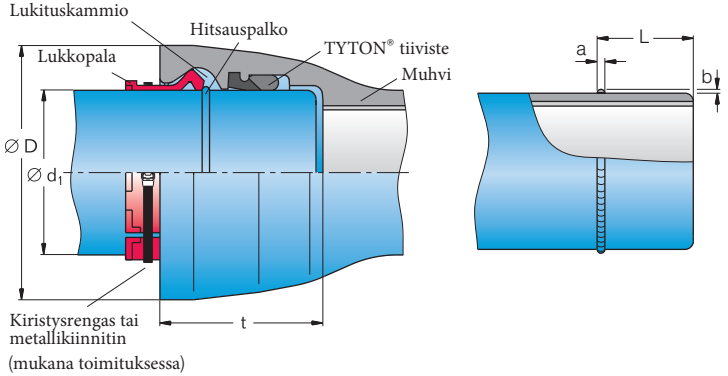
Sisäpuoliset pinnoitukset

- Masuunisementti
- Alumiinisementti

Koskien eri pinnoitusten käyttökohteita katso chapter 6

DN	Mitat [mm] [4]			Kokonaispaino [kg]			PFA [1] [bar]			Lukkojen	Sallittu vetovoima [6] [kN]	Maksimi kulma-poikkeama [°]	Minimi ympärys-mitta [7] [m]	Asennus-aika [8] [min]
	s_1 Pallografiitti-valurauta	s_2 Sementtilaasti-vuoraus	s_3 Sementtilaasti pinnoitus	putki [2]	putki + sementtilaasti pinnoitus [3]		Ilman korkeapaine-lukkoa	Korkeapaine-lukolla	Kiristysrengas [9]	fukumä ärä				
80	4.7	4	5	96.7	116.2		100	110	45	2	115	5	69	5
100	4.7	4	5	120.3	144.3		75	100	45	2	150	5	69	5
125	4.8	4	5	156.4	184.4		63	100	45	2	225	5	69	5
150	4.7	4	5	192.0	225.0		63	75 [10]	45	2	240	5	69	5
200	4.8	4	5	248.3	291.3		42	63	45	2	350	4	86	6
250	5.2	4	5	330.3	382.3		40	44	45	2	375	4	86	7
300	5.6	4	5	424.9	487.9		40	–	30	4	380	4	86	8
400	6.4	5	5	624.9	706.9		30	–	30	4	650	3	115	10
500	7.2	5	5	839.9	940.9		30	–	30	4	860	3	115	12

1) PFA: sallittu käyttöpaine; PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5 – korkeammat PFA:t tiedusteltaessa
2) Teoreettinen paino per putki mukaan lukien sementtilaastivuoraus sinkki (sinkki-alumiini) ja viimeistelykerros 3) Teoreettinen paino per putki mukaan lukien sementtilaastipinnoitus ja vuoraus & sinkki
4) s_1 = minimi mitta s_2/s_3 = nimellismitat. Toleranssit mahdollisia.
5) Tarvittaessa korkeapainelukko kokoihin DN 80 - DN 250, 6) Korkeammat vetovoimat tiedusteltaessa
7) Minimi ympärysmitta, joka aiheutuu muhvin mahdollisesta kulmapoikkeamasta – koskee sekä avoimia että kaivamattomia asennustapoja, 8) Arvioitu liitoksen asennusaika (poislukien mahdolliset valmistavat toimenpiteet), 9) Kiristysrenkaiden käyttöä koskien katso sivu, lllllllllllll10) s_{min} = 5 mm



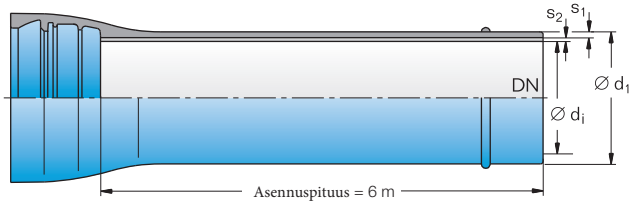
Notes on the use of BLS® joints

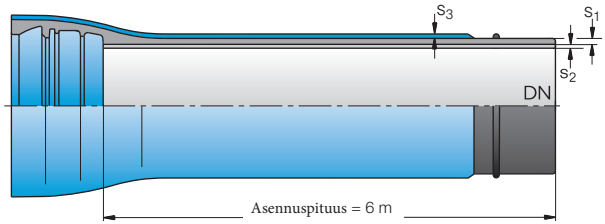
- kaivamation menetelmä vain metallikiinnittimillä
- asennusohjeet sivulla 94
- korkeammat paineet mahdollisia esim. lumenteko systeemeissä tai turbiiniputkistoissa

DN	Mitat [mm] 1)						Paino [kg]			Lukkojen lukumäärä	PFA 2) [bar]	Sallittu vetovoima 3) [kN]	Maksimi kulmapoikeama [°]	Minimi ympärysmitta 4) [m]	Asennusaika 5) [min]
	d_1	D	t	L	a	b	Lukkopalat	Tiiviste							
600	635 $^{+1}_{-4.0}$	732	175	116	9	6	9	2.3		9	32	1,525	2.0	172	15
700	738 $^{+1}_{-4.3}$	849	197	134	9	6	11	4.3		10	25	1,650	1.5	230	16
800	842 $^{+1}_{-4.5}$	960	209	143	9	6	14	5.2		10	16/25 6)	1,460	1.5	230	17
900	945 $^{+1}_{-4.8}$	1,073	221	149	9	6	13	6.3		13	16/25 6)	1,845	1.5	230	18
1000	1,048 $^{+1}_{-5.0}$	1,188	233	159	9	6	16	8.3		14	10/25 6)	1,560	1.5	230	20

1) Toleranssit mahdollisia. 2) PFA: sallittu käyttöpaine; PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5 – korkeammat PFA:t tiedusteltaesssa. 3) Korkeammat vetovoimat tiedusteltaessa.

4) Minimi ympärysmitta, joka aiheutuu muhvin mahdollisesta kulmapoikkeamasta – koskee sekä avoimia että kaivamattomia asennustapoja, 5) Arvioitu liitoksen asennusaika (ei pidä sisälllään mahdollisia suojaustoimenpiteitä). 6) Seinämäpaksuus luokka K 10, EN 545:2006





Ulkopuolinen pinnoitus
- Sementtilaasti pinnoitus (Duktus ZMU)
- Sinkki pinnoitus viimeistelykerroksella
- Sinkki-alumiini pinnoitus viimeistelykerroksella (Zinc PLUS)
- WKG eristys

Vuoraus
- Masuunisementti
- Alumiinisementti

Pinnoitteiden käyttöä koskien katso kappale 6

DN	Mitat [mm] 4)			Paino [kg]			Lukkojen lukumäärä	PFA 1) [bar]	Sallittu veto-voima 5) [kN]	Maksimi kulma-poikkesms [°]	Minimi ympärysmitta 6) [m]	Asennusaika 7) [min]
	s_1	Sementtilaasti vuoraus s_2	Sementtilaasti pinnoitus s_3	6 m putki 2)	6 m putki + Sementtilaasti pinnoitus3)							
600	8.0	5	5	1,118.6	1,239.6		9	32	1,525	2.0	172	15
700	8.8	6	5	1,410.1	1,550.1		10	25	1,650	1.5	230	16
800	9.6	6	5	1,768.0	1,928.0		10	16/25 8)	1,460	1.5	230	17
900	10.4	6	5	2,131.3	2,310.3		13	16/25 8)	1,845	1.5	230	18
1000	11.2	6	5	2,524.4	2,723.4		14	10/25 8)	1,560	1.5	230	20

1) PFA: sallittu käyttöpaine PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5 – korkeammat PFA:t tiedusteltaesssa
2) Teoreettinen paino per putki mukaan lukien sementtilaasti vuoraus, sinkki (sinkki-alumiini) äja epoksi viimeistelykerros, 3) Teoreettinen paino per putki mukaan lukien sementtilaastivuoraus ja pinnoitus & sinkki,
4) s_1 = minimi mitta, s_2/s_3 = nominaaliset mitat. Toleranssit mahdollisia.

5) Korkeammat vetovoimat tiedusteltaessa 6) Minimi ympärysmitta, joka aiheutuu muhvin mahdollisesta kulmapoikkeamasta – koskee sekä avoimia että kaivamattomia asennustapoja, 7) Arvioitu liitoksen asennusaika (ei pidä sisällään mahdollisia suojaustoimenpiteitä 8) Seinämäpaksuus luokka K 10, EN 545:2006

Yhteensopivuus
Ei yhteensopivuutta muiden valmistajien lukitussysteemien kanssa. Tähän liittyviä ratkaisuja koskien, ottakaa yhteyttä valmistajaan.

sähköposti support@vonroll-hydro.world

Asennuspituudet
Ellei muuta ole mainittu, liittimien asennuspituudet (L_u) ovat EN 545 A sarjan mukaiset.

Laipalliset liittimet (katso kappale 5)
Tilattaessa laipallisia liittimiä on tärkeää antaa vaadittu PN paineluokitus. Tarvikkeet, kuten kuusiokantaiset pultit, mutterit, aluslevyt ja tiivisteet, on hankittava erikoistoimittajilta.

PINNOITUS
Ellei muuta ole erikseeen mainittu, kaikki alla esitetyt liittimet toimitetaan ulkoisella ja sisäisellä epoksipinnoitteella, jonka paksuus on vähintään 250 µm.
Pinnoitus on EN 14 901:n sekä GSK:n standardinn vaatimusten mukainen.
Kaikki liittimet ovat EN 545 liitteen D.2.3. mukaisia ja voidaan sited asentaa kaikkien korroosiotyyppien maaperiin.

Pinnoitteen käyttöä koskien katso kappale 6

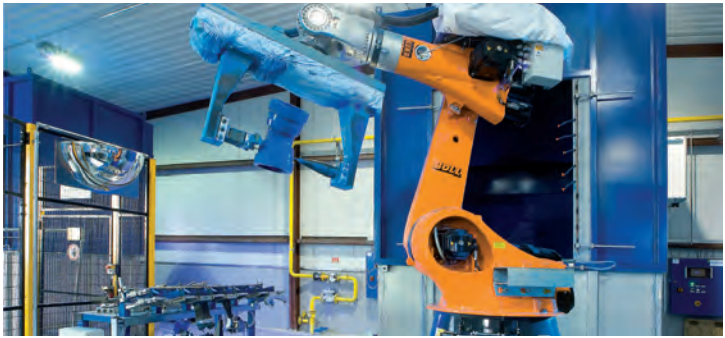
RAL GÜTEZEICHEN
SCHWERER KORROSIONSSCHUTZ
VON ARMATUREN UND FORMSTÜCKEN

Sallittu käyttöpaine (PFA) (ellei muuta ole mainittu)

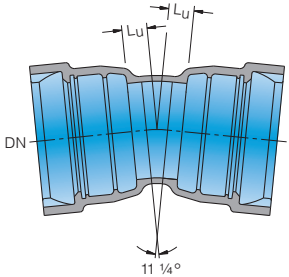
DN	PFA [bar]	
	BLS®	Flanged
80–250	100	PFA = PN
300	85	
400	30	
500	30	
600	40	
700	25	
800	25	
900	25	
1000	25	

- PFA: maksimi käyttöpaine [bar]
- PMA = 1.2 x PFA (maksimi lyhytaikainen käyttöpaine, esim. paineiskuissa)
- PEA = 1.2 X PFA + 5 (sallittu testipaine)

Toimituksen sisältö
Duktuksen liitiintoimituksiin kuuluvat mukaan kaikki muhvien tarvitsemat tiivisteet, lukot ja muut armistuskomponentit. Laipallisia liittimiä koskien tiivisteet, pultit, mutterit ja aluslevyt eivät kuulu mukaan toimitukseen.

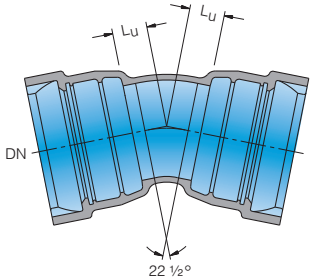


MMK 11
11¼ muhvikulmayhde
EN 545 mukaisesti



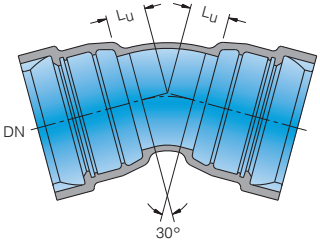
DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®			
80	30	100	10.1
100	30		14
125	35		18.6
150	35		23.3
200	40		38.2
250	50		52.3
300	55	85	70.4
400	65	30	116
500	75		171.5
600	85	40	186
700	95	25	277
800	110		378
900	120		532
1000	130		614

MMK 22
22½° muhvikulmayhde
EN 545 mukaisesti



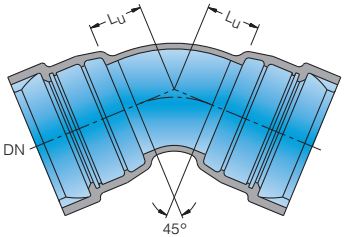
DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®			
80	40	100	10.2
100	40		14.3
125	50		19.4
150	55		24.3
200	65		39.2
250	75		56.9
300	85	85	78.6
400	110	30	125.5
500	130		197
600	150	40	215.5
700	175	25	320
800	195		458
900	220		594
1000	240		723

MMK 30
30° muhvikulmayhde
DIN 28 650 mukaisesti



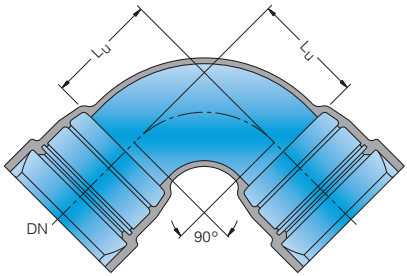
DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino[kg] ~
BLS®			
80	45	100	10.4
100	50		14.7
125	55		20.3
150	65		25.2
200	80		41.4
250	95		59.3
300	110	85	79.9
400	140	30	137
500	170		205.5
600	200	40	230
700	230	25	333
800	260		473
900	290		635
1000	320		809

MMK 45
45° muhvikulmayhde
EN 545 mukaisesti



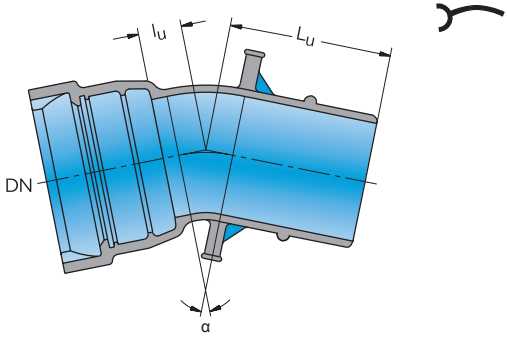
DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino[kg] ~
BLS®			
80	55	100	11
100	65		14.7
125	75		20.8
150	85		26.3
200	110		41.5
250	130		65.1
300	150	85	86.4
400	195	30	149.5
500	240		227
600	285	40	261
700	330	25	376
800	370		548
900	415		716
1000	460		879

MMQ
90° muhvikulma
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®			
80	100	100	11.6
100	120		15.9
125	145		22.4
150	170		28.9
200	220		55.1
250	270		76
300	320	85	94.5
400	430	30	200.5

MK 11 ja MK 22
11¼° ja 22½° muhvikulmayhteet
valmistajan standardin mukaisesti

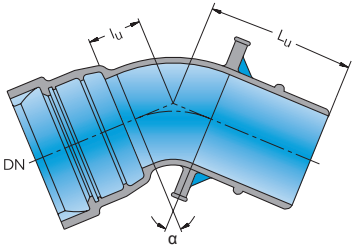


DN	Mitat [mm] l_u	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®; α = 11¼°				
80	30	175	100	8.4
100	30	185		11.1
125	35	200		15.1
150	35	210		20.1
200	40	230		32.7
250	50	250		51
300	55	270	85	71
400	65	375	63	125
500	75	405	50	220

DN	Mitat [mm] l_u	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®; α = 22½°				
80	40	185	100	8.7
100	40	195		11.6
125	50	215		15.9
150	55	230		21.5
200	65	255		35.3
250	75	275		53
300	85	300	85	73
400	110	420	63	138.8
500	130	460	50	220

MK 30 ja MK 45
30° ja 45° muhvikulmayhteet
valmistajan standardin mukaisesti

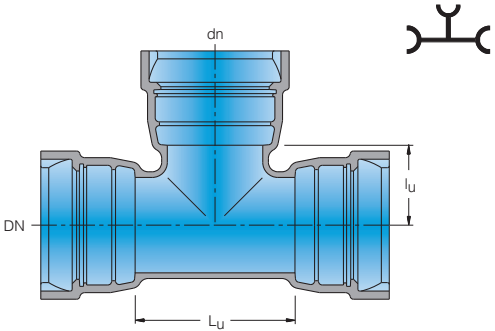
DUKTUS



DN	Mitat [mm] l_u	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®; α = 30°				
80	45	190	100	8.9
100	50	205		11.9
125	55	220		16.2
150	65	240		22.4
200	80	270		36.5
250	95	295		57
300	110	320	85	82
400	140	450	63	157.2
500	170	495	50	224

DN	Mitat [mm] l_u	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®; α = 45°				
80	55	200	100	9.1
100	65	220		12.3
125	75	240		17
150	85	260		24.2
200	110	300		39.7
250	130	335		60.5
300	150	365	85	87.3

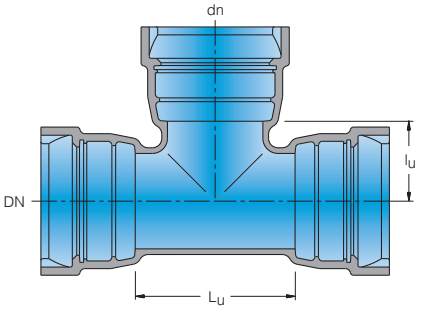
MMB
Muhvihaara 90°
EN 545 mukaisesti



DN	dn	Mitat [mm]		PFA [bar]	Paino [kg] ~
		L_u	l_u		
BLS®					
80	80	170	85	100	16.1
100	80	170	95		20.0
	100	190	95		22.4
125	80	170	105		25.1
	100	195	110		28.1
	125	225	110		31.0
150	80	170	120		33.6
	100	195	120		34.5
	125	255	125		39.0
	150	255	125		41.1
200	80	175	145		46.2
	100	200	145		47.3
	125	255	145		50.0
	150	255	150		54.3
	200	315	155		63.1
250	80	180	170		72.0
	100	200	170		63.9
	125	230	175		78.0
	150	260	175		70.6
	200	315	180		77.8
	250	375	190		89.1

MMB
Muhvihaara 90°
EN 545 mukaisesti

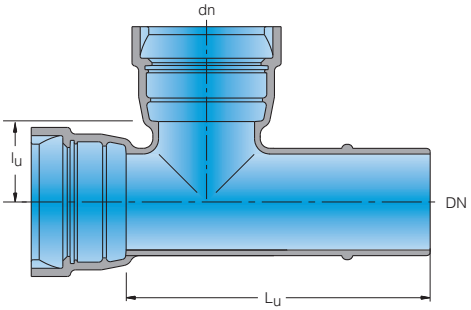
DUKTUS



DN	dn	Mitat [mm]		PFA [bar]	Paino [kg] ~
		L_u	l_u		
BLS®					
300	80	180	195	85	93.0
	100	205	195		80.2
	150	260	200		88.6
	200	320	205		96.6
	300	435	220		127.4
400*	400	560	280	30	236.0
500*	500	800	400		396.8

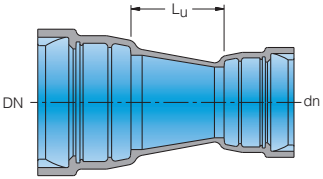
* Valmistajan standardin mukaisesti

MB
Muhvihaarayhde 90°
valmistajan standardin mukaisesti



DN	dn	Mitat [mm]		PFA [bar]	Paino [kg] ~
		L_u	l_u		
BLS®					
400	80	680	270	63	179.5
	300	680	270		211.5

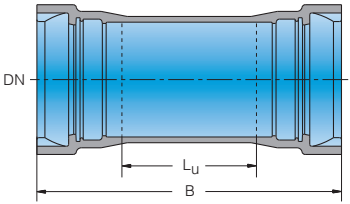
MMR
Muhvisupistusyhde
EN 545 mukaisesti



DN	dn	L_u [mm]	PFA [bar]	Paino [kg] ~
BLS®				
100	80	90	100	12.3
125	80	140		15.9
	100	100		16.7
150	80	190		19.9
	100	150		20.8
	125	100		21.0
200	100	250		29.6
	150	150		30.4
250	150	250		45.3
	200	150		46.7
300	150	350	85	57.0
	200	250		58.9
	250	150		62.8
400*	300	260	30	111.0
500*	400	260		156.0

* Valmistajan standardin mukaisesti

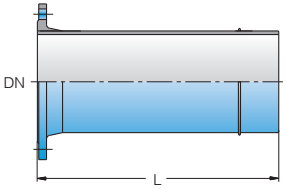
U Jatkomuhvit
EN 545 mukaisesti



DN	L_u [mm]	B [mm]	PFA [bar]	Paino [kg] ~
		BLS®		
80	160	415	100	13.4
100	160	430		16.0
125	175	460		24.0
150	180	480		30.5
200	180	500		45.5
250	190	520		66.5
300	200	540	85	83.5
400	210	590	30	115.0
500	220	720		210.0

On tilanteita, joissa kauluksia BLS® liittimillä ei saada täysin vedettyä päälle.
Silloin tulee käyttää ainoastaan TYTON® tiivisteitä.

F Laippayhde
EN 545 mukaisesti

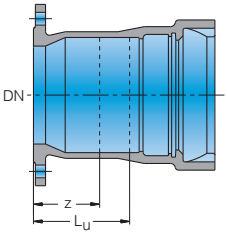


DN	L [mm]	Paino [kg]					
		PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	PN 63	PN 100
BLS®							
80	350	7.5				11.9	11.2
100	360	8.5		10.4		14.1	15.7
125	370	12.4		13.1	14.3	20.0	22.8
150	380	19.3		21.0	21.0	31.9	28.0
200	400	25.2	25.2	26.0	30.8	46.6	55.4
250	420	35.1	35.2	37.7	45.4	–	–
300	440	46.0	44.8	49.1	62.0	–	–
400	480	104.0	109.0	114.0	154.0*	–	–
500	500	146.0	156.0	161.0	–	–	–
600	560	134.3	160.3	174.3	235.3	–	–
700	600	180.6	195.6	229.6	–	–	–
800	600	228.0	247.0	296.0	–	–	–
900	600	348.0	359.0	–	–	–	–
1000	600	503.0	538.0	–	–	–	–

* Huomioi BLS® liitoksen PFA

EU Laippamuhvit
EN 545 mukaisesti

DUKTUS



DN	L_u [mm]	z [mm]	Paino [kg]					
			PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	PN 63	PN 100
			BLS®					
80	130	90	10.2				12.3	–
100	130	90	12.2		12.7		16.3	20.7
125	135	95	15.5		17.0	17.0	26.8	–
150	135	95	19.9		22.1	22.1	31.5	33.4
200	140	100	28.7	28.9	29.6	34.6	49.0	56.4
250	145	105	40.6	39.7	44.3	51.9	67.5	86.4
300	150	110	52.3	52.1	56.1	69.9	84.9	120.0
400	160	120	90.0	89.0	102.0	127.5	–	–
500	170	130	125.0	140.5	151	162.0*	–	–
600	180	140	137.5	167.5	173.5	209.0*	–	–
700	190	150	202.0	248.0	278.0	–	–	–
800	200	160	269.5	270.0	316.0	–	–	–
900	210	170	347.0	370.0	427.0	–	–	–
1000	220	180	439.0	464.0	549.0	–	–	–

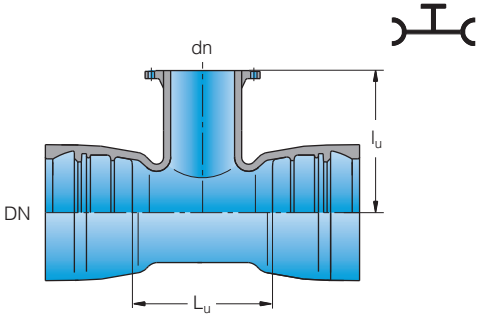
L_u = pituus lukitussa tilassa
z = keskimääräinen pituus (käytettäessä ilman hitsauspalkoa)
* Huomioi BLS® liitoksen PFA

MMA
Muhvihaara laipalla
EN 545 mukaisesti

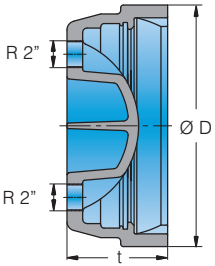
DUKTUS

DN	dn	L_u [mm]	l_u [mm]	Paino[kg]			
				PN 10	PN 16	PN 25	PN 40
BLS®							
80	80	170	165	15.8			
100	80	170	175	20.5			
	100	190	180	21.9		–	
125	80	170	190	24.8			
	100	195	195	27.6		–	
	125	255	200	–		–	–
150	80	170	205	30.6			
	100	195	210	33.0		–	
	150	225	220	39.0		–	–
200	80	175	235	45.4			
	100	200	240	46.8		–	
	150	250	250	51.6		–	–
	200	315	260	–	57.0	–	–
250	80	180	265	56.0			
	100	200	270	57.5		–	
	150	260	280	63.5		–	–
	200	315	290	–	71.5	–	–
	250	375	300	–	–	–	–
300	80	180	295	76.6			
	100	205	300	81.2		–	
	150	260	310	80.0		–	–
	200	320	320	–	–	–	–
	300	435	340	110.0	–	–	–
400	150	270	370	148.0		152.0	152.0
	200	440	380	170.0	171.0	173.0	–
	300	440	400	191.0	192.0	197.0	–
	400	560	420	200.0	205.0	217.0	–
500	200	450	440	192.5	192.5	194.5	–
	300	450	460	205.0	205.0	211.0	–
	400	565	480	297.0	303.0	315.0	–
	500	680	500	338.0	362.0	363.0	372*

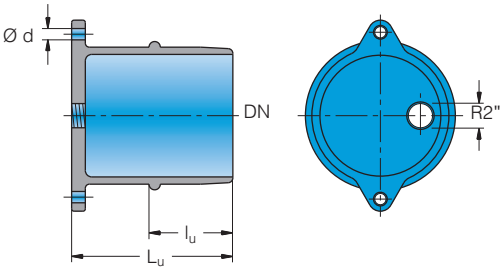
* Huomioi BLS® liitoksen PFA



DN	dn	L_u [mm]	l_u [mm]	Paino [kg]		
				PN 10	PN 16	PN 25
BLS®						
600	150	570	490	237.0		238.0
	200		500	254.0	254.0	247.0
	300		520	266.0	266.0	272.0
	400		540	279.0	284.0	296.0
	600	800	580	376.5	401.0	415.0
800	150	1045	580	657.0		645.0
	200		585	667.0	667.0	655.0
	400		615	695.0	682.0	693.0
	600		645	745.0	770.0	784.0
	800		675	791.0	809.0	855.0
900	100	475	630	540.0	592.0	598.0
	125		635	541.0	593.0	594.0
	150		640	543.0	594.0	600.0
	200		645	546.0	596.0	603.0
	250		655	550.0	599.0	608.0
	300		660	555.0	603.0	613.0
1000	100	480	690	672.0	738.0	745.0
	125		695	673.0	738.0	746.0
	150		700	675.0	739.0	747.0
	200		705	678.0	741.0	750.0
	250		715	682.0	741.0	750.0
	300		720	687.0	748.0	760.0



DN	t [mm]	D [mm]	PFA [bar]	Paino[kg]
BLS® O kappaleet				
400	225	540	30	117
500	240	650	30	170



DN	L_u [mm]	l_u [mm]	d [mm]	PFA [bar]	Paino [kg]
BLS® P plugs					
80	170	86	M 12		4.1
100	175	91	M 12		4.4
125	195	96	M 16		6.7
150	200	101	M 16	100	9.2
200	210	106	M 16		14.5
250	250	106	M 20		27.2
300	300	106	M 20		49.4

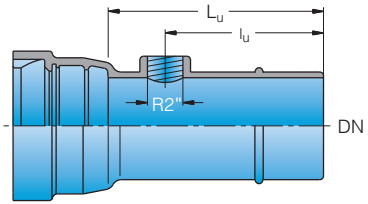
GL (GDR)
Jatkoyhteet kahdella hitsauspalkolla
valmistajan standardin mukaisesti

Muita pituuksia saatavilla tiedusteltaessa

DN	Paino [kg] PFA [bar] 10	16	25	30	40	63	100	Pinnoitus sisäinen/ ulkoinen
BLS® L_1 = 400 mm or 800 mm								
80	7.6 or 15.4							Epoksi/ Epoksi
100	9.5 or 18.8							
125	12.0 or 25.0							
150	15.6 or 31.0							
200	22.0 or 44.0 [1]							
BLS® L_1 = 800 mm								
250	44.6					66.7		Epoksi/ Epoksi
300	55.8			56.8		98.0		
400	81.3				–			
500	104.0							
600	127.6 [2]				–	–	–	Sementti-laasti/sinkki + epoksi
700	164.1			–	–	–	–	
800	201.8		219.6	–	–	–	–	
900	240.4		263.2	–	–	–	–	
1000	283.4	310.4		–	–	–	–	

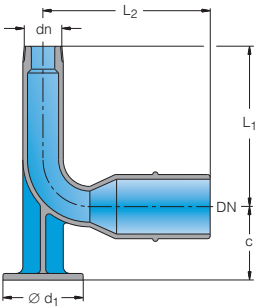
1) PFA 100 korkeapainelukolla 2) Maksimi PFA 32

HAS (A kappaleet)
Taloliitäntä yhteet poistoaukolla 2"
sisäpuolisillä kierteillä valmistajan
standardin mukaisesti



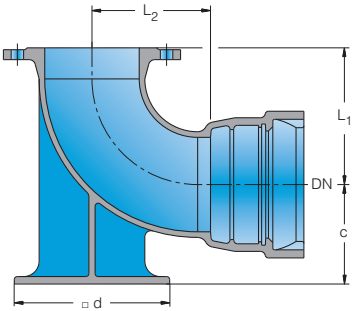
DN	L_u [mm]	l_u [mm]	PFA [bar]	Paino [kg]
BLS® HAS kappaleet				
80	305	215	100	10.5
100	315	225		13.8
125	325	235		17.8
150	340	250		23.1
200	355	265		34.8
250	370	275		54
300	380	285	85	72

ENH
90° kulmajalkayhde vesiposteille
Poistoputki ulkopuolisilla kierteillä
valmistajan standardin mukaisesti



DN	dn [“]	L_1 [mm]	L_2 [mm]	c [mm]	d_1	PFA [bar]	Paino [kg]
BLS® ENH kappaleet							
80	1.5	240	250	110	120	100	7.3
80	2.0	240	250	110	120	100	7.3

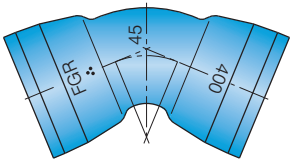
EN
90° kulmajalkayhde valmistajan
standardin mukaisesti

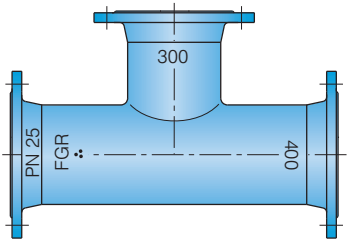


DN	Mitat [mm]				Paino [kg]			
	L_1	L_2	c	d	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40
BLS® EN kappaleet								
80	165	145	110	180	16.4			
100	180	158	125	200	22.6		–	

Kaikki liittimet, jotka Euroopan valurautasysteemien yhdistyksen (FGR/EADIPS)" jäsenet valmistavat on merkitty "FGR" merkinnällä, mikä osoittaa, että kaikki vaadittavat ehdot "FGR Quality Mark" laatumerkinnän saamiseksi täyttyvät.
Tämän lisäksi, nominaalinen koko on merkittynä kaikissa liittimissä ja taittopaloissa on asteluku merkittynä.
Laipallisten liittimien paineluokat PN 16, 25 tai 40 on valettu tai leimattu tuotteisiin. PN 10 laipallisiin liittimiin ja muhveihin ei ole merkitty paineluokkaa.
Kolme pistettä (∴) osoittavat materiaalin olevan pallografiittivalurautaa.

Erityistapauksissa voi olla muita merkintöjä tarpeen mukaan.





2.3 Asennusohjeet

BLS® liitokset DN 80 - DN 500

Nämä asennusohjeet koskevat pallografiittivalurautaisia putkia ja liittimiä nominaalikooltaan DN 80 - DN 500 vetoakestävillä BLS® push-in liitoksilla..

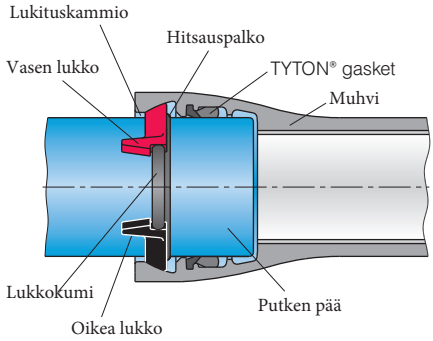
Suosituksia kuljetuksia, varastointia ja asennuksia koskien katso sivu 289 lähtien.
Asennustyökaluja muita lisätarvikkeita koskien katso kappale 7.

Erittäin korkeille sisäisille paineille ja kaivamattomiin asennusmenetelmille tulisi käyttää myös korkeapainelukkoa putkikokoihin DN 80 -DN 250 (katso “Korkeapainelukko” sivu 94).

Vetoakestävien liitosten määrä tulisi päättää DVGW Merkblatt GW 368 mukaisesti (katso sivulta 301 lähtien).

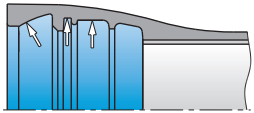
Sallittuja vetovoimia koskien katso sivu108.

Liittimen koostumus

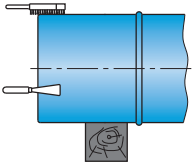


BLS® liitokset DN 80 - DN 500

Puhdistus



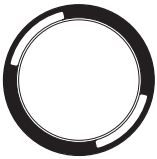
Puhdista pinnat nuolien mukaisesti muhvin, kiinnitysuran ja kiinnityskammion kohdalta sekä poista kaikki ylimääräinen maali (maaliköyhtymät, kuplat tai näppylät). Käytä työkalua (esim. taivutettua ruuvimeisseliä) kiinnitysuran puhdistamiseen.



Puhdista putken pää. Poista kaikki lika ja ylimääräinen maali (maaliköyhtymät, kuplat tai näppylät).

Aukkojen paikat muhvin päässä, kun putki on kaivannossa.

DN 80 - DN 250

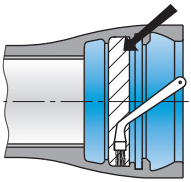


DN 300 - DN 500

Asetettaessa lukkoja tai kiinnitettäessä kiristysrengasta, on suositeltavaa, että aukkojen paikat ovat yllämainitun kuvan mukaisesti.
Liittimiä koskien, aukkojen paikka riippuu silloisesta asennustilanteesta. Sähkösaatolla varustettuja WKG putkia koskien, tulee huolehtia, että lämmityskaapeli on sijoitettu putken pohjalle.

Tiivisteen asentaminen

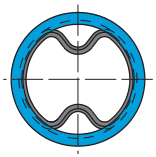
Voiteluainetta tulee käyttää TYTON® tiivisteen alla. Pyyhkäise varovasti ohut kalvo voiteluainetta, jota valmistaja on toimittanut putkitoimituksen yhteydessä, vinoista linjoista tunnistettavan tiivistyspinnalle.
Huomio: Älä laita mitään voiteluainetta kiinnitysuraan (kapea ura)!
Kuumalla, kuivalla säällä (kesä), laita voiteluaine heti ennen asennusta, koska se voi kuivua.
Kylmällä säällä (talvi), säilytä voiteluaine ja tiiviste lämpimässä, niin asennus on huomattavasti helpompaa.



Puhdista tiiviste ja tee silmukka siten, että tiivisteestä tulee sydämen muotoinen.

Aseta tiiviste muhviin siten, että ulkopuolinen kovakumikynsi tarttuu muhvin kiinnitysuraan.
Paina sitten silmukka litteäksi.

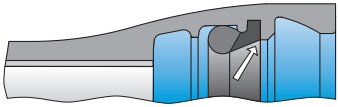
Jos sinulla on vaikeuksia painaa silmukka litteäksi, vedä toinen silmukka ulos vastakkaisella puolella.
Nämä kaksi pientä silmukkaa voidaan sitten puristaa tasaiseksi ilman vaikeuksia.



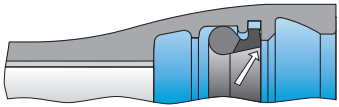
BLS® liitokset DN 80 - DN 500

Tiivisteen kovakumikynnen sisäreuna ei saa työntyä kiinnityskauluksen alapuolelle.

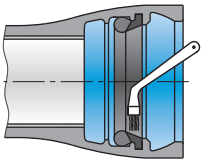
Oikein



Väärin



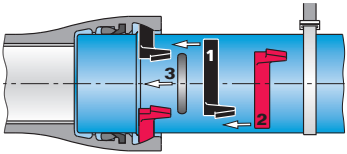
Sivele ohut kalvo voiteluainetta tiivisteeseen.



Putken pää hitsauspalkolla

Sivele ohut kalvo voiteluainetta puhdistettuun putken päähän - erityisesti viisteeseen - ja vedä tai työnnä sitten putken pää muhviin, kunnes se on vasten muhvin päätyseinää. Putket eivät saa olla vinossa, silloin kuin niitä työnnetään sisään tai lukkoja asennetaan.

Älä poista sitä, mitä käytetään putken nostamiseen, ennen kuin liitos on kokonaan koottu!



1) Aseta "oikea" lukko muhvin aukkoon ja liu'uta se oikealle niin pitkälle kuin mahdollista.

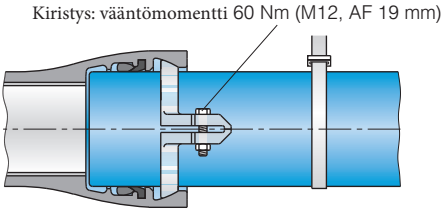
2) Aseta "vasen" lukko muhvin aukkoon ja liu'uta se vasemmalle niin pitkälle kuin mahdollista.

3) Paina lukkokumi muhvin aukkoon.

DN 300 ja sitä suurempien putkien kohdalla vaiheet 1-3 on suoritettava kahdesti, koska tässä tapauksessa käytetään 2x2 lukkoa ja 2 salpaa.

Putken pää ilman hitsauspalkoa
Aseta ensin kiristysrenkaan kaksi puoliskoa kiinnityskammioon erikseen ja yhdistä ne sitten löysästi yhteen kahdella pultilla.

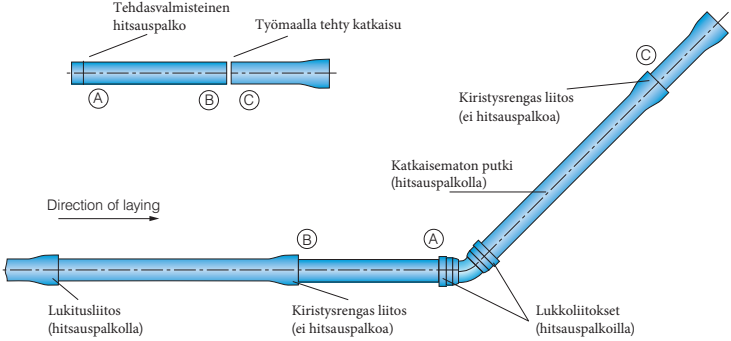
Merkitse työntösyvyys (muhvin syvyys) putkenpäähän.
Levitä voiteluainetta puhdistettuun putken päähän – erityisesti viisteeseen – ja sitten vedä tai työnnä putki sisään, kunnes se on täysin paikallaan muhvissa.
Putket eivät saa olla vinossa, silloin kuin niitä vedetään sisään. Sisäänvetämisen jälkeen, putken päähän tehdyn merkinnän tulisi olla linjassa muhvin pään kanssa.
Vedä kiristysrengasta muhvin päätä kohti mahdollisimman pitkälle ja sitten kiristä pultit momenttiavaimella. Huomio– mallin muutos! 60 Nm okoskee vain uusia sinkkipinnoitettuja (väri = hopea) kiristysrenkaita.



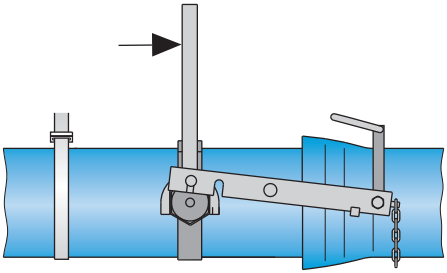
Huomioita koskien kiristysrengasliitoksia

Tulee huomioida, että kiristysrengaslitoksia ei käytetä maanpäällisissä putkistoissa, pulsseille altistuvissa putkistoissa tai **kaivamattomissa asennustekniikoissa**. Maksimi PFA on 16 baria muhvikulmayhteille, 90°:teen laipallisille kulmajalkayhteille ja 90°:teen kulmajalkayhteille poistoaukoilla. Tarvittaessa olkaa hyvä ja tiedustelkaa yli 16 barin ylittäviä sovelluksia. Kulmaliitäntöihin, joissa käyttöpaine on > 16 baria, adaptori, pala leikattua putkea, käännetään 180° siten, että se pää, jossa on hitsauspalko, yhdistyy kulmayhteen muhviin.

Ennen kuin jäljelle jäävä, muhvillinen osa leikattua putkea, asennetaan, tulee asentaa katkaisematon putki. Tämän jälkeen, se katkaistun putken pää, jossa ei ole hitsauspalkoa, liitetään katkaisemattoman putken muhvilliseen päähän.
Sovellussuunnitteluosastomme tulisi konsultoida ennen kuin kiristysrenkaita käytetään holvirumpu- tai siltaputkistoissa ja myös ennen kuin kiristysrenkaallisia liitoksia käytetään jyrkissä rinteissä, koteloputkissa, huoltotunneleissa, maanpäällisissa putkistoissa tai vesi-iskuille altistuvissa putkistoissa. Näissä tapauksissa ja kaivamattomissa menetelmissä, kiristysrenkaita ei tulisi käyttää. Sen sijaan tulisi käyttää adapteri paloja putkista hitsauspalkolla.



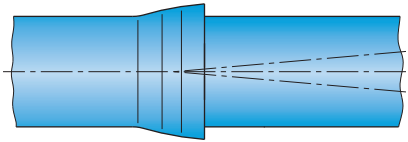
Lukitus
Vedä tai työnnä putki ulos muhvista, esim. asennustyökalulla, kunnes lukot tai kiristysrengas ovat tiukasti toisiaan vasten kiinnityskammiossa.
Liitos on nyt vetoakestävä.



Kulmapoikkeama
Kun liitos on täysin koottu, putket ja liittimet voidaan taivuttaa seuraavasti:

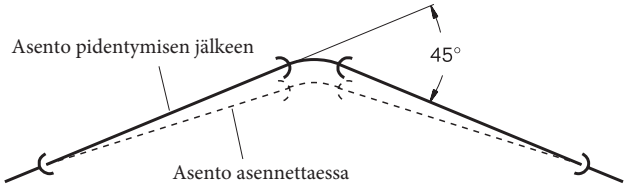
DN 80 - DN 150 – maksimi 5°
DN 200 - DN 300 – maksimi 4°
DN 400 - DN 500 – maksimi 3°

6 metrin putkipituudelle, 1°:teen kulmapoikkeama saa putken akselin poikkeamaan 10 cm. täten 3° = 30 cm.



Huomioitavaa asennuksessa

Huomioi, että sisäisen paineen ja liitosten toleranssien funktiona on mahdollista tapahtua jopa noin 8 mm:n laajennuksia.
Putkilinjan liikkumisen mahdollistamiseksi sen pidentyessä paineen vaikutuksesta, mutkien liitokset tulee asettaa suurimmalle sallitulle kulmapoikkeamalle negatiivisessa suunnassa.

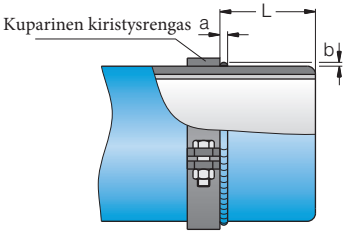


Putkien katkaisu

Varmista, että putkityyppi soveltuu katkaisuun (katso sivu 364). Mikäli putket on katkaistava työmaalla, BLS® pushin liitoksen vaatima hitsauspalko tulee tehdä käyttämällä putkivalmistajan ilmoittamaa elektrodia. Hitsaus tulee suorittaa Merkblatt DVS 1502:n mukaisesti tai nouttamalla hitsausohjeita sivulta 367 lähtien.

Etäisyys putken pään ja hitsauspalkon välillä, kuten myös hitsauspalkon koko tulee olla alla olevan taulukon mukainen.
Elektrodi tyyppinä esim. Castolin 7330-EC, UTP FN 86, ESAB OK 92.58, Gricast 31 tai 32. Elektrodin halkaisijan tulee olla 3,2 mm alle DN 400 koissa ja 4,0 mm koossa DN 400 ja suuremmissa.
Elektrodien kulutusta koskien katso sivu 102.

DN	80	100	125	150	200	250	300	400	500
L	86±4	91±4	96±4	101±4	106±4	106±4	106±4	115±5	120±5
a	8±2	8±2	8±2	8±2	9±2	9±2	9±2	10±2	10±2
b	$5^{+0.5}_{-1}$	$5^{+0.5}_{-1}$	$5^{+0.5}_{-1}$	$5^{+0.5}_{-1}$	$5{,}5^{+0.5}_{-1}$	$5{,}5^{+0.5}_{-1}$	$5{,}5^{+0.5}_{-1}$	$6^{+0.5}_{-1}$	$6^{+0.5}_{-1}$



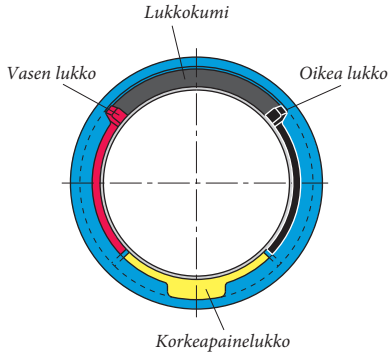
Jotta varmistetaan, että saadaan hyvä hitsauspalko tasaiselle etäisyydelle, on kuparinen hitsausohjain kiinnitettävä määritetyn etäisyyden päähän putken päästä (Taulukko). Hitsausalueen tulee olla kirkasta metallia. Kaikki likaantumiset tai sinkkipinnoitteet on poistettava viilaamalla tai hiomalla.

Kun hitsausohjain poistetaan, putken pään leikatun reunan tulee vastata alkuperäisen putken muotoa pään muotoon ja hitsauspalkon alue tulee puhdistaa.
Lopulta, soveltuva suojaava pinnoitus tulee levittää molempiin näihin alueisiin.

Purkaminen
Työnnä putki mahdollisimman pitkälle muhviin. Irrota salpa muhvin päädyssä olevan aukon kautta. Liu'uta lukot ympäri ja poista ne aukon läpi. Jos korkeapainelukko on asennettu, liu'uta se putken pohjasta aukkoon litteällä esineellä (esim. ruuvimeisselillä) ja poista se.

Kiristysrengasliitosten purkaminen
Työnnä putki mahdollisimman pitkälle muhviin.
Irrota kiristysruuvvit ja sitten löysää kirstysrenkaan puoliskot lyömällä niitä esim. vasaralla. Varmista, että kiristysrenkaan puoliskot pysyvät löysällä purkamisen ajan (mikäli tarpeellista lyömällä niitä vasaralla uudelleen putken päätä irrotettaessa. Niitä voidaan myös estää jumittamasta putken päätä purkamisen aikana asettamalla neliöteräspalkki puolikkaiden päiden korvakkeiden väliin. Älä missään tapauksessa lyö muhvia tai putken päätä vasaralla!

Korkeapainelukko
Myös korkeapainelukkoa tulisi käyttää aina kun on odotettavissa erittäin korkeita sisäisiä paineita (esimerkiksi turbiiniputkistoissa) ja aina kun käytetään kaivamattomia asennusmenetelmiä (kuten pakkosujutusta tai suuntaporausta).
Ennen kuin vasen ja oikea lukko asetetaan paikoilleen, lisätään painelukko kiinnityskammioon muhvin päädyssä olevan aukon kautta ja sijoitetaan putken pohjalle. Tämän jälkeen lukot voidaan lisätä ja painelukko jää niiden litteiden päiden väliin. Lukot asetetaan sitten paikoilleen normaaliin tapaan lukkokumin avulla.
Kuva alla näyttää täysin kootun BLS® muhvin korkeapainelukolla. Korkeapainelukkoa voidaan käyttää putkille DN 80 - DN 250.



2.4 Asennusohjeet

BLS® liitokset DN 600 - DN 1000

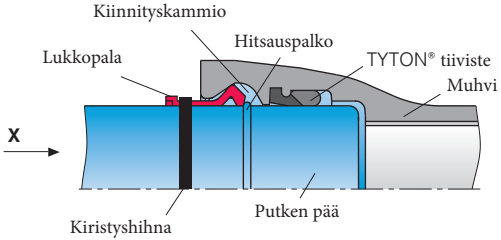
Nämä asennusohjeet koskevat DN 600 – DN 1000 pallografiittivaluraitaisia putkia ja liittimiä vetoakestävillä BLS® push-in liittimillä.

Suosituksia koskien kuljetusta, varastointia ja asennusta, katso sivu 289 lähtien
Asennustyökaluja ja muita tarvikkeita koskien, katso kappale 7.

Vetoakestävien liitosten määrä tulisi olla DVGW Arbeitsblatt GW 368 mukainen (katso sivu 30 lähtien).

Sallittuja vetovoimia kaivamattomissa menetelmissä koskien katso DVGW Arbeitsblätter GW 320-1, 321, 322-1, 322-2, 323 ja 324.

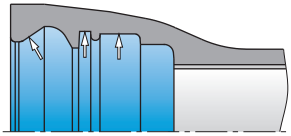
Liitoksen yksityiskohdat



Lukitussegmenttien määrä per liitos

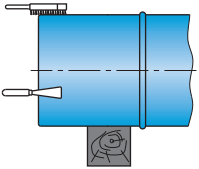
DN	600	700	800	900	1000
n	9	10	10	13	14

Puhdistus
Puhdista pinnat nuolien mukaisesti muhvin, kiinnitysuran ja kiinnityskammion kohdalta sekä poista kaikki ylimääräinen maali (maaliköyhtymät, kuplat tai näppylät). K



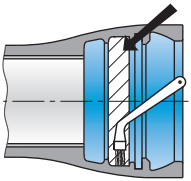
Käytä työkalua (esim. taivutettua ruuvimeisseliä) kiinnitysuran puhdistamiseen.

Puhdista putken pää. Poista kaikki lika ja ylimääräinen maali (maaliköyhtymät, kuplat tai näppylät).



Aukkojen paikat muhvin päässä
Aukot muhvin päässä tulisi aina olla putken yläpäässä.

Tiivisteen asentaminen
Voiteluainetta tulee käyttää TYTON® tiivisteen alla. Pyyhkäise varovasti ohut kalvo voiteluainetta, jota valmistaja on toimittanut putkitoimituksen yhteydessä, vinoista linjoista tunnistettavan tiivistyspinnalle.



Huomio: Älä laita mitään voiteluainetta kiinnitysuraan (kapea ura)!

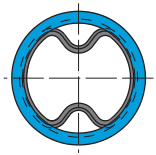
Kuumalla, kuivalla säällä (kesä), laita voiteluaine heti ennen asennusta, koska se voi kuivua.
Kylmällä säällä (talvi), säilytä voiteluaine ja tiiviste lämpimässä, niin asennus on huomattavasti helpompaa.

Puhdista TYTON® tiiviste ja tee silmukka siten, että siitä tulee sydämen muotoinen.

Aseta tiiviste muhviin siten, että ulkopuolinen kovakumikynsi tarttuu muhvin kiinnitysuraan.

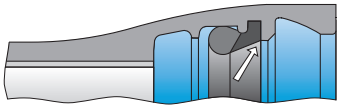
BLS® liitokset DN 600 - DN 1000

Paina sitten silmukka litteäksi.

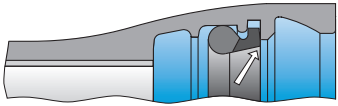


Jos sinulla on vaikeuksia painaa silmukka litteäksi, vedä toinen silmukka ulos vastakkaisella puolella.
Nämä kaksi pientä silmukkaa voidaan sitten puristaa tasaiseksi ilman vaikeuksia.
TYTON® tiivisteen kovakumikynnen sisäreuna ei saa työntyä kiinnityskauluksen alapuolelle.

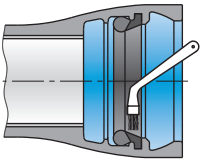
Oikein



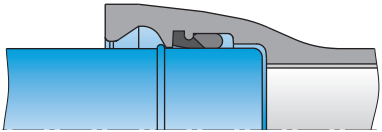
Väärin



Sivele ohut kalvo voiteluainetta TYTON® tiivisteeseen.
Kuumalla, kuivalla ilmalla (kesä) laita voiteluaine heti asennusta, koska se voi kuivua.
Kylmällä ilmalla (talvi), säilytä voiteluaine ja tiiviste lämpimässä käyttöön asti. Näin asentamisesta tulee huomattavasti helpompaa.



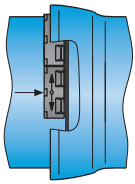
Liitoksen kokoonpano
Sivele ohut kalvo voiteluainetta puhdistettuun putken päähän – erityisesti viisteeseen – ja tämän jälkeen vedä tai työnnä se aivan muhvin pohjaan. Putket eivät saa olla vinossa työnnettäessä tai lukkopaloja asetettaessa.



Työnnä ensin lukkopalat muhvin päässä olevan aukon läpi ja aseta ne putken kehän ympäri vuorotellen vasemmalle ja oikealle.

Tämän jälkeen siirrä kaikkia lukkopaloja yhteen suuntaan, kunnes viimeinen lukkopala voidaan työntää muhvin päässä olevien aukkojen läpi ja siirtää paikkaan, jossa se takaa varman lukituksen.

Vain pieni osa viimeisen lukkopalan kohoista tulee näkyä muhvin päässä olevan aukon kautta. Mikäli lukkopalat jumiutuvat, ne tulee siirtää haluttuun kevyesti vasaralla kopauttelemalla ja siirtämällä putkea sen roikkuessa hihnassa.

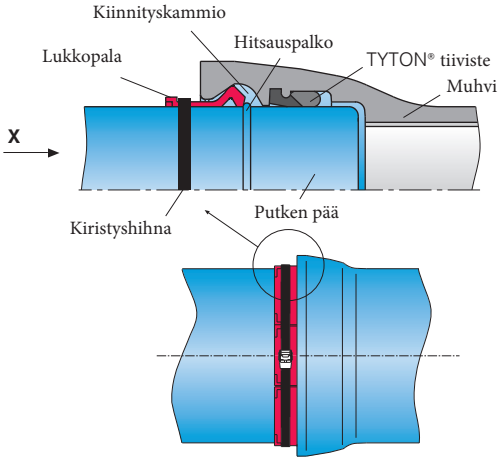


Älä missään tapauksessa lyö muhvia tai putken päätä vasaralla!

Lukitus

Vedä kaikkia lukkopaloja taakse ulospäin, kunnes ne ovat vasten kiinnityskammion kohdalla. Kiinnitä sitten kiristyshihna lukkopalojen ympäri kuvan osoittamalla tavalla. Kiristä hihnaa vain siinä määrin, että lukkopaloja voi edelleen liikuttaa. Aseta nyt lukkopalat kohdalleen. Niiden tulee olla putkea vasten kattaen koko putken ympäryksen, eivätkä ne saa olla päällekkäin. Seuraavaksi kiristä hihnaa, kunnes lukkopalat ovat tiukasti putkea vasten. Nyt kukkopalojen siirtämisen ei enää tulisi olla mahdollista. Vedä aksiaalisesti (esim. lukituspuristimen avulla) putki ulos liitoksesta, kunnes hitsauspalko asettuu lukkopaloja vasten. Putken ollessa suorassa luokkopalojen tulisi olla suurin piirtein samalla etäisyydellä muhvin päästä.

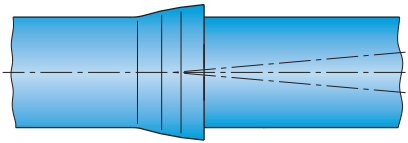
Huomio: Metallikiinnitintä tulisi käyttää kiristyshihnan sijaan kaikissa kaivamattomissa tekniikoissa.



Kulmapoikkeama
Kun liitos on täysin koottu, putkia ja liittimiä voidaan taivuttaa seuraavasti:

DN 600 – max. 2.0°
DN 700 – max. 1.5°
DN 800 – max. 1.5°
DN 900 – max. 1.5°
DN 1000 – max. 1.5°

6 metrin putkipituudelle, 1°:teen kulmapoikkeama saa putken akselin poikkeamaan 10 cm. täten 3° = 30 cm.



Huomioitava asennuksessa
Huomioikaa, että putken sisäisen paineen aiheuttamana, jopa noin 8 mm:n venymät niveltä kohti ovat mahdollisia lukituspalojen asettuessa.

Jotta putkilinja pääsee liikkumaan sen venyessä paineistettuna, tulee kulmaliitokset asettaa suurimmalle sallitulle kulmapoikkeamalle negatiivisessa suunnassa.

Putkien katkaisu
Varmista pukien olevan katkaisukelpoisia. (sivu 364).

Varmista, että putkityyppi soveltuu katkaisuun (katso sivu 364). Mikäli putket on katkaistava työmaalla, BLS® pushin liitoksen vaatima hitsauspalko tulee tehdä käyttämällä putkivalmistajan ilmoittamaa elektrodia. Hitsaus tulee suorittaa Merkblatt DVS 1502:n mukaisesti tai nouttamalla hitsausohjeita sivulta 367 lähtien.

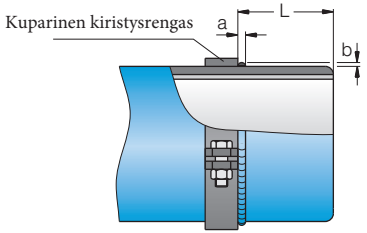
Etäisyys putken pään ja hitsauspalkon välillä, kuten myös hitsauspalkon koko tulee olla alla olevan taulukon mukainen.

Elektrodi tyyppinä esim. Castolin 7330-EC, UTP FN 86, ESAB OK 92.58, Gricast 31 tai 32. .

DN	600	700	800	900	1000
L	116	134	143	149	159
a	9±1	9±1	9±1	9±1	9±1
b	6	6	6	6	6

Hyvän hitsauspalon olemassaolon tasaisella etäisyydellä putken päästä varmistamiseksi, tulee kuparinen hitsausohjain kiinnittää määritetylle etäisyydelle (katso taulukko) putken päästä.

Hitsattavan alueen tulee olla kirkasta metallia. Kaikki liat tai sinkkipinnoitteet on poistettava viilaamalla tai hiomalla.



Kun hitsausohjain poistetaan, leikatun putken pään tulisi vastata alkuperäistä putken pään muotoa ja hitsauspalkon alue tulisi puhdistaa. Lopulta, soveltuva suojapinnoitus tulisi suorittaa molemmille alueille.

Purkaminen
Työnnä putki muhviin akseliaan pitkin, kunnes se on muhvin pohjassa ja irrota lukituspalat muhvin päädyssä olevan aukon kautta.

Erikoisputkistot
Valmistajaa tulee konsultoida, jos tämäntyyppisiä liitoksia käytetään koteloiduissa putkistoissa, siltaputkistoissa, horisontaalisessa suuntaporauksessa tai rumpuputkistoissa.
Jyrkkään rinteeseen putkistot tulee asentaa ylhäältä alas, mikä tarkoittaa sitä, että jokaisen yksittäisen pidennyksen jälkeen lukitus säilyy painovoiman vaikutuksesta. Jos tätä menettelyä ei voida noudattaa, on suoritettava sopivia toimenpiteitä, jotta estetään lukituksen kumoutuminen painovoiman vaikutuksesta.

Muihin järjestelmiin kuuluvien liitosten yhdistäminen BLS® liitoksiin
Valmistajan puoleen kannattaa kääntyä, jos nykyisen tyyppisiä putkenpäitä aiotaan yhdistää muihin järjestelmiin kuuluviin muhveihin.

Elektrodien kulutus

DN	Elektrodien kulutus per hitsauspalko Ø 3.2 mm		Elektrodien kulutus per hitsauspalko Ø 4.0 mm	Vaadittu aika per hitsauspalko [min.]
80	5			15
100	6			18
125	8			24
150	9		–	27
200	12			36
250	15			43
300	17			50
400	8	+	11	57
500	11	+	14	75
600	13	+	16	87
700	16	+	19	105
800	18	+	22	120
900	21	+	25	138
1000	23	+	27	150

Hitsauspalko tulee normaalisti hitsata kahdesti. Juurihitsaus tulee koolle DN 400 ja sitä suuremmille tehdä Ø 4.0 mm hitsauspuikolla.

Hitsauspuikkojen kulutus ja hitsausaika ovat vain arvioita.

DUKTUS

3 POSITIIVISEN LUKITUSSYSTEEMIN KÄYTTÖKOHTEET

DUKTUS

Putkille ja liittimille BLS® liitoksilla on lähes rajattomasti käyttökohteita. Nopea ja helppo asennus sekä korkeat käyttöpaineet ja vetovoimat tekevät niistä soveltuvia lähes kaikkiin painestettuihin putkilinjakohteisiin (vedelle ja jätevedelle).

Tyypillisiä käyttökohteita ovat:

- kaivamattomat asennusmenetelmät
- lumentekosysteemit
- turbiiniputkistot
- sammutusputkistot
- siltaputkistot/maanpäälliset putkistot
- väliaikaiset putkistot (väliaikaisiin vedentoimituksiin)
- kelluvat putkistot
- veden alitukset/siltarummut
- asennukset jyrkkiin mäkiin
- käyttö maanjäristys- ja maansiirtymä alueilla
- kaupunkien vesihuolto/betonityöntöpalojen korvaaminen

Tässä kappaleessa annetaan lyhyt kuvaus käyttökohteista. Tarkempia tietoja saa toimittajalta ja valmistajalta.

Valurautaputkien kaivamattomien asennusmenetelmien käytöllä on pitkät perinteet, sillä näiden tekniikoiden voittoisa kehitys alkoi 80 luvun alkupuolella. Mahdollisiin kaivamattomiin asennusmenetelmiin kuuluvat:

- sujutus (veto), DVGW Työkirja GW 320-1
- sujutus (työntö), DVGW Työkirja GW 320-1
- suuntaporaus (HDD), DVGW Työkirja GW 321
- vanhan putken poistyöntö, DVGW Työkirja 322-1
- apuputkimenetelmä under DVGW Työkirja 322-2
- pakkosujutus, DVGW Työkirja GW 323
- auraus- ja jyrsintämenetelmät, DVGW Työkirja GW 324

Muutamilla poikkeuksilla, yllä mainitut menetelmät edellyttävät BLS® liitosta, sementtilaastipinnoitusta ja peltiokartioita muhvien suojaamiseksi.

Kaivamattomien asennustekniikoiden edut ovat seuraavat:

- erittäin lyhyet asennusajat (5 - 20 minuuttia)
- tämä mahdollistaa putken asennuksen myös suuntaporauksessa
- putki-putkelta kokoonpano mahdollistaa pienten, lyhyiden kuoppien käytön
- liitos kannattaa kuormia heti asennuksen jälkeen
- erittäin suuret ja luotettavat vetovoimat muihin materiaaleihin nähden
- suurilla vetovoimilla on turvallisuutta lisäävä avaikutus
- vetovoimat eivät ole riippuvaisia lämpötiloista
- asennus on mahdollista lähes kaikissa säissä
- sementtilaastipinnoitus takaa mekaanisen ja kemiallisen suojan
- suuri halkaisija- ja pituussuuntainen jäykkyys varmistaa, että käyttöikä ei rajoitu, vaikka tukiolosuhteet olisivat huonot
- kivet ja vanhojen putkien palaset eivät aiheuta ongelmia

DN	PFA [bar][1)]	Sallittu vetovoima F_{all} [kN]		Maksimi kulma-poikkeama muhvissa[3)] [°]	Mutkien minimi säde [m]	Asentaja-määrä	Asennusaika ilman liitoksen suojaamista [min]	Asennusaika käytettäessä suojakartiota [min]	Asennusaika käytettäessä kutistuvaa suojaa [min]
		DV GW [2)]	Duktus						
80*	110	70	115	5	69	1	5	6	15
100*	100	100	150	5	69	1	5	6	15
125*	100	140	225	5	69	1	5	6	15
150*	75	165	240	5	69	1	5	6	15
200	63	230	350	4	86	1	6	7	17
250	44	308	375	4	86	1	7	8	19
300	40	380	380	4	86	2	8	9	21
400	30	558	650	3	115	2	10	12	25
500	30	860	860	3	115	2	12	14	28
600	32	1,200	1,525	2	172	2	15	18	30
700	25	1,400	1,650	1.5	230	2	16	–	31
800	16	–	1,460	1.5	230	2	17	–	32
900	16	–	1,845	1.5	230	2	18	–	33
1000	10	–	1,560	1.5	230	2	20	–	35

1) Laskennan perustana on seinämävahvuus K9. Korkeammat paineet ja vetovoimat ovat tietyissä tapauksissa mahdollisia ja niistä tulisi sopia putkivalmistajan kanssa. 2) Suorissa asennuksissa (maksimi kulmapoikkeama liitosta kohti ollessa 0.5°), voidaan vetovoimanostaa 50 kN:ään. Korkeapainelukko vaaditaan DN 80 - DN 250 putkiin. 3) Nimelliskoossa; * Seinämävahvuusluokat K10

Tarkat kuvaukset yksittäisitä menetelmistä ja siitä, että kuinka valurautaputkien erityisominaisuudet palvelevat menetelmiä, sekä kuvauksia referenssiprojekteista löytyy esitteestä “trenchless installation techniques using ductile iron pipes”.

DUKTUS

The most important factor in the economics of regions dependent on winter sports is the certainty of snow. So, for winter sports resorts to be attractive and for that vital factor to be guaranteed, there are two essential requirements: the use of snow-making systems and hence an assurance that there will be snow on the ski runs for the skiers to swoop down.
For a snow-making system to operate satisfactorily, the main requirement is a reliable water supply system able to meet all the demands that are made on it in high mountainous terrain and by very high pressures of up to 100 bars.
The ruggedness of the material and the flexible socket system, together with the speed and ease of assembly and laying, have made Duktus the market leader all over the world in pipes and fittings for snow-making systems.

The advantages for you:

- maximum safety and reliability at operating pressures up to 100 bars
- fast and uncomplicated laying; no welding required
- a sophisticated product range covering pipes, fittings and the BLS® joint all from one supplier; sizes from DN 80 to DN 500
- deflectable to a max. of 5°, which saves on time and fittings
- working life of > 50 years
- good assortment of pipes and fittings held in stock so short delivery times are possible
- consultancy at the planning stage and training courses for layers given by experts
- technically and economically, the most efficient pipe system on the market
- laying rates of up to 400 m a day are possible
- we are specialists in the production of ductile iron pipes and have had decades of experience
- product quality monitored to EN standards; member of various quality assurance associations; ISO 9001 certified
- our list of reference projects speaks for itself.

Our ductile iron pipes for snow-making systems are available to the following specifications:

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 500
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: zinc coating (200 g/m²) plus finishing layer
- alternative coatings are possible, e. g. cement mortar (ZMU) or Zinc Plus

Operating pressures for BLS® jointed snow-making systems

DN	PFA [bar]	Angular deflection [°]	Locks
80	100	5°	2 locks + HP lock + catch
100	100	5°	2 locks + HP lock + catch
125	100	5°	2 locks + HP lock + catch
150	100	5°	2 locks + HP lock + catch
200	100	4°	2 locks + HP lock + catch
250	100	4°	2 locks + HP lock + catch
300	85	4°	4 locks + 2 catches
400	30	3°	4 locks + 2 catches
500	30	3°	4 locks + 2 catches

Higher pressures available on enquiry!

The operating pressures shown also apply to the fittings. These are given an internal and external epoxy coating to EN 14 901.
Further details of the products for snow-making systems can be found in our leaflet entitled “Snow-making systems”.

3.3 Turbine pipelines

DUKTUS

Turbine pipelines are laid predominantly in terrain which can be classed as extreme. Conditions of this kind and the high operating pressures demand equipment with a performance to suit – ductile iron pipes. The joints between the pressure pipes also need to be easy and quick to make and safe, secure and totally leaktight when made. These demands can be met by the BLS® joint, which has proved its worth a million times over. It means that all the work can be done quick and safely – only a narrow trench to dig out, joints are deflectable, pipes can be laid even in bad weather and the ground can soon be recultivated. The outstanding strength properties of our ductile cast iron pipes and the restraint they provide against tractive and thrust forces ensure that the pipelines to hydroelectric power stations will enjoy trouble-free operation for generations. Electricity from the power of water means clean energy!

The advantages for you:

- maximum safety and reliability for operating pressures up to 100 bars
- fast and uncomplicated laying; no welding required
- a sophisticated product range covering pipes, fittings and the BLS® joint all from one supplier; sizes from DN 80 to DN 1000
- joints deflectable to a max. of 5°, which saves on time and fittings
- long working life
- maximum corrosion protection from high-performance coating systems
- low-abrasion cement mortar lining
- good assortment of pipes and fittings held in stock so delivery times are short
- consultancy at the planning stage and training courses for layers given by experts
- technically and economically, the most efficient pipe system on the market
- laying rates of up to 400 m a day are possible
- we are specialists in the production of ductile iron pipes and have had decades of experience
- product quality monitored to EN standards; member of various quality assurance associations and ISO 9001 certified
- our list of reference projects speaks for itself.

DUKTUS

Our ductile iron pipes for turbine pipelines are available to the following specifications:

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 1000
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: zinc coating (200 g/m^2) plus finishing layer
- alternative coatings are possible, e. g. cement mortar (ZMU) or Zinc Plus

System pressures (pressure pipes and fittings) up to DN 1000 with BLS® restrained socket joints.

DN	PFA [bar]	Max. angular deflection [°]	Locks
80	100	5	2 locks + HP lock + catch
100	100	5	2 locks + HP lock + catch
125	100	5	2 locks + HP lock + catch
150	100	5	2 locks + HP lock + catch
200	100	4	2 locks + HP lock + catch
250	100	4	2 locks + HP lock + catch
300	85	4	4 locks + 2 catches
400	30	3	4 locks + 2 catches
500	30	3	4 locks + 2 catches
600	40	2	9 segments
700	25	1.5	10 segments
800	25	1.5	10 segments
900	25	1.5	13 segments
1000	25	1.5	14 segments

Higher pressures available on enquiry!

The operating pressures shown also apply to the fittings. These are given an internal and external epoxy coating to EN 14 901.

Further details of the products can be found in our leaflet entitled “Ductile iron pipe systems for turbine pipelines”.

3.4 Fire fighting and fire extinguishing pipelines

DUKTUS

Nothing is more important than safety – in tunnels, in structures enclosing roads and railways and in industrial plants the outbreak of a fire is something which is particularly feared and catastrophic incidents in the past have shown how immensely important efficient protective systems are.
A basic requirement for combating a fire successfully is pipelines for fire fighting and fire extinguishing water which will operate properly in an emergency and which are themselves able to withstand the effects of the fire.
Like airbags in a car, fire fighting and fire extinguishing pipelines give an assurance of safety but will hopefully never have to demonstrate their reliability in an emergency. How reassuring it then is to know that only the best of equipment has been used for them. Ductile iron pipes from Duktus provide this reassurance. There are a whole range of significant factors that allow them to do this:

- allowable operating pressures of up to 100 bars
- safety factor of 3 for the pipe wall
- safety factor of 1.5 for the joint systems
- material of the pipes is heat resistant and non-combustible
- fire-resistant for 60 minutes at 900°C
- able to withstand high mechanical stresses
- restrained joints able to accept angular deflections
- experience gained from more than 400,000 m of fire fighting and fire extinguishing pipelines already laid
- a product of tested quality
  (ISO 9001, MPA NRW (North-Rhine Westphalia Materials Testing Institute),
  FM approved, DB (Federal German Railways) approved, MA 39 (Research Centre, Laboratory and Certification Services of the City of Vienna))
- consultancy services at the planning stage, and training in laying given by experts

As well as this, ductile iron pipes also have an extremely long technical working life, and have many possible uses and many ways in which they can be adapted, e. g. by means of different variant coatings.

Basic documents for planning

In Germany, fire fighting pipelines and sprinkler systems are generally designed to meet technical rule VdS CEA 4001 (VdS Schadenverhütung GmbH, CEA – Comité Européen des Assurances).
The principal parts of EN 12 845 are in conformity with VdS CEA 4001. In Austria, design is to TRVB S 127. However, the American standards of the NFPA (National Fire Protection Association) – and also, in a modified or developed form, the FM (Factory Mutual) standards – are becoming increasingly popular with international clients and are now generally accepted by German approving authorities as well.
In certain cases, there may also be company-specific, supplementary or independent sets of rules which are crucial. An example of this is the guideline issued by the German Federal Railway Authority dealing with "Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln" [Requirements for protection against fire and disasters to be met in the construction and operation of railway tunnels].

Certificates/Approvals

Ductile iron pipes from Duktus are a first choice when the right pipe material is being laid down for fire fighting or fire extinguishing pipelines regardless of whether these are wet pipelines (permanently charged with water) or dry pipelines (only charged with water when required). There is no better proof of this than the more than 400,000 metres of pipes which have already been installed.
The logical consequence is that ductile iron pipes to EN 545 are listed in all the relevant standards, rules and requirements and are approved for use in fire fighting and fire extinguishing pipelines. In VdS CEA 4001, chapter 15.1.1, ductile iron pipes are listed in first place among the only pipeline materials which can be used. There is of course FM approval for underground pipes and fittings of nominal sizes from DN 80 to DN 500 with BLS® push-in joints. The relevant details can be found in the Table below. Deutsche Bahn AG, the federal German railway company, shows ductile iron pipes with BLS® push-in joints as suitable pipe equipment for fire fighting and fire extinguishing pipelines for use in its tunnels in its technical notice "TM 2010-024 I.NVT 4 (K)". This applies both to pipelines laid in the floors of tunnel and to suspended pipelines.

FM APPROVED

ISO 14001 TÜV SÜD ISO 9001

MPA NRW. geprüft und überwacht

DUKTUS

Our ductile iron pipes for fire fighting and fire extinguishing pipelines are available to the following specifications:

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 1000
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: zinc coating (200 g/m²) plus finishing layer
- alternative coatings are possible, e. g. cement mortar (ZMU), WKG or Zinc Plus

Allowable operating pressures of the BLS® push-in joint

DN	d_1 [mm]	D [mm][1)]	t [mm]	PFA [bar][2)]	FM [bar]	Max. allowable angular deflection [°]	Number of locking segments
80[4)]	98	156	127	100/110[3)]	16	5	2/3[3)]
100[4)]	118	182	135	75/100[3)]	16	5	2/3[3)]
125[4)]	144	206	143	63/100[3)]	16	5	2/3[3)]
150[4)]	170	239	150	63/75[3)]	16	5	2/3[3)]
200	222	293	160	42/63[3)]	16	4	2/3[3)]
250	274	357	165	40/44[3)]	16	4	2/3[3)]
300	326	410	170	40	16	4	4
400	429	521	190	30	16	3	4
500	532	636	200	30	16	3	4
600	635	732	175	32	–	2	9
700	738	849	197	25	–	1.5	10
800	842	960	209	16/25[4)]	–	1.5	10
900	945	1,073	221	16/25[4)]	–	1.5	13
1000	1,048	1,188	233	10/25[4)]	–	1.5	14

1) Guideline value, 2) Operating pressure (PFA): allowable operating pressure in bars – basis for calculation was wall thickness class K9, 3) with high-pressure lock, 4) wall-thickness class K10

The operating pressures shown also apply to the fittings. These are given an internal and external epoxy coating to EN 14 901.

Further details of the products can be found in our leaflet entitled “Ductile iron pipe systems for fire protection systems”.

3.5 Bridge pipelines and above-ground pipelines

Whether they are suspended from bridges or laid on supports, there are three main problems affecting pressure pipelines laid above ground:

1. the risk of freezing in winter
2. the heating up of the pipes and hence of the medium in summer
3. thrust blocks are difficult to construct

Heat-compensating ductile iron (= WKG; the German is wärmekompensierende Guss) pipes and fittings with BLS® joints provide a practicable solution to these three problems.

The advantages of this system are obvious:

- the joint is quick and easy to assemble
- no thrust blocks required
- insulation for pipes and double socket bends is applied in the factory
- trace heating is possible
- very low coefficient of thermal expansion
- any variations in length can generally be compensated for by sockets and fittings
- one support per pipe is usually adequate

Further details of thermally insulated ductile iron pipe systems can be found in Chapter 6 or in the leaflet entitled “Gussrohrsysteme für Frostgefährdete Leitungen”.

3.6 Temporary pipelines (for replacement water supplies)

DUKTUS

As described in Chapter 3.5, ductile iron pipelines with BLS® joints can be laid above ground. Pipelines laid in this way do not always require thermal insulation. This is for example the case when the pipe diameter is large and the rate of flow high, when the medium carried stands still for only short periods, when there is no risk of freezing or when the medium is not sensitive to fluctuations in temperature.

The advantages of ductile iron pipe systems for temporary pipelines are as follows:

- safety from vandals (ductile iron pipes will resist almost any attack)
- the joint is easy and quick to assemble
- high laying rates
- disassembly with no damage or destruction
- the pipes and fittings can be re-used
- no thrust blocks required
- high operating pressures are possible

Our ductile iron pipes for temporary pipelines are available to the following specifications:

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 1000
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: zinc coating (200 g/m^2) plus finishing layer
- alternative coatings are possible, e. g. cement mortar (ZMU), WKG or Zinc Plus

Further information on the technique concerned and of how the special properties of ductile iron pipes cater for it together with details of reference projects can be found in our manual entitled “Trenchless installation techniques using ductile iron pipes”.

The floating-in of ductile iron pipes is probably the most unusual of the “trenchless” techniques available.
At sizes of DN 250 and above, the buoyancy of a sealed ductile iron pipe is so great that it is able to float without the need for any other bodies to provide buoyancy. This means that basically there are two possible ways of getting a pipe string out onto the water and, in the end, down below the water. At sizes up to and including DN 200 and depending on the wall thickness, additional floats may be required, while at sizes of DN 250 and above the pipe string can be installed as a self-supporting floating unit.
Due to unpredictable loads from the waves, the sinking process, the nature of the sea or river bed and subsequent movements of the sea or river bed, etc., it is generally only pipes with the positive locking BLS® joint which should be used for floating-in. This is turn means that the pipeline should be pulled in so that the joints remain extended and thus securely locked. The preferred external coating for floating-in and for the subsequent laying in generally muddy sea or river beds is the cement mortar coating.

Our ductile iron pipes for floating-in are available to the following specifications:

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 1000
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: cement mortar coating (Duktus ZMU)
- alternative coatings are possible, e. g. zinc coating (200 g/m^2) plus finishing layer, or Zinc Plus

Further information on this technique and of how the special properties of ductile iron pipes cater for it together with details of reference projects can be found in our manual entitled “Trenchless installation techniques using ductile iron pipes”.

3.8 Crossings below waterways/ culvert pipelines

DUKTUS

Culvert pipelines are used to make crossings below waterways or below structures. The pre-assembly of the pipe string can be carried out in the dry – the positive locking BLS® joint makes it possible for the subsequent pulling-in to be carried out.

Culvert pipelines are often lifted in by cranes, pulled into prepared channels by winches or installed trenchlessly by the horizontal direction drilling technique.

All these techniques make severe demands on the material of the pipes, on the joint mechanism and on the external protection which the pipes have. Consequently, what are used for them are generally only ductile iron pipes with positive locking joints and a cement mortar coating.

A detailed description on the subject of crossings below waterways and culvert pipelines together with details of reference projects can be found in our manual entitled “Trenchless installation techniques using ductile iron pipes”.

3.9 Laying on steep slopes

When a pipeline is being laid on a steep slope (gradient > 20 % to 30 %), there are a number of factors that make it advisable for the positive locking BLS® system to be used. In the first place there are sometimes tremendous forces that come into play, due to

- the weight of the pipes. The resultant force acting down the slope causes the pipe string to exert a pull at the top end of the steeply sloping pipeline. At this point there is usually a bend (a double socket bend) and a not inconsiderable tractive force may thus be generated at its socket
- the pressure in the pipeline. This causes additional forces to act both on the bend at the top and on that at the bottom
- slip of the material filling the trench. If the material filling the trench begins to slip, this exerts a pull on the pipeline due to the skin friction between the soil and the surface of the pipes. This too transmits additional forces to the socket joints of the bend at the top.

In the second place, a steep slope usually constitutes inaccessible terrain and in terrain of this kind a pipe joint ought to be able to be assembled as quickly and as easily as possible. All the above factors make it advisable for the BLS® system to be used.
This system combines very high tractive forces and operating pressures with very simple and hence very quick assembly. What is more, if our cement mortar coating (Duktus ZMU) is added, any replacement of soil on the steep slope can be dispensed with, thus reducing the risk of slippage of the material filling the trench.

3.10 Use in regions at risk of earthquakes or settlement

DUKTUS

All over the world there are many settled areas which are situated in regions where the ground moves periodically, which may be the result of earthquakes or may be the result of mining subsidence in regions affected by mining. There are often large towns in these regions whose infrastructure is put at serious risk and there have been no lack of attempts to apply special methods of construction in order to minimise the damage in the event of earthquakes or mining subsidence.
Under EN 508, the designer is under an obligation to decide on the right pipe material for installation work which is planned. The designers and operators of water pipeline networks cannot always estimate all the imponderables which affect the loads on pipelines and their joints. This is particularly true when installation takes place under the following conditions:

- regions affected by mining subsidence
- unstable soils
- regions at risk of earthquakes
- slopes.

The allowable operating pressures and angular deflections of ductile iron pipes with restrained socket joints are laid down in the technical documentation such as in manufacturer's catalogues, FGR/EADIPS publications, e. g. FGR/EADIPS standard 66, DVGW (German Technical and Scientific Association for Gas and Water) codes, e. g. DVGW Arbeitsblatt GW 368, and so on. The figures laid down include a large safety factor but there are no quantitative details of the extreme loads which can be carried for brief periods, e. g. when acted on by an earthquake, without the pressure-tightness function being lost.
In a series of tests tailored specifically to the conditions existing during movements of the ground, it has been determined what actual safety factors ductile iron pipes can be expected to show under catastrophic conditions. For this purpose, leak tests were carried out on DN 200 pipes for water pipelines by applying to their joints angular deflections which went far beyond that laid down in the product standard EN 545. The aim was to find out up to what angular deflection the system would remain serviceable and leaktight under extreme circumstances. It was deliberately accepted that the components might suffer damage provided the system continued to function.
A serious earthquake is generally accompanied by extensive destruction, which has to be repaired anyway after it has happened. The main problem is to ensure a supply of water for drinking and fire extinguishing which will operate reliably even under catastrophic conditions. The test strings assembled consisted in each case of two socketed pipes. At the ends, the spigot ends and sockets were sealed off with fittings and

blank flanges which had air inlet and outlet openings. One pipe was held fixed in the axial and horizontal directions
The test string was filled with water, bled of air and raised to an internal pressure of 20 bars. This pressure was selected to give conditions as close as possible to those existing in practice. The joint was then subjected to continuous angular deflection (to the point of failure).

Results:
The pipes with BLS® joints could be deflected angularly by up to 24°.
Only then did the first leaks become apparent. For a 6 metre long pipe, an angular deflection of 24° is equal to an off-axis deflection of around 2.5 m.
Parts of the spigot ends of the pipes were damaged in the tests. The walls of the pipes were dented by the inner circumference of the socket, and the cement mortar coating flaked off at these points. Despite the extreme angular deflections and the dents which they caused, the joints remained serviceable and leaktight.

3.11 Urban water supply/replacement of concrete thrust blocks

DUKTUS

It is not just for special installation techniques and special loads that pipes and fittings with BLS® joints can be used. They are also an ideal system for urban water supply.

The advantages of the BLS® system for urban water supply are as follows:

- easy and above all safe to handle
- no special equipment required for assembly
- assembly is fast (about 5 min. per joint)
- angular deflectability up to a maximum of 5° (saves on fittings)
- joint rotatable through 360° with no loss of performance
- restrained (no thrust blocks required)
- clamping ring does away with any welding
- full range of fittings
- gate valves, butterfly valves, hydrants, etc. are available
- gate-valve-equipped intersections with no flanged joints are possible
- no restrictions on use (e. g. can be used for trenchless techniques and on steep slopes)

Pipes with BLS® joints are available to the following specifications

- laying length of 6 m
- nominal sizes of DN 80 to DN 1000
- internal protection: cement mortar lining
- external protection: zinc coating (200 g/m^2) plus finishing layer
- alternative coatings are possible, e. g. cement mortar (ZMU) or Zinc Plus

Fittings are given an internal and external epoxy coating to EN 14 901.

DUKTUS

4 EI-POSITIIVINEN LUKITUSSYSTEEMI

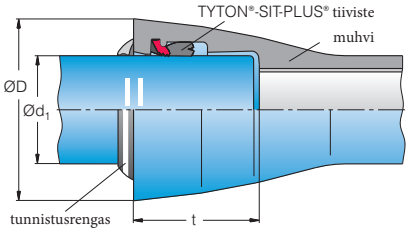
Tämä kappale käsittelee ainoastaan ei-positiivisia push-in liitoksia.

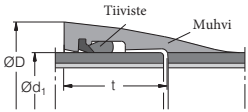
Alla käsitelllään seuraavia ei-vetokestäviä liitoksia:

- **TYTON liitos (TYT) DIN 28 603 mukaisesti, DN 80 - DN 1000**
  TYTON on ollut johtava liitosmenetelmä markkinoilla vuodesta 1965 lähtien. Sen maksimi taittokulma on 5°, se suojaa läpitunkeutuvilta juurilta ja on vesitiivis kaikissa sisäisissä vedenpaineissa.
- **Ruuvattu muhviliitos (SMU) DIN 28 601 mukaisesti, DN 40 - DN 400**
  Saatavilla tietyille liittimille kuten laipallisille muhveille ja kauluksille.
  Sopii kaikkiin jälkikäteen tehtyihin liitoksiin jo olemassa oleviin putkistoihin.
- **Pultattu laippaliitos (STB), DIN 28 602 mukaisesti, DN 400 - DN 1000**
  Saatavilla tietyille liittimille kuten laipallisille muhveille ja kauluksille.
  Sopii ennen kaikkea jälkikäteen tehtyihin kytkentöihin jo olemassa oleviin putkistoihin.

ja seuraavaa liitosta, joka on tehty vetoakestäväksi kitkalukolla:

- **BRS® liitos (tunnetaan myös TYTON®-SIT-PLUS®** liitoksena)
  BRS liitos on saatavilla kokoina DN 80 - DN 600. Vaihtamalla TYTON® tiivisteen TYTON®-SIT-PLUS® tiivisteeseen saadaan aikaiseksi kitkalukitus BRS® systeemiin.





Käyttökohteet/edut
Putket ja liittimet ei-positiivisilla liitoksilla on pääasiassa suunniteltu tavanomaisiin avokaivuu menetelmiin. Pakkosujutus push-in menetelmällä (katso DVGW GW 320-1) käyttämällä TYTON® putkia on poikkeus tästä säännöstä.
DVGW Arbeitsblätter GW 320-1 - GW 324 mukaisesti, edes kitkalukitus liitokset kuten BRS® **eivät ole soveltuvaisia kaivamattomiin menetelmiin**.
Valmistajaa tulee konsultoida aina ennen ei-positiivisten lukitusliitosten käyttöä rumpu- ja siltaputkistoissa sekä ennen asennusta jyrkkiin rinteisiin, suojaputkiin ja huoltotunneleihin tai epävakaisiin maaperäolosuhteisiin.
Kun aksiaalityöntökappaleita on normaalisti käytettävä esim. ei vetoakestävien kulmien, liitosten ja kavennusten kanssa (esim. DVGW GW 310 mukaisesti), tämä ei ole tarpeellista kitkalukituksellista BRS® systeemiä käytettäessä. Ilman aksiaalityöntökappaleita, vetoakestäväksi vaadittavan putkiston pituus tulee huomioida (esim. DVGW GW 368 mukaisesti) tai koko putkilinjassa tulee käyttää BRS® liitoksia.
Aksiaalityöntökappaleiden käytön välttäminen on kitkalukitusliitosten keskeinen käyttötarkoitus.
Aksiaalityöntökappaleiden mitoitusta ja vetoakestävyyden vaativaa putkilinjan pittuutta käsitellään kappaleessa 7.

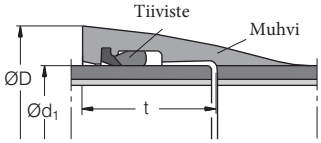
PFA – sallittu käyttöpaine
EN 545:2010 mukaisesti pallografiittiputket ei-vetoakestävillä push-in liitoksilla (kuten TYTON® liitoksilla) on jaettu eri paineluokkiin. Näitä paineluokkia kutsutaan myös C luokiksi. **Putken maksimi PFA vastaa sen paineluokkaa. (esim. C 50 = PFA 50 bar). Tämä koskee ainoastaan ei vetoakestäviä putkia.**
Mikäli sama putki on vetoakestävässä muodossa esim. TYTON®-SIT-PLUS® tiivistettä käytettäessä, tämä pudottaa sallittua PFA:ta.

Esimerkki: DN 200 – C 50
Ei-vetoakestävässä muodossa, putken sallittu PFA on 50 baria. Mikäli TYTON®-SIT-PLUS® tiivistettä käytetään, PFA putoaa 16 bariin.
Koskien BRS® liitoksen sallittua PFA:ta C luokan ja nominaalikoon funktiona, katso sivu 129 lähiten.

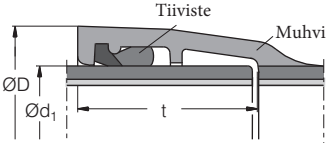
PMA = 1.2 x PFA = sallittu käyttöpaine
PEA = 1.2 x PFA + 5 = sallittu testipaine
Pallografiittivalurautaisia putkia ja liittimiä voidaan käyttää -0.6 bar jatkuvassa negatiivisssa paineessa tai -0.9 bar väliaikaisessa negatiivisessa paineessa.

DUKTUS

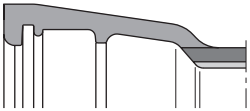
TYTON® push-in liitos DIN 28 603



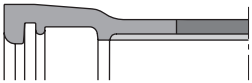
DN 80 - DN 600



DN 700 - DN 1000



Muhvi liittimille

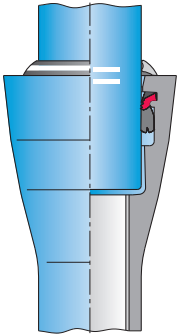


Laippamuhvi

DN	Mitat [mm]			Paino [kg] ~				Maksimi kulma-poikkeama
				Muhvi			Tiiviste	
	Ø d_1	Ø D[1)]	t	Putki	Liitin	Laippa-muhvi		
80	98	142	84	3.4	2.8	2.4	0.13	5°
100	118	163	88	4.3	3.3	3.1	0.16	
125	144	190	91	5.7	4.5	4.0	0.19	
150	170	217	94	7.1	5.6	4.9	0.22	
200	222	278	100	10.3	8.0	7.1	0.37	
250	274	336	105	14.2	11.1	9.7	0.48	
300	326	385	110	18.6	14.3	12.5	0.67	
350	378	448	110	23.7	17.1	15.2	0.77	4°
400	429	500	110	29.3	20.8	18.6	1.1	
500	532	607	120	42.8	31.7	27.6	1.6	3°
600	635	732*	120	59.3	42.3	36.2	2.3	
700	738	849*	197	79.1	71.2	59.1	4.3	
800	842	960*	209	102.6	95.4	79.8	5.2	
900	945	1,073*	221	129.9	150.3	122.7	6.3	
1000	1,048	1,188*	233	161.3	186.9	152.1	8.3	

1) Ohjearvo; *) Pienempi D saatavilla kysyttäessä; PFA = C-Luokka, katso sivut 132-133

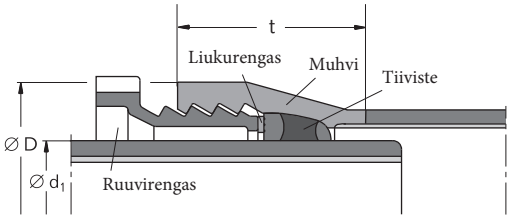
BRS® liitos



Valmistajan teknologiaosastoa tulisi konsultoida aina ennen kuin ei-positiivisia lukitusliitoksia käytetään holvirumpu- ja siltaputkistoissa sekä ylös asennettavissa putkistoissa, kuten myös ennen asennusta jyrkkiin rinteisiin, suojaputkiin, huoltotunneleihin tai epävakaisiin maaperiin. BRS® liitos ei sovellu kaivamattomiin asennustekniikoihin!

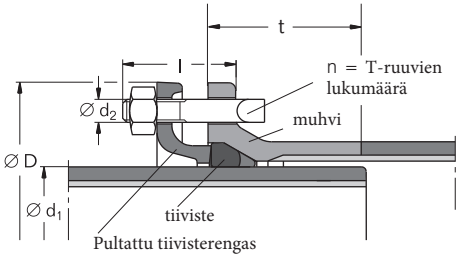
DN	maksimi PFA	Maksimi kuolmapoikkeama	Paino [kg] ~ Tiiviste
80	32	3°	0.15
100	32	3°	0.17
125	25	3°	0.20
150	25	3°	0.24
200	25	3°	0.41
250	25	3°	0.56
300	25	3°	0.93
350	25	3°	1.15
400	16	2°	1.44
500	16	2°	2.20
600	10	2°	2.93

PFA: sallittu käyttöpaine (bar); voi olla alempi riippuen paineluokasta PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5



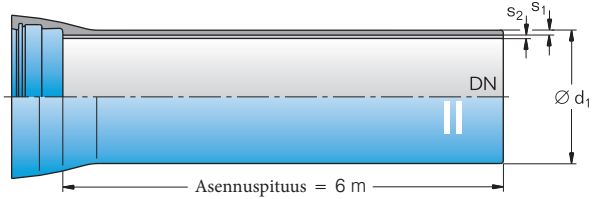
DN	Mitat [mm]			Paino [kg] ~			Maksimi kulma-poikkeama	PFA
	Ø d_1	Ø D	t	Ruuvi-rengas	Liuku-rengas	Tiiviste		
80	98	146	84	1.4	0.07	0.12	3°	40
100	118	166	88	1.9	0.08	0.15		
125	144	197	91	2.7	0.09	0.19		
150	170	224	94	3.2	0.11	0.23		
200	222	280	100	4.5	0.17	0.36		
250	274	336	106	6.3	0.21	0.50		
300	326	391	110	8.1	0.30	0.66		
350	378	450	113	10.5	0.35	0.84		25
400	429	503	116	12.7	0.40	1.05		25

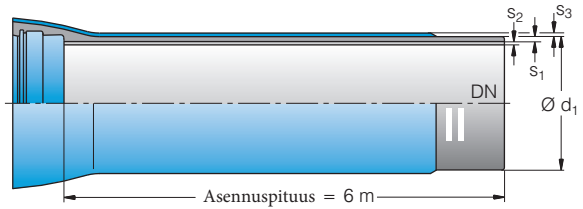
PFA: sallittu käyttöpaine (bar); voi olla alempi riippuen paineluokasta PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5



DN	Mitat [mm]						Paino [kg] ~			Maksimi kulma-poikkeama	PFA
	Ø d_1	Ø D	Ø d_2	l	n	t	Pultattu tiivisterengas	Tiiviste	T-ruuvi		
400	429	570	M 20	90	12	132	10.6	0.8	5.5	3°	25
500	532	680	M 20	100	16	138	15.0	1.1	7.7		25
600	635	790	M 20	100	16	143	20.9	1.5	7.7	2°	25
700	738	900	M 20	110	20	149	27.2	1.9	10.0		16
800	842	1,010	M 20	110	24	154	34.1	2.3	12.0	1.5°	16
900	945	1,125	M 20	120	24	160	44.0	2.9	12.5		16
1000	1,048	1,250	M 24	120	24	165	56.9	3.5	18.5		16

PFA: sallittu käyttöpaine (bar); voi olla alempi riippuen paineluokasta PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5





Ulkoinen pinnoitus
- sementtilaastipinnoitus (Duktus ZMU)
- sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella
- sinkki-alumiinipinnoitus viimeistelykerroksella (Duktus Zinc PLUS)
- WKG pinnoitus

Sisäinen pinnoitus
- maasuunisementti
- alumiinisementti

Katso pinnoitusten käyttökohteet: Kappale 6

DN	d_1 [mm]	C 30		C 40			C 50			C 64			C 100			Paino ZMU [kg]	s_2	s_3
		S_1	Paino [kg]	S_1	Paino [kg]	PFA BRS®	S_1	Paino [kg]	PFA BRS®	S_1	Paino [kg]	PFA BRS®	S_1	Paino [kg]	PFA BRS®			
80	98 $^{+1}_{-2.7}$						3.5	79.1	16				4.7 [3]	94.0	32	19.5	4	
100	118 $^{+1}_{-2.8}$						3.5	98.7	16				4.7 [3]	118.4	32	24.0	4	
125	144 $^{+1}_{-2.8}$						3.5	125.2	16	4.8 [3]	150.4	25	5.0	155.5	25	28.0	4	
150	170 $^{+1}_{-2.9}$						3.7 [1]	154.3	16	4.7 [2] 5.0 [3]	175.4 183.8	25	5.9	205.8	25	33.0	4	
200	222 $^{+1}_{-3.0}$						3.9	209.1	16	5.0 [2] 5.5 [3]	245.4 259.2	25	7.7	323.1	25	43.0	4	
250	274 $^{+1}_{-3.1}$			4.2 [1]	272.9	16	5.2 [2]	316.3	25	6.1	347.4	25	9.5	468.1	25	52.0	4	
300	326 $^{+1}_{-3.3}$			4.6	351.8	16	5.7 [2]	410.0	25	7.3	475.8	25				63.0	4	5
350	378 $^{+1}_{-3.4}$	4.7	416.1	6.0 [2]	496.0	25	6.6	524.8	25	8.5	615.6	25				72.0	5	
400	429 $^{+1}_{-3.5}$	4.8	513.3	6.4 [2]	601.3	16	7.5	661.5	16	9.6	775.4	16				82.0	5	
500	532 $^{+1}_{-3.8}$	5.6	707.4	7.5	837.4	16	9.3	959.7	16							101.0	5	
600	635 $^{+1}_{-4.0}$	6.7	982.1	8.9	1,162.0	10										121.0	5	
700	738 $^{+1}_{-4.3}$	7.8	1,268.8	10.4	1,516.0	–										140.0	6	
800	842 $^{+1}_{-4.5}$	8.9	1,631.8													160.0	6	
900	945 $^{+1}_{-4.8}$	10.0	1,994.4													179.0	6	
1000	1,048 $^{+1}_{-5.0}$	11.1	2,395.9													199.0	6	

1) C40 - EN545:2006 mukaisesti; **2) K9 - EN 545:2006 mukaisesti; 3) K10 - EN 545:2006 mukaisesti**
s_1) Minimi seinämäpaksuus mm; s_2) Sementtilaastivuorauksen normaalipaksuus mm; s_3) ZMU:n nominaalipaksuus mm; Putkien paino = teoreettiset kg luvut sisältäen sementtilaastipinnoitteen, sinkki-alumiini pinnoitteen ja epoksi viimeistelyn; ZMU:n paino = ZMU:n lisäämä paino (kg;)

PFA: sallittu käyttöpaine (bar)
PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5. The PFA of TYTON® putkien PFA on niiden C luokan mukainen; punaisten laatikoiden sisällä kaikki pinnoitteet ovat mahdollisia, laatikoiden ulkopuolelaa ainoastaan Zinc Plus

Yhteensopivuus
Ellei toisin ole mainittu, kaikki liittimet ovat DIN 28 603 (TYTON®) mukaisia. Tämä tarkoittaa, että TYTON®-SIT-PLUS® tiivisteet voidaan myös asentaa niiden muhveihin ja täten aikaansaada kitkalukittu BRS® push-in liitos

Asennuspituudet
Ellei toisin ole mainittu, liittimien asennuspituudet (Lu) ovat A sarjan EN 545 mukaisia.

Laippaliitokset (katso Kappale 5)
Koskien laippaliitoksia, on erittäin tärkeää tietää vaadittu PN paineluokka. Lisävarusteet kuten kuusiuuvit, mutterit, aluslevyt ja tiivisteet tulee hankkia erityistoimittajilta.

Pinnoitus (katso Kappale 6)
Ellei muualla ole toisin mainittu, kaikki alla esitetyt liittimet toimitetaan 250 µm paksuisella sisäisellä ja ulkoseilla epoksipinnoitteella.
Pinnoite on EN 14 901 mukainen ja vastaa GSK:n vaatimuksia.
Kaikki EN 545 mukaiset liittimet, voidaan liitteen D.2.3. mukaisesti asentaa kaikkien korroosiotyyppien maaperiin.

RAL GÜTEZEICHEN
SCHWERER KORROSIONSSCHUTZ
VON ARMATUREN UND FORMSTÜCKEN

Sallittu käyttöpaine (PFA) (ellei muuta mainittu)

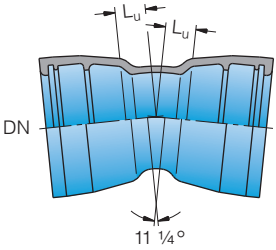
<table>
<tr><th rowspan="2">DN</th><th colspan="5">PFA [1] [bar]</th></tr>
<tr><th>TYTON®</th><th>BRS [2]</th><th>Ruuvattava muhviliitos</th><th>Pultattu nivelliitos</th><th>Laippa</th></tr>
<tr><td>80</td><td rowspan="2">100</td><td rowspan="2">32</td><td rowspan="6">40</td><td rowspan="6">–</td><td rowspan="15">PFA = PN</td></tr>
<tr><td>100</td></tr>
<tr><td>125</td><td rowspan="3">64</td><td rowspan="5">25</td></tr>
<tr><td>150</td></tr>
<tr><td>200</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="3">50</td></tr>
<tr><td>300</td></tr>
<tr><td>350</td><td>25</td></tr>
<tr><td>400</td><td rowspan="3">40</td><td>16</td><td rowspan="3">25</td></tr>
<tr><td>500</td></tr>
<tr><td>600</td><td>10</td></tr>
<tr><td>700</td><td rowspan="4">30</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">16</td></tr>
<tr><td>800</td></tr>
<tr><td>900</td></tr>
<tr><td>1000</td></tr>
</table>

1) PFA: sallittu käyttöpaine (bar) PMA = 1.2 x PFA; PEA = 1.2 x PFA + 5
2) PFA: riippuu käytetyn putken C luokasta, katso sivut132-133

Toimituksen sisältö

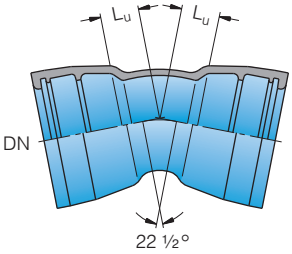
Muhviliitostoimitukset pitävät sisällään tarvittavat tiivisteet ja ruuvattavien muhviliitosten ja pultattavien muhviliitosten tapauksissa ne pitävät sisällään kaikki vaadittavat komponentit (liukurenkaat, ruuvirenkaat, pultatut nivelrenkaat, T-ruuvit). Laippaliitoksia koskien, tiivisteet, pultit, mutterit ja aluslevyt eivät sisälly toimitukseen.

Muhvikulma
MMK 11
11¼°
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	30	100	7.5
100	30		8.5
125	35	64	12.8
150	35		16.5
200	40		24.9
250	50	50	34.2
300	55		43.0
350	60		60.5
400	65	40	70.9
500	75		100.0
600	85		140.0
700	95	30	190.7
800	110		271.2
900	120		393.5
1000	130		495.7

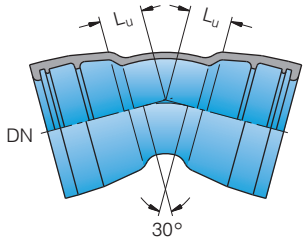
MMK 22
22½° muhvikulmat
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	40	100	7.7
100	40		9.4
125	50	64	13.3
150	55		17.5
200	65		21.0
250	75	50	30.7
300	85		40.4
350	95		64.6
400	110	40	80.2
500	130		100.4
600	150		140.5
700	175	30	185.7
800	195		315.8
900	220		456.0
1000	240		575.9

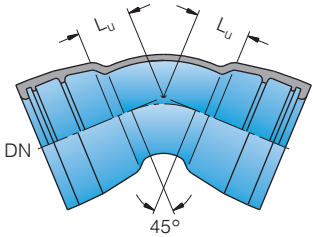
MMK 30
30° muhvikulma
DIN 28 650 mukaisesti

DUKTUS



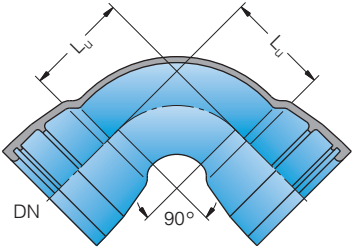
DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	45	100	7.7
100	50		9.7
125	55	64	14.0
150	65		18.0
200	80		22.0
250	95	50	32.0
300	110		43.2
350	125		71.5
400	140	40	85.3
500	180		109.2
600	200		155.9
700	230	30	275.3
800	260		345.9
900	290		496.3
1000	320		630.3

MMK 45
45° muhvikulma
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	55	100	8.1
100	65		10.0
125	75	64	14.1
150	85		18.4
200	110		24.6
250	130	50	35.7
300	150		48.7
350	175		76.9
400	195	40	86.0
500	240		127.0
600	285		183.6
700	330	30	296.7
800	370		406.1
900	415		577.9
1000	460		737.2

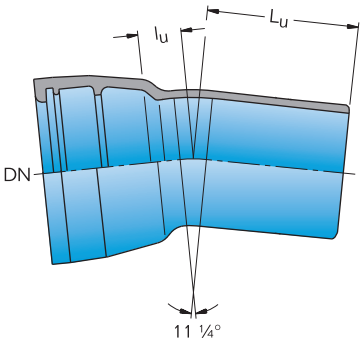
MMQ
90° Muhvikulma
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	100	100	8.2
100	120		10.6
125	145	64	15.6
150	170		19.6
200	220		30.9
250	270	50	50.6
300	320		69.1
350 [1)]	410		96.8
400 [1)]	430	40	119.0
500 [1)]	550		199.4
600 [1)]	645		365.0
700 [1)]	720	30	449.0
800 [1)]	800		613.0

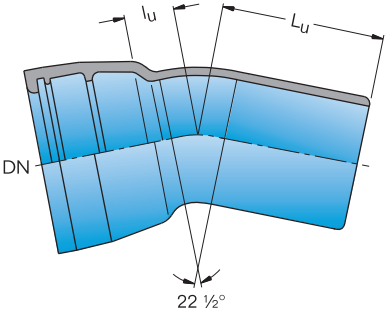
1) Valmistajan standardin mukaisesti

MK 11
11¼° muhvikulmayhde
valmistajan standardin mukaisesti



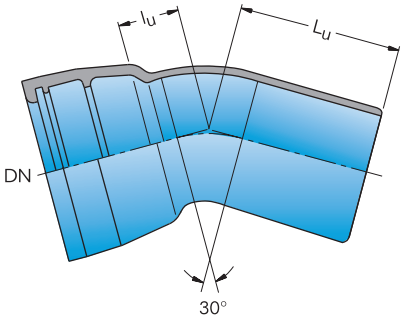
DN	Mitat [mm] L_u	l_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	240	30	100	7.6
100	243	33		9.8
125	261	36	64	14.0
150	284	40		18.0
200	311	46		27.0
250	255	50	50	37.8
300	260	60		47.0
350	235	65		46.0
400	238	70	40	66.9
500	250	85		83.2
600	287	95		163.0
700	340	110	30	249.0
800	375	125		286.0

MK 22
22½° muhvikulmayhde
valmistajan standardin mukaisesti



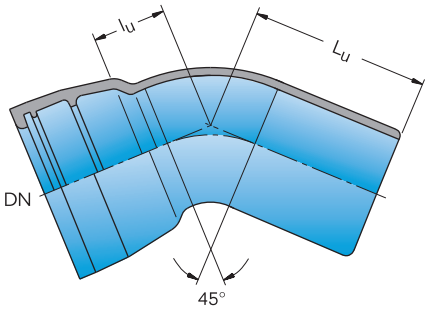
DN	Mitat [mm] L_u	l_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	248	38	100	8.1
100	253	43		9.7
125	274	49	64	15.1
150	299	55		18.4
200	331	66		29.2
250	260	75	50	37.8
300	265	90		50.2
350	270	100		52.0
400	278	110	40	76.7
500	300	135		97.0
600	357	155		163.0
700	420	190	30	336.0
800	455	205		460.0

MK 30
30° muhvikulmayhde valmistajan standardin mukaisesti



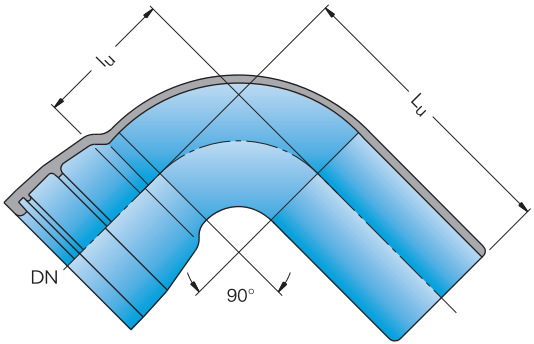
DN	Mitat [mm] L_u	l_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	253	44	100	7.4
100	260	50		10.8
125	283	57	64	15.1
150	309	65		20.0
200	345	80		30.8
250	270	95	50	38.9
300	280	110		52.9
350	295	125		56.0
400	308	140	40	76.5
500	335	170		107.0
600	412	200		178.0
700	480	250	30	286.0
800	510	260		350.0

MK 45
45° muhvikulmayhde
valmistajan standardin
mukaisesti

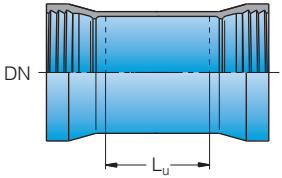


DN	Mitat [mm] L_u	l_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	265	55	100	8.4
100	274	65		10.8
125	301	76	64	16.2
150	331	87		20.5
200	374	109		33.5
250	300	130	50	44.3
300	315	155		59.4
350	345	175		68.0
400	368	200	40	91.0
500	405	240		187.0
600	529	285		250.5
700	610	380	30	441.0
800	625	370		–

MQ
90° muhvikulmayhde
valmistajan standardin mukaisesti



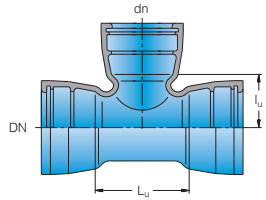
DN	Mitat [mm] L_u	l_u	PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	312	102	100	9.0
100	333	123		11.2
125	374	149	64	18.4
150	419	174		25.4
200	491	226		43.8
250	583	280	50	76.1
300	660	330		83.2
350	580	410		139.0
400	625	430	40	186.3
500	715	550		235.4
600	805	645		314.0
700	900	720	30	473.0
800	1,080	800		644.5



DN	Liitos	L_u [mm]	PFA [bar]	Paino [1] [kg]
80	Ruuvimuhvi muhvi	160	40	7.7
100		160		9.3
125		165		12.5
150		165		14.6
200		170		22.2
250		175		30.0
300		180		37.2
350		185	25	47.0
400		190		60.3
500	Pulttitiiviste	200		119.3
600		210		162.7
700		220	16	210.3
800		230		249.9
900		240		305.0
1000		250		386.0

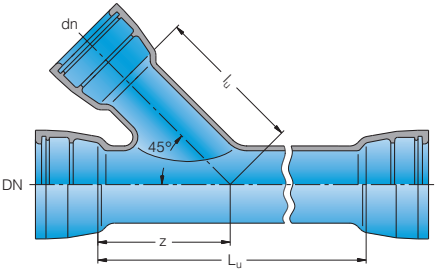
1) Ei pidä sisällään liitosten ruuvirengasta tai pulttitiivisterengasta

MMB muhvihaara 90°
EN 545 mukaisesti



DN	dn	L_u [mm]	l_u [mm]	PFA [bar]	Paino [kg]
80	40 1)2)	170	80	40	10.5
	80		85	64	13.7
100	40 1)2)	190	90	40	13.6
	80		95	64	14.7
	100				16.6
125	40 1)2)	170	100	40	15.1
	80		105	64	16.5
	100	195	110		17.8
	125	225	110		19.9
150	40 1)2)	170	115	40	18.2
	80		120	62	19.9
	100	195			20.9
	150	255	125		25.5
200	40 1)2)	200	140	40	29.5
	80 1)		145	50	30.0
	100				31.0
	150	255	150		41.0
	200	315	155		44.6
250	80 1)	200	170	43	44.4
	100		175		45.3
	125 1)		175		45.5
	150	260	180		50.4
	200	315	185		54.4
	250	375	190		63.9
300	80 1)	205	195	40	55.5
	100	205	200		57.0
	150 1)	320	200		60.7
	200	320	205		64.4
	250 1)	430	210		79.6
	300	430	215		89.4

1) Valmistajan standardin mukaisesti; 2) Ruuvimuhviliitos; paino ei sisällä ruuvirengasta

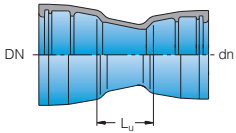


DN	dn	Mitat [mm] L_u	l_u	z	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	80	270	200	200	16	20.5
100	80	300	250	250	16	23.1
	100					27.9
125	100	350	250	250	16	37.5
	125					38.3
150	80	380	300	300	16	30.3
	100					33.1
	150					35.9
200	100	500	360	360	16	52.2
	150		380	380		57.5
	200					59.8
250	100	600	395	395	16	61
	150					64.2
	200		430	430		93.6
	250		460	460		111.9
300	100	700	430	430	16	81
	150					84.2
	200		500	500		85.2
	250					117.4
	300		525	525		131.2

DUKTUS

DN	dn	Paino [mm] L_u	l_u	z	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
350	150	700	470	470	16	143.5
	200		510	510		149.8
	250		530	530		160.5
	300		570	610		165.2
	350	880	690	760		183
400	100	440	480	440	16	119
	125		490	450		125.6
	150					127.8
	200	640	570	580		144.5
	300	850	650	700		165.6
	400			650		193
500	100	450	590	515	16	150.8
	150					160
	200	740	620	550		200.6
	250		640	620		209.3
	300		720	680		213.5
	400	850		750		241
	500	1,040	845	845		357
600	150	750	750	620	16	215
	200					218.5
	250		775	680		222
	300		800	740		229.5
	400	1,150		765		367
	500	1210	920	915		448
	600		985	975		471
700	200	925	825	675	16	272
	300		885	810		398
	400		940	890		408.5
	500	1,080	1,020	990		596.3
	600	1,380	1,070	1,055		653
	700		1,140	1,140		709
800	600	1,250	1,150	1,110	16	699.5
	800	1,550	1,275	1,275		964

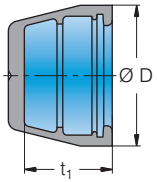
MMR muhvisupistusyhde
EN 545 mukaisesti



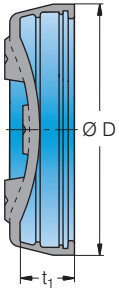
DN	dn	L_u [mm]	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
100	80	90	100	9.0
125	80	140	64	9.9
	100	100		9.8
150	80	190		14.6
	100	150		15.3
	125	100		15.4
200	100	250		18.3
	125	200		18.7
	150	150		18.7
250	125	300	50	30.1
	150	250		33.6
	200	150		33.9
300	150	350		46.6
	200	250		41.9
	250	150		42.8
350	200	360		45.3
	250	260		44.8
	300	160		43.6
400	250	360	40	70.2
	300	260		65.5
	350	160		68.0
500	350	500		138.3
	400	500		146.7
600[1)]	400	500		177.8
	500	500		181.8
700[1)]	500	500	30	331.5
	600	500		346.2
800	600	480		276.3
	700	280		247.0
900	700	480		363.0
	800	280		340.0
1000	800	480		453.0
	900	280		442.0

1) Valmistajan standardin mukaisesti

O päätekappaleet
valmistajan standardin
mukaisesti



DN 80 - DN 250

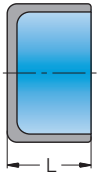


DN 300 - DN 600

DN	Mitat [mm] D	t1	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
80	146	84	25	4.5
100	166	88	25	4.8
125	193	91	25	6.0
150	224	94	25	8.0
200	280	100	25	12.0
250	336	105	25	19.0
300	391	110	25	27.0
350	450	110	25	34.0
400	503	110	25	45.0
500	598	120	25	73.0
600	707	120	25	110.0

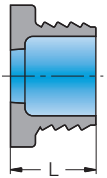
P päätekappaleet TYTON® liitoksille sekä ruuvimuhviliitoksille valmistajan standardin mukaisesti

DUKTUS



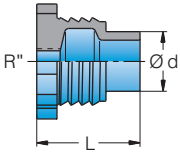
DN	Joint	Mitat [mm] L	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
40	TYT/Ruuvimuhvi	82	16	1
80	TYT/Ruuvimuhvi	90		3
100	TYT/Ruuvimuhvi	98		4
125	TYT/Ruuvimuhvi	99		6
150	TYT/Ruuvimuhvi	103		7.5
200	TYT/Ruuvimuhvi	108		12
250	TYT/Ruuvimuhvi	120		18
300	TYT/Ruuvimuhvi	125		25.5
350	TYT	125		37.5
400	TYT	125		46.5
500	TYT	173		80

Käytettäessä P päätykappaleita ruuvimuhviliitoksille, tulee myös käyttää soveltuvia ruuvirenkaita. Katso seuraava sivu,

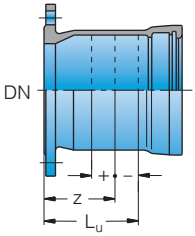


DN	Liitos	Mitat [mm] L	Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
40	Ruuvimuhviliitos	65	16	1.6
50	Ruuvimuhviliitos	67		1.8
80	Ruuvimuhviliitos	72		2.9
100	Ruuvimuhviliitos	75		3.4
125	Ruuvimuhviliitos	78		4.4
150	Ruuvimuhviliitos	81		5.5
200	Ruuvimuhviliitos	86		9
250	Ruuvimuhviliitos	92		13
300	Ruuvimuhviliitos	94		17.5

Ruuvirenkaita P päätekappaleiden kanssa käytetään ruuvimuhviliitosten sulkemiseen. Katso edellinen sivu.

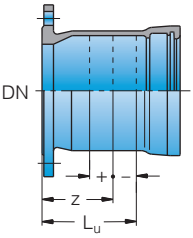


DN	Liitos	Mitat [mm]			Maksimi PFA [bar]	Paino [kg] ~
		L	d	R		
40	Ruuvimuhviliitos	97	56	¾"-2"	16	2



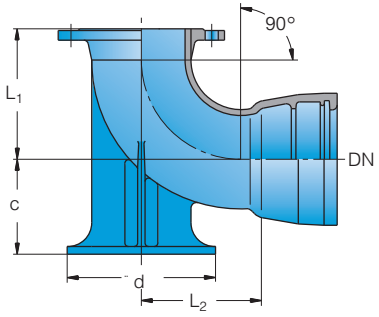
DN	Liitos	Mitat [mm]			Paino [kg] 2) ~			
		L_u	z 1)	+/-	PN10	PN16	PN25	PN40
80	TYT	130	86	40	7.5			
	Ruuvimuhviliitos				7.8		Available on enquiry	
100	TYT	130	87	40	10.2		10.7	
	Ruuvimuhviliitos				10.2		Available on enquiry	
125	TYT	135	91	40	11.4		12	13.2
	Ruuvimuhviliitos				12.8		Available on enquiry	
150	TYT	135	92	40	15.5		18.5	19.5
	Ruuvimuhviliitos				15.5		Available on enquiry	
200	TYT	140	97	40	19.8	19.8	22	26.5
	Ruuvimuhviliitos				20.5	20.5	Available on enquiry	

1) Ohjemitat asennukseen, 2) Ruuvimuhviliitoksen tai pulttitiivisteliitoksen paino ei pidä sisällään ruuvi- tai pulttirengasta.

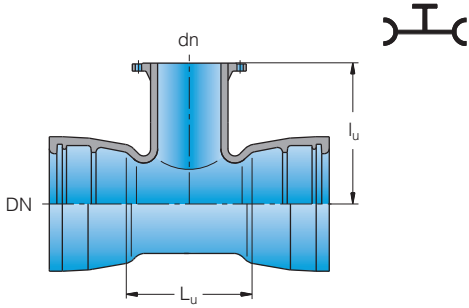


DN	Liitos	Mitat [mm]			Paino [kg] 2) ~			
		L_u	z 1)	+/-	PN10	PN16	PN25	PN40
250	TYT	145	102	40	31.7	31.7	33.7	40.2
	Ruuvimuhviliitos				30.7	30.7	Available on enquiry	
300	TYT	150	107	40	44	44	49.8	54
	Ruuvimuhviliitos				40	40	Available on enquiry	
350	TYT	155	112	40	52	56	60	70.5
	Ruuvimuhviliitos				48	49	Available on enquiry	
400	TYT	160	117	40	63.6	67.6	83.6	105.6
	Ruuvimuhviliitos				54.1	59.6	Available on enquiry	
	Pulttitiivisteliitos				68.1	71.6	Available on enquiry	
500	TYT	170	127	40	92.3	105.8	115.8	126.8
	Pulttitiivisteliitos				99.3	115.8	Available on enquiry	
600	TYT	180	137	40	118.6	141.6	143.1	184.1
	Pulttitiivisteliitos				138.1	159.6	Available on enquiry	
700	TYT	190	147	40	171.8	185.2	195	–
	Pulttitiivisteliitos				186	186	A.o.e.	
800	TYT	200	157	40	236.2	256.2	276.2	–
	Pulttitiivisteliitos				238.5	250	A.o.e.	
900	TYT	210	167	40	274.2	271.2	345	–
	Pulttitiivisteliitos				235.2	256.2	A.o.e.	
1000	TYT	220	177	40	332.1	347.1	442.1	–
	Pulttitiivisteliitos				312.7	362.7	A.o.e.	

1) Ohjemitat asennukseen, 2) Ruuvimuhviliitoksen tai pulttimuhviliitoksen paino ei pidä sisällään ruuvi- tai pulttirengasta.



DN	Mitat [mm]				Paino [kg] ~			
	L_1	L_2	c	□ d	PN10	PN16	PN25	PN40
80	165	145	110	180	15.3			
100	180	158	125	200	18.4		18.4	



DN	dn	Mitat [mm] L_u	Mitat [mm] l_u	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	40[1)]	170	155	10.8			
	50[1)]		160	11.4			
	80		165	12.9			
100	40[1)]	170	170	12.6			
	50[1)]		170	13.2			
	80		175	14.5			
	100	190	180	15.8		16.3	
125	40[1)]	170	185	16			
	80		190	18			
	100	195	195	19.3		19.8	
	125	255	200	21.6		22.1	23.6
150	40[1)]	170	195	19.2			
	50[1)]		200	19.9			
	80		205	21.3			
	100	195	210	22.7		23.2	
	150	255	220	27.4		29.4	30.9
200	40[1)]	175	230	26.7			
	50[1)]		230	28			
	80		235	28.6			
	100	200	240	30.4		30.9	
	150	255	250	36.1		37.1	39.1
	200	315	260	42.2	41.7	43.7	49.2

1) Valmistajan standardin mukaisesti

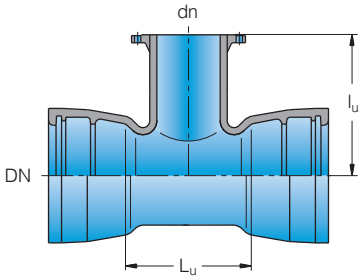
DN	dn	Mitat [mm]		Paino [kg] ~			
		L_u	l_u	PN10	PN16	PN25	PN40
250	80	180	265	37.9			
	100	200	270	39.7		40.2	
	150	260	280	46.3		47.3	49.3
	200	315	290	52.9	52.9	54.9	60.4
	250	375	300	61	60.5	64.5	74.5
300	80	180	295	47.2			
	100	205	300	50		50.5	
	150	260	310	57		58	60
	200	320	320	65	65	67	72.5
	300	435	340	83.6	83.1	88.6	104.6
350	100	205	330	59.3			59.8
	200	325	350	77.2	76.7	79.2	84.2
	350	495	380	106	109.6	117.6	138.6
400	80	185	355	67.8			
	100	210	360	71.4		71.9	
	150	270	370	81.4		82.4	
	200	325	380	91.1	90.6	92.6	98.1
	300	440	400	113.5	113.5	118.5	134.5
	400	560	420	135.6	140.6	152.6	185.6
500	80[1)]	215	415	103			
	100		420	104		104	
	150[1)]	330	430	126		128	
	200		440	127.9	127.9	129.9	134.9
	250[1)]	450	450	157	156	161	173
	300[1)]		460	156.7	155.7	161.7	176.7
	350[1)]	565	470	182	188	199	230
	400		480	182.5	188.5	199.5	233.5
	500	680	500	212.1	227.1	239.1	273.1

1) Valmistajan standardin mukaisesti

DUKTUS

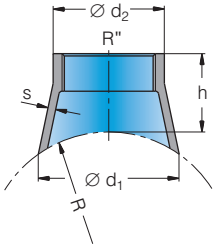
DN	dn	Mitat [mm] L_u	Mitat [mm] l_u	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
600	80[1)]	340	475	163			
	100[1)]		480	164		165	
	150[1)]		490	166		167	168
	200	340	500	168.5	168.5	170.5	175.5
	250[1)]	570	510	224	224	228	238
	300[1)]		520	230	230	235	251
	350[1)]		530	233	236	245	266
	400		540	233.3	239.3	250.3	284.3
	500[1)]	800	560	303	317	327	361
	600		580	308.7	335.7	349.7	401.7
700	80[1)]	345	505	250			–
	100		510	250		250	
	150[1)]		520	262		263	
	200		525	255.3	255.3	257.3	
	300[1)]	575	540	327	327	343	
	400		555	386.7	392.7	403.7	
	500[1)]	925	570	432	446	480	
	600[1)]	925	585	457	481	502	
	700	925	600	481	496	531	
800	100[1)]	350	570	325		326	–
	150[1)]	303	580	316		318	
	200	350	585	316.9	316.9	318.9	
	250[1)]	360		350	349	352	
	300[1)]	580	600	417	417	422	
	400		615	405.4	411.4	422.4	
	500[1)]	1,045	630	590	605	617	
	600		645	579	606	620	
	800		675	612	611	680	

1) Valmistajan standardin mukaisesti



DN	dn	Mitat [mm] L_u	Mitat [mm] l_u	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
900	100[1)]	355	630	451		452	–
	150[1)]	355	640	443		444	
	200[1)]	355	645	453.5	453.5	455.5	
	250[1)]	590	655	474	474	477	
	300[1)]	590	660	561	561	561	
	400	590	675	560	565	577	
	500[1)]	1,170	690	813	827	861	
	600		705	810.5	837.5	851.5	
	900		750	921	969	1,090	
1000	200	360	705	556	556	558	–
	250[1)]	400		520	519	522	
	300[1)]	595	720	670	670	675	
	400	595	735	679.5	685	696.5	
	600	1,290	765	1,029	1,056	1,070	
	800[1)]		795	1,044	1,063	1,112	
	900[1)]		810	1,128	1,147	1,196	
	1000		825	1,149	1,139	1,217	

1) Valmistajan standardin mukaisesti

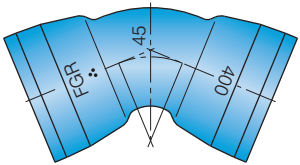


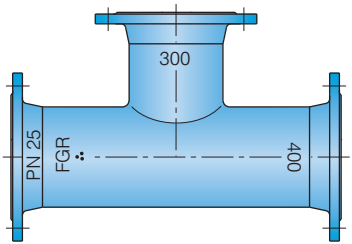
Nominaakikoko liitokselle R"	Ympärys -mitta R	Putkikoko DN	Mitat [mm] Ø d_1	Ø d_2	s	h	[kg] ~
2"	98	150-200	90	71	8	50	0.7

R pitää muokata muille putkikoille (DN)

Kaikissa Euroopan pallografiitti-putkistojen yhdistyksen (FGR/EADIPS) jäsenien valmistamissa liittimissä on “FGR” merkintä, joka tarkoittaa sitä, että kaikkia “FGR Quality Mark” merkinnän saamiseksi annettuja ohjeita on noudatettu.
Tämän lisäksi, kaikkiin liittimiin merkitään niiden nominaalikoko ja kulmiin asteluku.
Laippaliittimien paineluokat PN 16, 25 tai 40 on joko valettu tai leimattu liittimiin. PN 10 laippaliittimissä tai muhviliittimissä ei ole painemerkintää.
Materiaalin "pallografiittivaluraudaksi" tunnistaa siitä, että liittimissä on kolmen kohotetun pisteen merkintä ulkopinnalla.

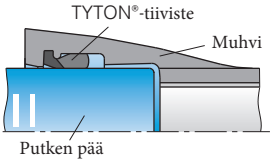
Erityistapauksissa voi myös olla muita ohjemerkintöjä tarpeen vaatiessa.



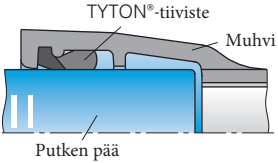


Nämä asennusohjeet koskevat EN 545 ja DIN 28 650 mukaisia pallografiittivalurautaisia putkia ja liittimiä TYTON® push-in liitoksilla DIN 28 603 mukaisesti. Eri asennus- ja kokoamisohjeet soveltuvat käytettäessä vetoakestäviä liitoksia (BLS® ja BRS®) sekä putkille, joissa on sementtilaastipinnoitus (ZMU).
For recommendations for transport, storage and installation, see p. 289 ff.
For laying tools and other accessories, see Chapter 7.

Liitoksen kokoaminen

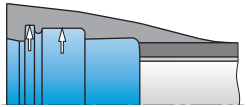


DN 80 . DN 600

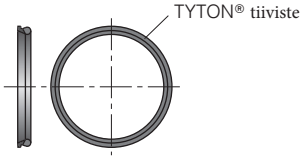


DN 700 - DN 1000 (lpitkä muhvi)

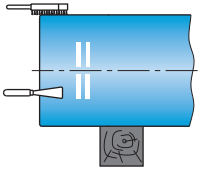
Puhdistus



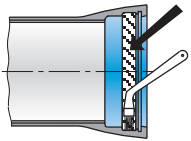
Puhdista nuolilla merkityt tiivistekohdan ja kiinnitysuran pinnat ja poista kaikki ylimääräinen maali (maalikyhmyt, kuplat tai näppylät).
Käytä kaavinta (esim taivutettua ruuvimeisseliä) kiinnitysuran puhdistukseen.



Pudista putken päät merkintään asti. Poista kaikki likaantunut tai ylimääräinen maali (maalikyhmyt, kuplat tai näppylät).



Varovaisesti levitä ohut pinta putkitoimittajan toimittamaa voiteluainetta ainoastaan tiivistepinnalle, joka on merkitty vinoilla viivoilla.
Huomio: Älä voiteluainetta kiinnitysuralle (kapea ura).
Kuumalla, kuivalla säällä (kesä) voiteluaine tulisi levittää vasta heti ennen kokoamista, koska muuten se voi kuivua.
Kylmällä säällä (talvi) voiteluaine ja tiiviste tulisi pitää lämpimänä käyttöön asti. Tämä helpottaa kokoamista.



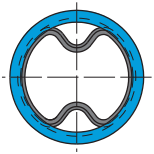
Liitoksen kokoaminen
TYTON® tiivisteen asentaminen

Puhdista TYTON® tiiviste ja tee siitä sydämen muotoinen silmukka.

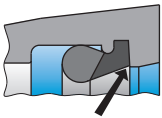
Aseta TYTON® tiiviste muhviin siten, että ulkopuolen kova kumikynsi asettuu kiinnitysuraan.

Paina sitten silmukka tasaiseksi.

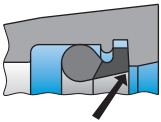
Mikäli silmukan tasaiseksi painaminen osoittautuu vaikeaksi, vedä toinen silmukka vastakkaiselle puolelle. Tämän jälkeen silmukkojen tasoittaminen on helppoa.



Tiivisteen kovan kumikynnen sisäpinnan ei saa työntyä kiinnityskauluksen alle.

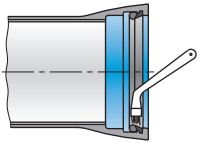


Oikein

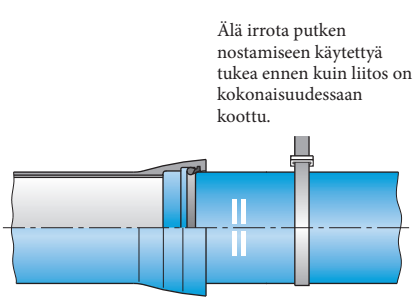


Väärin

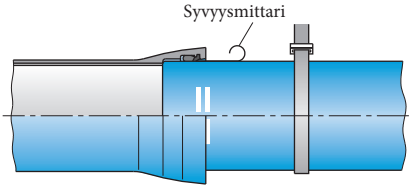
Levitä ohut kerros voiteluainetta tiivisteelle.
Kuumalla, kuivalla säällä (kesä) voiteluaine tulisi levittää vasta heti ennen kokoamista, koska muuten se voi kuivua.
Kylmällä säällä (talvi) voiteluaine ja tiiviste tulisi pitää lämpimänä käyttöön asti. Tämä helpottaa kokoamista.



Levitä ohut kerros voiteluainetta putken päähän – etenkin viisteeseen – ja sitten aseta putken pää muhviin kunnes se on keskitetysti tiivisteessä Asennetun putken tai liittimen tulee olla suorassa linjassa putkeen nähden.



Työnnä putken pää muhviin siten, että ensimmäinen merkintälinja on kokonaan peitossa.

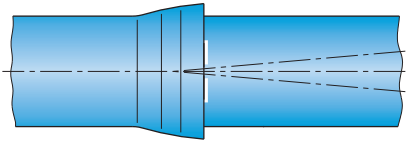


Sitten kun liitos on koottu, tarkista tiivisteen kiinnitys syvyysmittarilla putken koko kehän ympäriltä. Syvyysmittarin tulee tunkeutua putken pään ja muhvin väliseen rakoon samaan syvyyteen koko kehän ympäri. Mikäli se joltain kohdin tunkeutuu syvemmälle, on mahdollista, että tiiviste on työntynyt ulos kiinnitysurasta, mikä aiheuttaa vuodon. Täten, tällaisissa tapauksissa liitos tulisi purkaa ja tiivisteen asettuminen tarkistaa.

Kulmapoikkeama
Kun liitos on täysin koottu, putkia ja liitoksia voidaan taivuttaa seuraavasti:

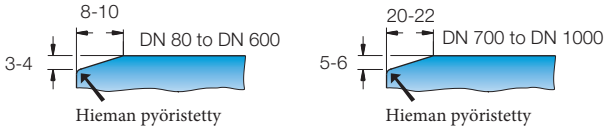
DN 300 asti – maksimi 5°
DN 400 lähtien – maksimi 4°
DN1000 – maksimi 3°

6 m putkipituuksilla, 1° kulmapoikkeama saa aikaan 10 cm eron edelliseen putkeen tai liittimeen nähden. Eli 3° = 30 cm.



Putkien katkaiseminen
Varmista, että putki on tyyppiä, jonka voi katkaista (katso sivu 364). Katkaistut putket on viistettävä katkaistusta päästä vastaamaan alkuperäistä putken päätä.

Viisto tulee tehdä kaavion mukaisesti



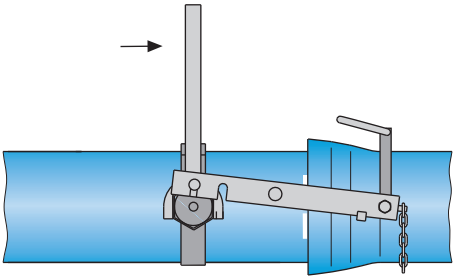
Katkaistu pää tulee uudelleen maalata (sivu 365).
Kopioi linjamerkinnät alkuperäisestä putken päästä katkaistuun päähän.

DUKTUS

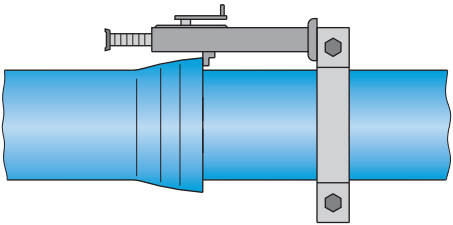
Purkaminen
Mikäli asennetut putket tai liittimet pitää purkaa, tämä voidaan tehdä ilman erikoistyökaluja. Käytä tähän joko asennustyökalua tai siirrä putkea varovasti edes takaisin ulosvedettäessä.

Putket TYTON® push-in liitoksilla, jotka ovat olleet asennettuna jo pidemmän aikaa voidaan purkaa seuraavalla tavalla.

Asennustyökalulla

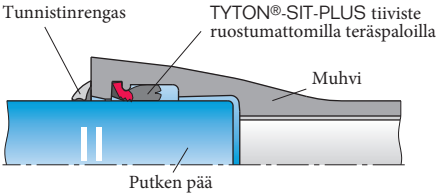


Puristimella ja tunkilla

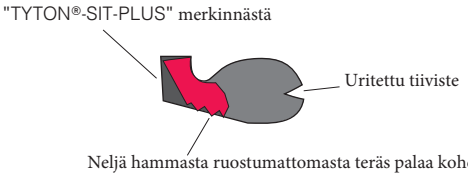


Nänä asennusohjeet koskevat EN 545 ja DIN 28 650 mukaisia pallografiittivalurautaputkia - ja liittimiä vetoakestävillä BRS® push in liitoksilla DIN 28 603 mukaisesti. Muille vetoakestäville liitoksille ja putkille sementtilaasti pinnoituksella (ZMU) on eri asennusohjeet.
Suosituksia kuljetukseen, varastointiin ja asennukseen, katso sivu 289 lähtien.
Koskien asennustyökaluja ja muitalisätarvikkeita, katso Kappale 7.
Vetoakestävien liitosten tarvittava lukumäärä tulee olla DVGW työkirjan GW 368 mukainen (katso sivu 301 lähtien).
Valmistajaa tulee konsultoida aina ennen kuin tämän tyyppisiä liitoksia käytetään putkirumpu tai siltaputkistoissa sekä ennen kuin niitä asennetaan jyrkkiin rinteisiin tai epävakaaseen maaperään. **BRS® liitos ei sovellu kaivamattomiin asennustekniikoihin!**

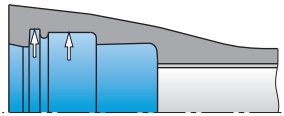
Liitoksen kokoaminen



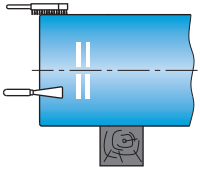
Tärekeää! TYTON®-SIT-PLUS® tiivisteen voi tunnistaa seuraavista ominaisuuksista:



Puhdistus
Puhdista nuolilla merkityt tiivistekohdan ja kiinnitysuran pinnat ja poista kaikki ylimääräinen maali (maalikyhmyt, kuplat tai näppylät).

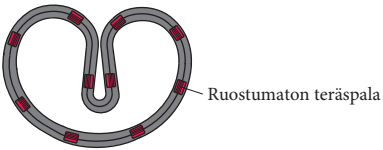


Käytä kaavinta (esim taivutettua ruuvimeisseliä) kiinnitysuran puhdistukseen.



Pudista putken päät merkintään asti. Poista kaikki likaantunut tai ylimääräinen maali (maalikyhmyt, kuplat tai näppylät).

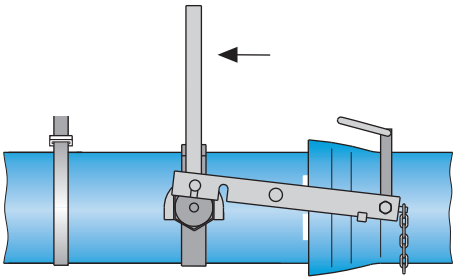
Liitoksen kokoaminen
Asenna TYTON®-SIT-PLUS® tiiviste TYTON® push-in liitos asennusohjeiden muakisesti (katso sivu 164 lähtien).



Puhdista TYTON®-SIT-PLUS® tiiviste, tee siihen sydämen muotoinen silmukka ja aseta se paikalleen.

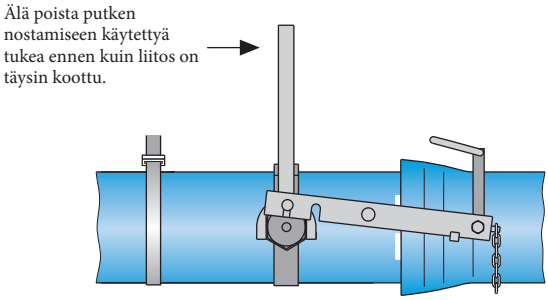
Tärkeää! Silmukan kärjen tulee aina olla kahden palan välissä.

Levitä ohut kerros voiteluainetta TYTON®-SIT-PLUS® tiivisteeseen sitten kun se on asetettu paikoilleen.
Ota valkoisella maaliraidalla merkitty profiloitu tunnistinrengas ja liu'uta se putken päähän.
Levitä ohut kerros voiteluainetta putken päähän - erityisesti viisteeseen - ja sitten aseta putken pää muhviin siten, että se on keskitetysti TYTON®-SIT-PLUS® tiivistettä vasten. Sovita asennustyökalu muhviin ja putken päähän ja käytä sitä vetääksesi putken pää tai asennettava liitin muhviin. Tätä tehdessä vältä kulmapoikkeamia.

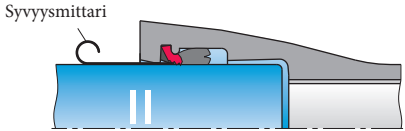


Työnnä putken pää muhviin kunnes ensimmäinen merkintälinja on täysin peitossa. Tässä kohtaa ei ole sallittua kääntää liitoksen kumpaakaan puolta.

Lukitus
Vedä tai paina putkea ulos muhvista, esimerkiksi asennustyökalulla, kunnes teräspalat tarttuvat.

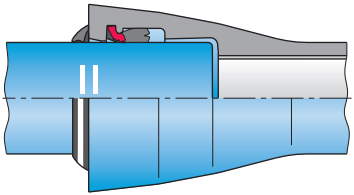


Liitos on nyt vetoakestävä.



Kun liitos on täysin koottu, tarkista syvyysmittarilla, että TYTON®-SIT-PLUS® tiiviste on oikein asettunut putken koko kehän osalta.
Syvyysmittarin tulisi tunkeutua putken pään ja muhvin väliin tasaisesi putken koko kehän osalta. On normaalia, että syvyysmittari tunkeutuu syvemmälle teräskappaleiden kohdalla. Mikäli kuitenkin tunkeutuma on merkittävästi suurempi joillain kohtaa, voi tiivisteessä olla vuodon aiheuttava pullistuma. Tällöin liitos tulee purkaa ja tiivisteen asettuminen tarkastaa.
Tärkeää!:
Älä uudelleenkäytä TYTON®-SIT-PLUS® tiivisteitä liitoksista, jotka on aiemmin purettu!

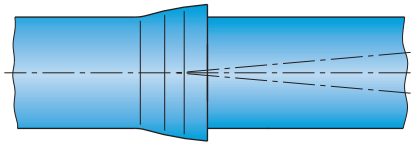
Liitoksen tunnistaminen
Varmaksi tavaksi tunnistaa vetoakestävä push-in liitos, toimitamme profiloidun kumirenkaan valkoisella raidalla.
Kumirengas tulee asentaa kuvan mukaisesti ennen kuin liitos kootaan.



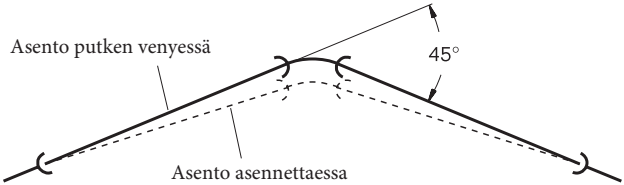
Kulmapoikkeama
Kun liitos on täysin koottu, putket ja liittimet voidaan taivuttaa seuraavasti:

DN 80 - DN 350 – maksimi 3°
DN 400 - DN 600 – maksimi 2°

6 m putkipituuksilla, 1° kulmapoikkeama saa aikaan 10 cm eron edelliseen putkeen tai liittimeen nähden. Eli 3° = 30 cm.



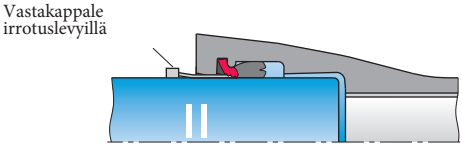
Huomio koskien asennusta
Huomioi, että sisäisen paineen ja liitoksien toleranssien funktiona on mahdollista, että 8 mm venymisiä per liitos tapahtuu.
Jotta putkilinjan liikkuminen mahdollistuu putken ollessa paineistettu, liitokset tulee asettaa maksimaaliseen negatiiviseen kulmapoikkeamaan.



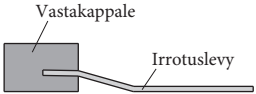
Putkien katkaiseminen
Varmista, että putki on mallia, joka soveltuu katkaistavaksi (katso sivu 364).
Kopioi linjamerkinnät alkuperäisestä putken päästä katkaistuun putken päähän.

Purkaminen

Työnnä putki muhviin siten, että se on tuettu.
Levitä voiteluainetta irrotuslevyihin ja työnnä ne vastakappaleen ja putken väliseen rakoon.
Sitten pura liitos asennustyökalulla tai purkupuristimella.



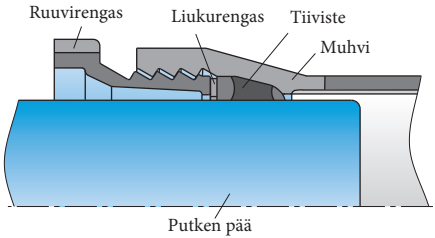
Purkutyökalu koostuu vastakappaleesta ja irrotuslevyistä alla olevan taulukon mukaisesti.



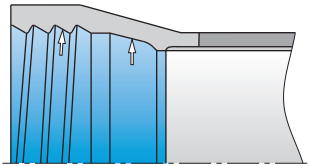
DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
Irrotuslevyjen määrä	4	4	5	6	8	10	12	14	16	19	23

Nämä asennusohjeet koskevat EN 545 mukaisiin pallografiittivalurautaisiin liittimiin DIN 28 601 mukaisesti.
Suosituksia koskien kuljetusta, varastointia ja asennusta, katso sivulta 289 lähtien.
Asennustyökaluja ja muita tarvikkeita koskien, katso Kappale 7.

Liitoksen kokoaminen

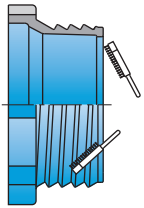


Puhdistus

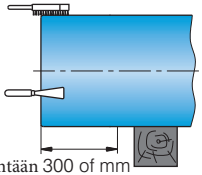


Puhdista nuolilla merkityt tiivistekohta ja ura sekä poista kaikki ylimääräinen maali (kyhmyt, kuplat ja näppylät).
Käytä työkalua kuten terästharjaa tiivistekohdan ja uran puhdistamiseen.

Puhdista painepinta ja ruuvirenkaan kierteet huolellisesti.



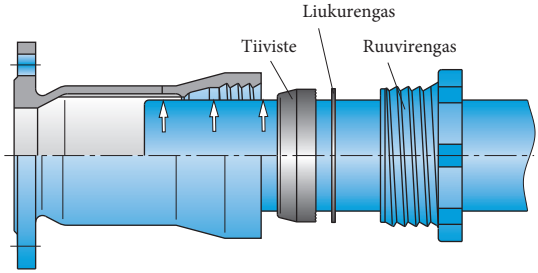
Puhdista putken pä vähintään 300 mm matkalta. Poista kaikki irtoava tai ylimääräinen maali (kyhmyt, kuplat tai näppylät).



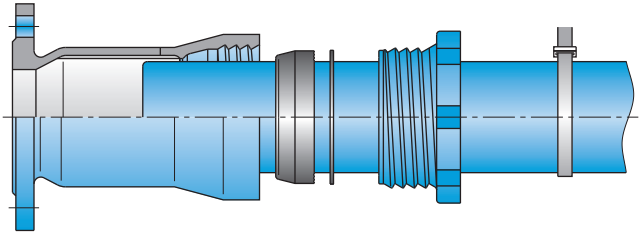
Liitoksen kokoaminen

Liu'uta ruuvirengas, liukurengas ja tiiviste putken päähän kyseisessä järjestyksessä.

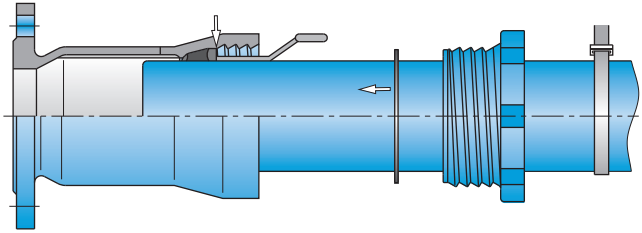
Levitä kunnon pinnoite valmistajan toimittamaa voiteluainetta putken päähän.



Aseta putken pää muhviin, keskitä se ja tarkasta syvyys.

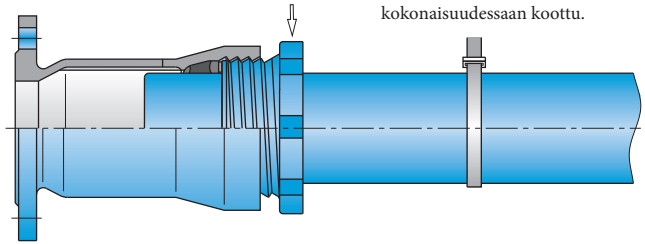


Paina tiiviste tiivistyskammioon ja liu'uta liukurengasta eteenpäin, kunnes se on tiivistettä vasten.



Ruuvaa ruuvirengas niin pitkälle kuin käsin mahdollista.

Älä poista putken nostamiseen käytettyä tukea ennen kuin liitos on kokonaisuudessaan koottu.

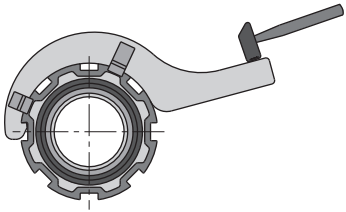


DUKTUS

Kiristäminen vasaralla nimelliskokoon DN 150 asti

DN	Vasaran paino kg ~
100:aan asti	1.5 – 2
150:een asti	2.5 – 3

Koukkuavain

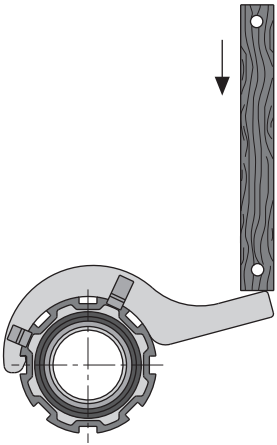


Kiristä ruuvirengas vasaralla kunnes sitä ei voi enää kääntää. Ruuvirenkaat, joiden nimelliskoko on DN 300 ja sitä suurempi, tulee keskittää niitä kiristäessä.

Keskittäminen voidaan tehdä esimerkiksi kahdella pujotustyökalulla, jotka työnnetään putken ja ruuvirenkaan väliin, kunnes putken ja ruuvirenkaan väliin jää tasainen rako.

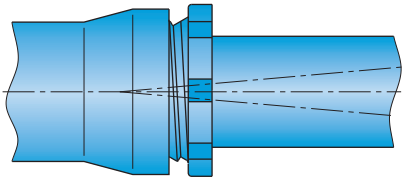
Kiristäminen puupalalla DN 200 ja suuremmille nimelliskoille

DN	Pituus mm	Puupalan poikkileikkaus mm	Paino kg ~
Up to 300	2,250	120 x 120	25
Up to 400	2,250	150 x 150	40



Kulmapoikkeama
Kun liitos on täysin koottu ja putki on keskitetty, putkea voi taivuttaa 3°.

6 m putkipituuksilla, 1° kulmapoikkeama saa aikaan 10 cm eron edelliseen putkeen tai liittimeen nähden. Eli 3° = 30 cm.

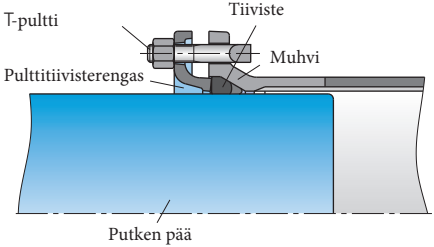


Putkien katkaiseminen
Varmista, että putki on tyyppiä, joka soveltuu katkaistavaksi.
(katso sivu 364 lähtien).

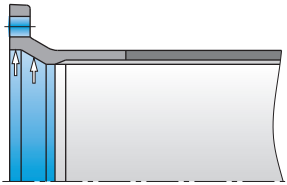
Purkaminen
Ruuvaa ruuvirengas irti. Vedä putken pää muhvista.

Nämä asennusohjeet koskevat EN 545 mukaisia pallografiittiliittimiä pulttitiivisteliitoksilla DIN 28 602 mukaisesti.
Suosituksia koskien kuljetusta, varastointia ja asennusta, katso sivu 289 lähtien.
Asennustyökaluja ja muita tarvikkeita koskien, katso Kappale 7.

Liitoksen kokoaminen

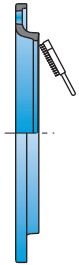


Puhdistaminen

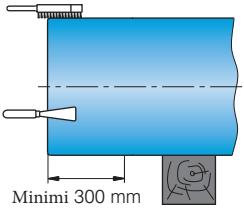


Puhdista nuolilla merkityt tiivistekohta ja ura sekä poista kaikki ylimääräinen maali (kyhmyt, kuplat ja näppylät).
Käytä työkalua kuten teräsharjaa tiivistekohdan ja uran puhdistamiseen.

Puhdista kunnolla pulttitiivisterenkaan painepuoli.

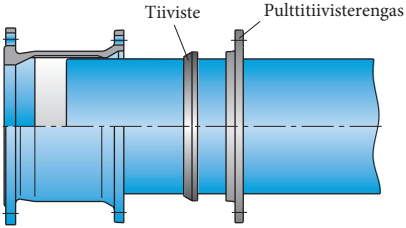


Puhdista putken pää vähintään 300 mm matkalta. Poista kaikki irtoava ja ylimääräinen maali (kyhmyt, kuplat ja näppylät).

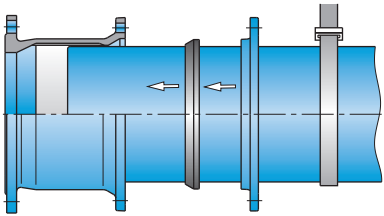


Liitoksen kokoaminen
Liu'uta pulttitiivisterengas ja tiiviste putken päähän.

Tärkeää! Älä käytä mitään voiteluainetta!

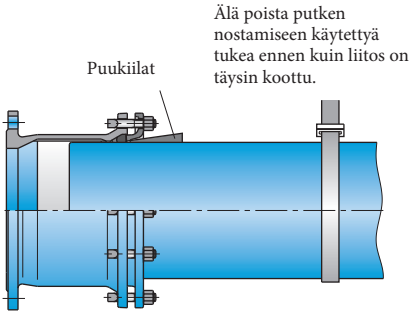


Työnnä ptken pää nostovälineellä muhviin, keskitä se ja tarkista työntösyvyys. Paina tiiviste tiivistyskammioon tasaiseen syvyyteen joka puolelta.

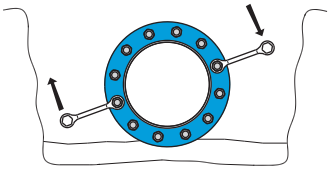


Työnnä pulttitiivisterengas sisään tiivisteen taakse ja keskitä se kahdella puukiilalla, jotka mahtuvat helposti pulttitiivisterenkaan ja putken väliin.

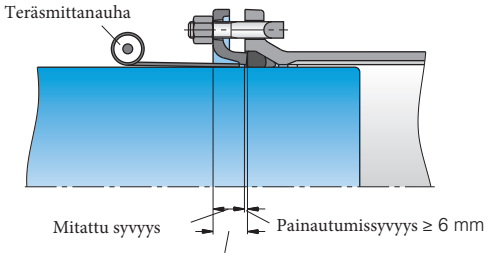
Kun pulttitiivisterengas on tarkasti keskitetty, on helppo kiinnittää T-pultit.



Kiinnitä T pultit laipan ja pulttitiivisterenkaan läpi. Kiristä mutterit tasaisesti käsin. Tämän jälkeen kiristä mutterit peräkkäin rengasavaimella, kiristäen aina kahta diametrisesti vastakkaista mutteria kerrallaan noin puoli kierrosta - yhden kierrokseen.



Tiiviste on oikein, kun pulttitiivisterengas on painettu tiivisteeseen vähintään 6 mm syvyyteen. Painautumisen syvyyden voi selvittää mittaamalla pulttitiivisterenkaan kokonaissyvyyden ja sitten syvyyden renkaan ulkopinnasta tiivisteeseen, kun pultit on kiristetty.
Painautumisssyvyyden tulisi olla tasainen.

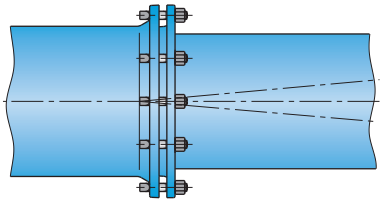


Täten, pitää tehdä ainakin kolme mittausta per liitos. Uudelleentarkista painautumissyvyys. Uudelleen maala T-pultit standardi bitumimaalilla.

Kulmapoikkeama
Kun liitos on koottu ja putki keskitetty, putket ja liitokset voidaan taivuttaa seuraavasti:

DN 500 asti – maksimi 3°
DN 700 – maksimi 2°
DN 1000 – maksimi 1.5°

6 m putkipituuksilla, 1° kulmapoikkeama saa aikaan 10 cm eron edelliseen putkeen tai liittimeen nähden. Eli 3° = 30 cm.



Putkien katkaiseminen
Varmista, että putket ovat tyyppiä, jotka sopivat katkaistavaksi (katso sivu 364 lähtien).

Purkaminen
Ruuvaa mutterit irti ja ja liu'uta pulttitiivisterengas takaisin. Vedä putken pää muhvista

DUKTUS

5 LAIPPALIITOKSET, PUTKET JA LIITTIMET

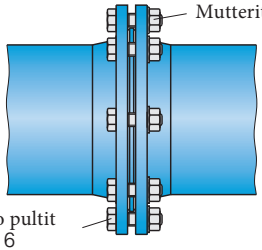
Tässä kappaleessa kuvaillut laippaliitokset ovat EN 1092-2 mukaisia. Laipat voivat olla kiinteästi valettuja, pultattuja tai hitsattuja. Huolimatta valmistusmateriaalista, kaikki saman DN:n ja saman PN:n omaavat laipat voidaan yhdistää toisiinsa. Seuraavilla sivuilla esitellyt laippaliitokset kuuluvat paineluokkiin PN 10, PN 16, PN 25 ja PN 40. PN 63 ja PN 100 laipat ovat myös saatavilla. Näistä saa lisätietoa esitteestämme "Valurautaputkistot lumentekojärjestelmiin".

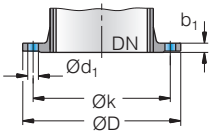
Käyttökohteet/edut
Laippaliitokset ovat vetoakestäviä. Niiden pääasialliset käyttökohteet ovat maanpäälliset asennukset, laitteistot kaivoissa sekä rakennuspalvelusovellukset. Standardisoitu rei'itys mahdollistaa niiden käytön eri materiaalien välillä. Asennettaessa putkia maahan, laippoja käytetään ennen kaikkea sulkulaitteisiin.

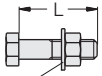
PFA - sallittu käyttöpaine

- ilmoitettu PN määrittää sallitun käyttöpaineen (PFA)
- PMA = 1.2 x PFA (sallittu hetkellinen käyttöpaine esim. paineiskuissa)
- PEA = 1.2 x PFA + 5 (sallittu testipaine)

5.1 laippaliitokset
PN 10
EN 1092 - 2 mukaisesti
Pultit, mutterit, aluslevyt ja tiivisteet
tulee hankkia muilta toimittajilta

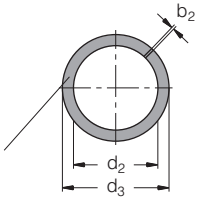






Aluslevyt EN ISO 7091

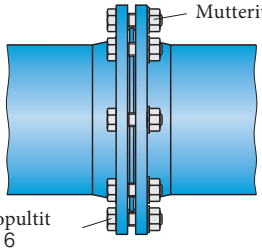
Kumitiivisteet
teräsupotteella
EN 1514-1

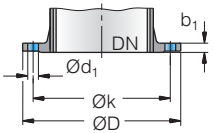


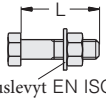
DN	Mitat [mm]							Pultit		
	Laipat				Tiiviste			Lukumäärä	Kierteet	L
	Ø D	b_1	Ø k	Ø d_1	d_2	d_3	b_2			
DN 40 - DN 150 painearvolle PN 16										
200	340	20	295	23	220	273	6	8	M 20	80
250	400	22	350	23	273	328	6	12	M 20	90
300	455	24.5	400	23	324	378	6	12	M 20	90
350	505	24.5	460	23	368	438	7	16	M 20	90
400	565	24.5	515	28	420	489	7	16	M 24	100
500	670	26.5	620	28	520	594	7	20	M 24	100
600	780	30	725	31	620	695	7	20	M 27	110
700	895	32.5	840	31	720	810	8	24	M 27	120
800	1,015	35	950	34	820	917	8	24	M 30	120
900	1,115	37.5	1,050	34	920	1,017	8	28	M 30	130
1000	1,230	40	1,160	37	1,025	1,124	8	28	M 33	140

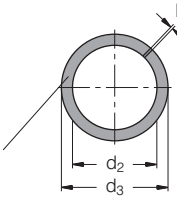
PN 16 laippalittokset
EN 1092-2
Pultit, mutterit, laippalevyt ja tiivisteet
tulee hankkia muilta toimittajilta.

DUKTUS





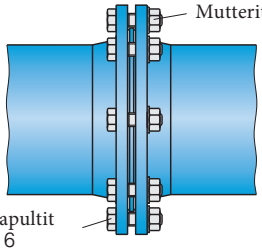


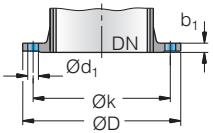


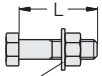
DN	Mitat [mm]							Pultit		
	Laipat				Tiivisteet					
	Ø D	b_1	Ø k	Ø d_1	d_2	d_3	b_2	Lukumäärä	Kierteet	L
DN 40 -DN 80 painearvolle PN 25										
100	220	19	180	19	115	162	5	8	M 16	80
125	250	19	210	19	141	192	5	8	M 16	80
150	285	19	240	23	169	218	5	8	M 20	80
200	340	20	295	23	220	273	6	12	M 20	80
250	400	22	355	28	273	329	6	12	M 24	90
300	455	24.5	410	28	324	384	6	12	M 24	100
350	520	26.5	470	28	368	444	7	16	M 24	100
400	580	28	525	31	420	495	7	16	M 27	110
500	715	31.5	650	34	520	617	7	20	M 30	120
600	840	36	770	37	620	734	7	20	M 33	130
700	910	39.5	840	37	720	804	8	24	M 33	140
800	1,025	43	950	41	820	911	8	24	M 36	150
900	1,125	46.5	1,050	41	920	1,011	8	28	M 36	160
1000	1,255	50	1,170	44	1,025	1,128	8	28	M 39	170

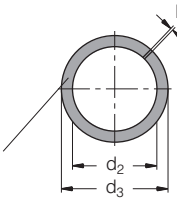
PN 25 laippaliitokset
EN 1092-2
Pultit, mutterit, laippalevyt ja tiivisteet
tulee hankkia muilta toimittajilta.

DUKTUS





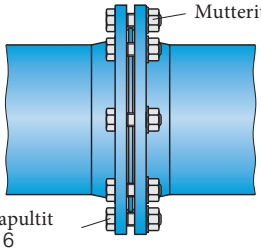


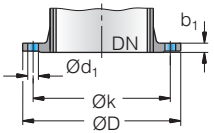


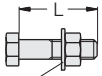
Kumitiivisteet
teräsupotteella
EN 1514-1

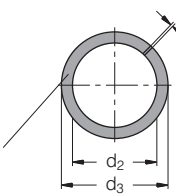
DN	Mitat [mm]							Pultit		
	Laipat				Tiiviste			Lukumäärä	Kierteet	L
	Ø D	b_1	Ø k	Ø d_1	d_2	d_3	b_2			
DN 40 - DN 100 painearvolle PN 40										
125	270	19	220	28	141	194	4.5	8	M 24	90
150	300	20	250	28	169	224	5	8	M 24	90
200	360	22	310	28	220	284	6	12	M 24	90
250	425	24.5	370	31	273	340	6	12	M 27	110
300	485	27.5	430	31	324	400	6	16	M 27	110
350	555	30	490	34	368	457	7	16	M 30	110
400	620	32	550	37	420	514	7	16	M 33	120
500	730	36.5	660	37	520	624	7	20	M 33	130
600	845	42	770	40	620	731	7	20	M 36	150
700	960	46.5	875	43	720	833	8	24	M 39	160
800	1,085	51	990	49	820	942	8	24	M 45	180
900	1,185	55.5	1,090	49	920	1,042	8	28	M 45	180
1000	1,320	60	1,210	56	1,025	1,154	8	28	M 52	200

PN 40 laippaliitokset
EN 1092-2
Pultit, mutterit, laippalevyt ja tiivisteet
tulee hankkia muilta toimittajilta.



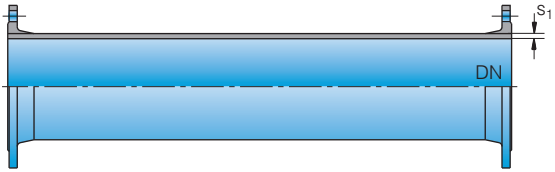






DN	Mitat [mm]							Pultit		
	Laipat				Tiiviste					
	Ø D	b_1	Ø k	Ø d_1	d_2	d_3	b_2	Lukumäärä	Kierteet	L
40	150	19	110	19	49	92	5.5	4	M 16	70
50	165	19	125	19	61	107	5.5	4	M 16	70
65	185	19	145	19	77	127	5.5	8	M 16	70
80	200	19	160	19	89	142	5.5	8	M 16	80
100	235	19	190	23	115	168	8	8	M 20	80
125	270	23.5	220	28	141	194	8	8	M 24	90
150	300	26	250	28	169	224	8	8	M 24	100
200	375	30	320	31	220	290	8	12	M 27	110
250	450	34.5	385	34	273	352	8	12	M 30	120
300	515	39.5	450	34	324	417	8	16	M 30	130
350	580	44	510	37	368	474	8	16	M 33	150
400	660	48	585	41	420	546	8	16	M 36	160
500	755	52	670	44	520	628	10	20	M 39	170
600	890	58	795	50	620	747	10	20	M 45	190

5.2 Pallografiittivalurautaiset laipalliset putket PN 10 ja PN 25 kaksoislaipalliset putket PN 10, PN 16 u. PN 25 EN 545 mukaisesti kiinteillä laipoilla (tyyppi 21) EN 1092-2 mukaisesti



Huomio!: FF putkien erottaminen kiinteillä laipoilla ei ole suositeltavaa

Ulkoinen pinnoitus: epoksi EN 14 901
Sisäinen pinnoitus: epoksi EN 14 901

DN	Mitat [mm]		[m]	Paino [kg] ~			
				1 m putkea	Yksi laippa		
	d_1	s_1	Asennuspituus	ilman laippaa	PN 10	PN 16	PN 25
80	98	7	0.1 - 2.0	16.1	2.8	2.8	2.8
100	118	7.2		20.4	3.3	3.3	3.8
125	144	7.5		26.4	4	4	4.7
150	170	7.8		32.4	5	5	6
200	222	8.4		46.1	6.9	6.7	8.7
250	274	9	0.1 - 3.0	61.3	9.8	9.4	13
300	326	9.6		78.1	13	12.6	17.7
350	378	10.2	0.2 - 3.0	96.5	14.7	17.5	25.4
400	429	10.8		116.2	17.2	22.1	33.2
500	532	12		160.6	23.2	37.4	47.2
600	635	13.2		211.3	32.8	57.6	68
700	738	14.4	0.3 - 2.0	268.5	44.3	57.4	–
800	842	15.6	0.4 - 2.0	332.1	58.5	76.8	–
900	945	16.8	0.4 - 3.0	401.7	69.6	91.4	–
1000	1,048	18		477.7	87.6	127	–

Pallografiittivalurautaiset laipalliset putket
PN 10, PN 16 ja PN 25 kaksoislaipalliset putket
EN 545 mukaisesti
ruuvatuilla laipoilla (tyyppi 13) EN 1092-2 mukaisesti

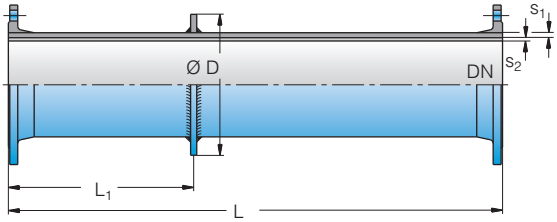
DUKTUS

Ennen kaksoislaipallisten putkien katkaisua, varmista ulkoinen halkaisija (katso sivu 132 – mitat d_1)

Ulkoinen pinnoitus: sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella
Sisäinen pinnoitus: sementtilaastivuoraus (CML)

DN	Mitat [mm]			[m]	Paino [kg] ~				
					1 m putkea ilman laippaa		Yksi laippa		
	d_1	s_1	s_2	Asennuspituus	CML	Valurauta	PN 10	PN 16	PN 25
80	98	6	4	0.7 - 5.8	2	12.2	3.3	3.3	3.3
100	118	6			2.5	14.9	3.8	3.8	4.6
125	144	6.2			3.1	18.9	4.8	4.8	5.7
150	170	7.8			3.7	28	6	6	8.6
200	222	8.4			4.9	39.8	8.2	8	10.2
250	274	9			6.1	52.8	11.6	11.6	15.1
300	326	11.2			7.3	78.1	15.1	15.1	20.1
350	378	11.9	5	0.7 - 4.0	12.3	96.5	17.7	20.4	27.9
400	429	12.6			14	116.3	21	25.5	36.4
500	532	14			17.5	160.6	31	47	
600	635	15.4			20.9	211.3	42.7	66.2	

Pallografiittivalurautaiset laipalliset putket PN 10, PN 16 ja PN 25 kaksoislaipalliset putket EN 545 mukaisesti
välilaipalla valmistajan standardin mukaisesti



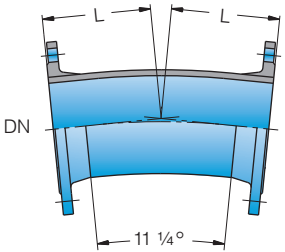
Ennen putken katkaisua, varmista ulkohalkaisija. (katso sivu 132 – mitat d_1)

Ulkoinen pinnoitus: sinkkipinnoitus viimesitelykerroksella, metallinen välilaippa
Sisäinen pinnoitus: semenntilaastivuoraus (CML)

DN	Mitat [mm] Ø D			Paino [kg] ~ Yksi välilaippa		
	PN 10	PN 16	PN 25	PN 10	PN 16	PN 25
80	140			0.7		
100	160			0.8		
125	190			1		
150	230			1.5		
200	300			3		
250	320		370	1.7		5.7
300	380		430	2.3		8.2
350	440		500	3.1		13.1
400	500		530	4.9		10.4
500	620		650	8.8		
600	740		780	15.1		

Suuremmat DN:ät ja korkeammat PN:ät saatavilla tiedusteltaessa; Tilattaessa mainitkaa: L, L1, ja tuleeko putken pään olla laipallinen, Ø D mikäli poikkeaa taulukosta; välilaipat voidaan myös toimittaa osina, jotka voidaan hitsata kylkeen. Minimi betoniluokka C20/25. Kovettumisaika 3 päivää

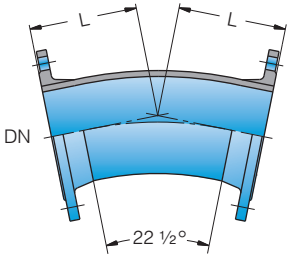
5.3 Laipalliset liittimet
FFK 11 liittimet
11¼° laippakulmayhteet valmistajan standardin mukaisesti



DN	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	130	9.5			
100	140	11.9		12.9	
125	150	15.3		17.3	20.5
150	160	19		21.5	25.5
200	180	26	25	29.5	39
250	210	41.5	41	48	65.5
300	255	60	59.5	69.5	96.5
350	105	56	61.5	77	135.9
400	113	58	67.5	90	165.3
500	135	85	113	134	232.8
600	174	157	202	223	253.2
700	194	243	269	299	–
800	213	330	366	333	

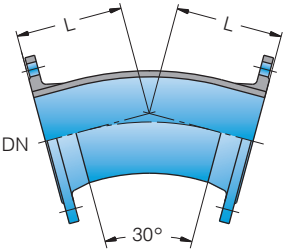
FFK 22 liittimet
22½° laippakulmayhteet
EN 545 mukaisesti

DUKTUS



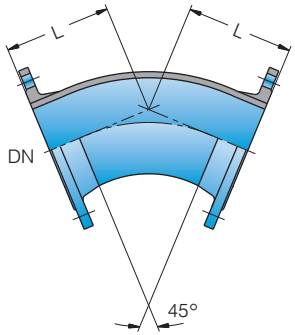
DN	Mitat [mm] L	Paino[kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	130	9.5			
100	140	11.9		12.9	
125	150	15.3		17.8	20.5
150	160	19.7		21.5	25.5
200	180	29	27.5	32.5	42
250	210	41.5	41	48	65.5
300	255	60	59	69.5	96.5
350	140	58	64	81	128
400	153	67	75.5	98	156.5
500	185	99	127	148	232
600	254	182	227	248	350
700	284	313	339	334	–
800	314	428	646	445	

FFK 30 liittimet 30° laippakulmayhteet EN 545 mukaisesti



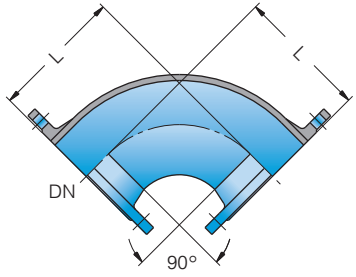
DN	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	130	9.5			
100	140	11.9		12.9	
125	150	15.3		17.8	20.5
150	160	19.5		19.5	25
200	180	29	27.5	32.5	42
250	210	41.5	40.5	48	65
300	255	59.5	59	69	96
350	165	65	71	88	138
400	183	73	82.5	106	163.5
500	220	109	137	158	256
600	309	212	257	278	284
700	346	360	386	430	–
800	383	493	529	674	

FFK 45 liittimet
45° laippakulmayhteet
EN 545 mukaisesti

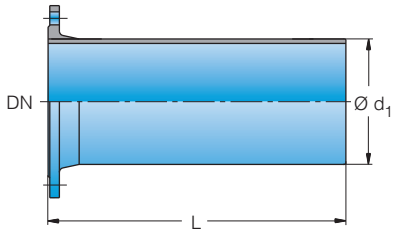


DN	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	130	9.4			
100	140/200*	11.3		12.3*	
125	150	14.5		15.7	18.3
150	160	18.4		20.5	24.5
200	180	27.5	27	31	41.5
250	350	54.5	54	61.5	82
300	400	77.2	76.2	87.7	118.2
350	298	75.5	82	99	141
400	324	94.4	106.4	128.4	196.4
500	375	143.5	173.5	196.5	264.5
600	426	210	263	292	397
700	478	292.5	322.5	392.5	–
800	529	399.5	437.5	535.5	
900	581	513	561	682	
1000	632	661	744	899	

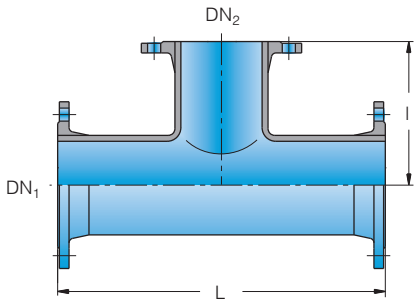
Q liittimet
90° laippakulmayhteet
EN 545 mukaisesti



DN	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	165	9.7			
100	180	12.3		12.3	
125	200	18		21.1	22.3
150	220	19.8		21.8	26.3
200	260	31.2	30.2	34.7	45.2
250	350	50	49	57	77
300	400	69.9	68.9	80.4	110.9
350	450	93.1	102.2	146	190
400	500	133.2	146.2	205.5	272.5
500	600	179	209	233	300
600	700	269	322	350	455
700	800	381.5	411.5	481.5	–
800	900	527	565.5	664.5	
900	1,000	690	737	858	
1000	1,100	896	979	1,135	



DN	Mitat [mm]		Paino [kg] ~			
	L	d_1	PN10	PN16	PN25	PN40
80	350	98	7.5			
100	360	118	8.5		10.4	
125	370	144	12.4		13.1	14.3
150	380	170	15.6		16.6	17.5
200	400	222	24.6	24	24.5	29
250	420	274	32	31.5	36	45
300	440	326	43.2	42.7	47.7	63.2
350	460	378	52.3	55.3	64.3	85.3
400	480	429	64.3	70.3	81.3	115
500	520	532	93.9	109	121	154
600	560	635	133	159	173	226
700	600	738	179	194	228	–
800	600	842	226	245	294	–
900	600	945	272	295	356	–
1000	600	1,048	328	369	447	–



DN_1	DN_2	Mitat [mm] L	l	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	40[1)]	330	155	14			
	50[1)]		160	15			
	80		165	15.7			
100	40[1)]	360	170	18		19	
	50[1)]			17.1		18.1	
	80		175	18.4		19.6	
	100		180	19		20.5	
125	80	400	190	22.8		24.3	26.8
	100		195	23.8		25.8	28.3
	125		200	25.2		26.7	30.7
150	80	440	205	28.5		30.5	35
	100		210	29.4		31.9	35.9
	125		215	30.9		33.4	38.9
	150		220	32.2		35.3	41.9
200	80	520	235	42.2	41.7	45.7	56.7
	100		240	43.1	42.6	47.1	57.6
	125[1)]		245	51	51	55	58
	150		250	46	45.5	50.5	63
	200		260	49.5	48.5	55	70.5

1) Valmistajan standardin mukaisesti

DN_1	DN_2	Mitat [mm] L	l	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
250	80[1)]	700	265	72	71	79	99
	100		275	67.6	66.6	75.1	95.2
	125[1)]			92	91	100	121
	150[1)]		300	81	80	89	111
	200		325	75.2	74.2	84.2	109.7
	250		350	81	80	91.5	121.5
300	80[1)]	800	290	98	97	108	142
	100		300	93.8	92.8	104.8	135.8
	150[1)]		325	101	100	112	145
	200		350	102.4	101.4	114.4	151.4
	250[1)]		375	113.9	112.9	128.9	175.9
	300[1)]		400	117.4	113	128	168
350	100	850	325	115	121.5	138.5	181.5
	200			120.5	126.5	145.5	193.5
	350		425	138.8	147.8	172.8	236.8
400	80[1)]	900	350	154.4	167.4	173	240
	100			158	173.2	174.4	241.4
	150[1)]			144	156	179	249
	200			179.5	179.5	201.1	264.3
	300[1)]		450	183	187.3	215	295
	400			182.5	209.5	238.5	340.5
500	80[1)]	1,000	400	215.5	216	263	330
	100			218.5	247	287	331
	150[1)]			225.5	255.5	270	344
	200			242.3	273.6	274	344
	300[1)]			259	267	287	373
	400		500	266.9	327.4	337.1	427.7
	500			291.7	298.2	337.3	449.7
600	80[1)]	1,100	450	335	366	351	445
	100[1)]			350.7	385.5	352	446
	150[1)]			363.6	365	357	453
	200			296.4	394.9	387	479
	300[1)]		550	368	416.6	416	506
	400			355	409	482.1	569
	500[1)]			370	435	468	598
	600			388	488	455	634

1) Valmistajan standardin mukaisesti

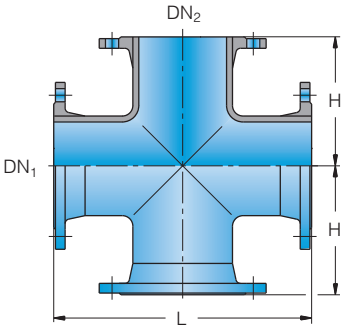
T liittimet
Täysin laipalliset
EN 545 mukaisesti

DUKTUS

DN_1	DN_2	Mitat [mm] L	Mitat [mm] l	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
700	100[1)]	650	525	310	336	458	–
	150[1)]			310	336	458	
	200	870	555	339.3	377.1	470	
	300[1)]			383	416	503	
	400			468.4	444.5	543.5	
	500[1)]	1,200	600	539.8	532	644	
	600[1)]			541.4	627.8	673	
	700			604	591	695	
800	80[1)]	690	570	407.5	445.5	537.5	–
	100[1)]			398.5	452	539	
	150[1)]		580	438.2	409	543	
	200		585	448.7	455	550	
	300[1)]	910	600	547.6	518	613	
	400		615	556.2	553	655	
	500[1)]	1,350	645	697.6	698	801	
	600			654.4	729	832	
	700[1)]		675	679	731	856	
	800			716	720	927	
900	100[1)]	730	640	445	488	730	–
	200		645	432	480	603	
	300[1)]	950	660	544	588	690	
	400		675	532.5	585.5	717.5	
	500[1)]	1,500	690	784	842	960	
	600		705	771	846	981	
	900		750	818	890	1,071	
1000	150[1)]	770	705	561	640	790	–
	200			564	643	793	
	300[1)]	990	735	645	724	879	
	400			657	738	899	
	500[1)]	1,650	825	951	1,055	1,225	
	600[1)]			966	1,082	1,243	
	700[1)]			989	1,102	1,292	
	800[1)]			1,016	1,123	1,339	
	900[1)]			1,036	1,148	1,356	
	1000			1,066	1,186	1,413	

1) Valmistajan standardin mukaisesti

TT liittimet
Täysin laipalliset ristiliittimet
valmistajan standardin mukaisesti



DN1	DN2	Mitat [mm] L	H	Paino [kg] ~ PN10	PN16
80	80	330	165	23.1	
100	80	360	175	23.8	
	100		180	27.1	
125	100	400	195	35	
	125		200	35.2	
150	80	440	205	38.5	
	100		210	41	
	125		215	43.4	
	150		220	46.6	
200	80	520	235	45.8	45.8
	100		240	51.6	51.6
	150		250	59.6	59.6
	200		260	68.7	68.7
250	80	700	270	99	99
	100		275	101	101
	125			103	103
	150		300	107	107
	200		325	114.8	114.8
	250		350	119.5	119.5

Ristiliittimet korkeammilla painoarvoilla saatavilla kysyttäessä

TT liittimet
Täysin laipalliset ristiliittimet
valmistajan standardin mukaisesti

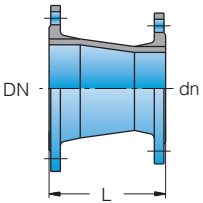
DUKTUS

DN_1	DN_2	Mitat [mm] L	H	Paino [kg] ~ PN10	PN16
300	80	800	295	128	128
	100		300	141	141
	150		325	145	145
	200		350	167	167
	250		375	170	170
	300		400	196	196
350	100	850	325	126.5	132.5
	300		425	174	180
	350			193	199
400	80	900	345	148	158
	100		350	152	162
	150			157	167
	200			161.5	172
	250			176	181.5
	300		450	196	209
	350			218	231
	400			252	257
500	80	1000	400	213	241
	150			336	364
	200			339	367
	250			343	371
	300		500	373	401
	400			378	411
	500			386	431
600	150	1100	450	309	361
	200			314	364
	250			319	369
	300		550	372	422
	350			376	428
	400			381	444
	500			415	478
	600			530	547
700	400	870	555	446	482
	700	1,200	600	658	610

Ristiliittimet korkeammilla painoarvoilla saatavilla kysyttäessä

FFR liittimet
Laippasupistusyhteet
EN 545 mukaisesti

DUKTUS



DN_1	dn	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
80	40[1)]	200	7.8			
	50[1)]		7.9			
	65		9.2			
100	40[1)]	200	8.9		9.7	
	50[1)]		9.4		11	
	65[1)]		10.6		12.6	
	80		11.1		13.1	
125	40[1)]	200	12.5		13.5	13.5
	50[1)]		12.6		14.5	14.5
	65[1)]		13		15.5	15.5
	80[1)]		13		17.5	17.5
	100		13.1		18	18
150	40[1)]	300	14.4		15.4	17.4
	50[1)]		17.4		18.4	20.4
	65[1)]		17.9		18.4	21.4
	80[1)]	200	13.9		15.9	15.9
	100[1)]		15.9		18.8	20.4
	125		16.4		18.4	22.4
200	50[1)]	300	20.6	20.6	25.1	32.1
	80[1)]		22.9	22.9	28.1	34.1
	100[1)]		23.8	23.8	29.2	37.5
	125[1)]		25.5	25.5	30.9	38.5
	150		26.4	26.4	35.1	39.4

1) Valmistajan standardin mukaisesti

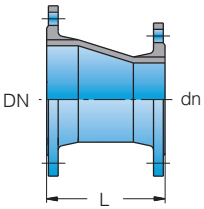
DUKTUS

DN_1	dn	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
250	80[1)]	300	26	29	30.5	41
	100[1)]		29	32.5	33	44
	125[1)]		31.5	32.5	33	46.5
	150[1)]		32.5	33	36.6	55.5
	200		34.1	34.1	40	56.5
300	100[1)]	300	29	29	35	48
	150[1)]		33	32.5	38	55
	200[1)]		35.9	35.4	42.9	63.9
	250		40.8	39.8	49.3	74.8
350	200[1)]	600	87	90	103	127
	250[1)]	300	44.4	46.9	59.4	90.4
	300		49.7	52.2	66.2	103.2
400	200[1)]	300	45.6	50.5	63.5	98
	250[1)]		49.1	54.6	69.6	113.1
	300		54.4	59.4	76.4	125.9
	350		58.1	66.6	86.1	141.1
500	350[1)]	600	145	149	166	201
	400		133.6	163.6	175.6	210.6
600	400[1)]	600	178	219	237.5	309.5
	500		185.5	226.5	257	343
700	400[1)]	600	253.5	281.5	334.5	–
	500[1)]		258	273	337	
	600		301.4	332.4	285.4	
800	500[1)]	600	308.5	359.5	442.5	–
	600[1)]		363	375	459	
	700		397.3	431.3	484.3	
900	600[1)]	600	336	384	453	–
	700[1)]		456	497	481	
	800		374.2	414.2	518.2	
1000	800[1)]	600	516	612	739	–
	900		530.2	592.2	576.2	

1) Valmistajan standardin mukaisesti

FFRe liittimet
Laippasupistusyhteet valmistajan standardin mukaisesti

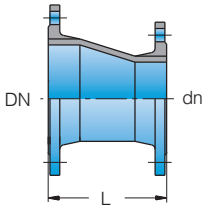
DUKTUS



DN_1	dn	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
50	40	200	7			
65	40	200	8.5			
	50		9			
80	40	200	9.2			
	50		9.7			
	65		10.7			
100	40	200	11.1		11.6	
	50		12.1		12.1	
	65		12.6		12.6	
	80		13.1		13.1	
125	50	200	13.6		14.2	16.1
	65		14.6		15.1	16.4
	80		15.6		16.2	17.5
	100	300	16.5		17.1	18.4
150	50	300	17.9		21.5	23.5
	80		19		23	25
	100		20		24.5	26.5
	125		25.5		25.5	29
200	80	300	24.4	25	27	33.5
	100		24.5	24.5	28	34
	125		25.5	25.5	29	35
	150		29.5	29.5	31.5	38.5

FFRe liittimet
Laippasupistusyhteet
valmistajan standardin mukaisesti

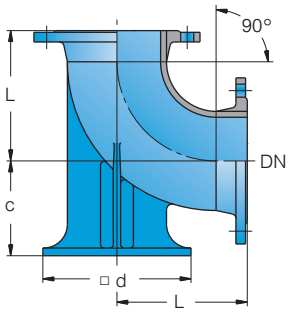
DUKTUS



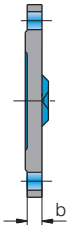
DN_1	dn	Mitat [mm] L	Paino [kg] ~ PN10	PN16	PN25	PN40
250	100	300	35.5	35.5	39	49
	125		36	36	39.5	50.5
	150		40	40	42.5	51.5
	200		42	42	48	64
300	100	300	40.5	40.5	45	60
	150		42.5	46.1	59	82
	200		53.1	53.1	63	87.5
	250		55	55	66.5	94
350	200	500	82	85	99	122
	250		83	85.5	101	128
	300		108	114	125	162
400	150	500	81	90	102	138
	200	600	85	85	110.5	150.5
	250	500	91	102	123	163
	300		105	104	124	183
	350		117	126	145	200
500	250	500	114.5	127	140.5	186
	300		115	135	153	204
	350		120.5	141	158	207
	400		162	162	194	194
600	300	500	182	193	212	288
	400		196	241	252	345
	500		236	252	262	357

N liittimet
Kaksoislaipalliset
90° kulmajalkayhteet
EN 545 mukaisesti

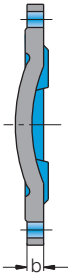
DUKTUS



DN	Mitat [mm]			Paino [kg] ~			
	L	c	□ d	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40
80	165	110	180	13.2			
100	180	125	200	16.9		17.9	
125	200	140	225	22.1		23.1	26.1
150	220	160	250	28.8		30.8	35.8
200	260	190	300	46.2	45.2	49.7	60.2
250	350	225	350	73.5	72.5	80.5	101
300	400	255	400	103.9	102.9	113.9	144.9
350	450	290	450	136	142	158	201
400	500	320	500	176.4	186.4	209.4	277.4
500	600	385	600	281	311	335	402
600	700	450	700	425	478	506	612



DN 250 asti

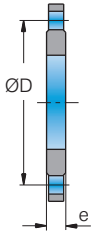


Yli DN 250

DN	b [mm]				Paino [kg] ~				Vaihtoehtona poratut reiät(s) [tuumakoko]
	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	
40	16				2.5				1 x ½“ keskitetty
50	16				3				
65	16				4				
80	16				3.6				1 x 2“ keskitetty
100	16				4.3		4.8		
125	16			20.5	5.6		6.2	7.9	
150	16		17	23	7.2		8.3	11.1	
200	17		19	27	11	10.8	13.3	20	
250	19		21.5	31	16.9	16.6	21	33.5	
300	20.5		23.5	35.5	26	25.5	32	51.5	2 x 2“ epäkesko
350	20.5	22.5	26	40[1)]	33	37	46	73.5	
400	20.5	24	28	44[1)]	41	49	62.5	106	
500	22.5	27.5	32.5	48[1)]	65	85.5	102	151	
600	25	31	37	53[1)]	99.5	136	159	230	
700	27.5	34.5	41.5[1)]	–	147	179	225	–	
800	30	38	46[1)]	–	207	252	325	–	
900	32.5	41.5	50.5[1)]	–	273	335	429	–	
1000	35	45	55[1)]	–	360	453	578	–	

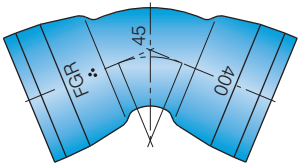
1) Valmistajan standardin mukaisesti, laippakytkennän koot EN 1092-2 mukaisesti; laipat korkeampiin paineisiin saatavilla tiedusteltaessa

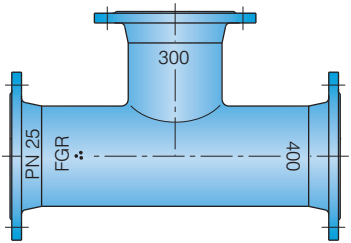
DN 80 muuntolaipat
Laipat siirtymiseen PN 10:stä PN 40:een
valmistajan standardin mukaisesti



DN	Mitat [mm]		PN [bar]	Paino [kg] ~
	D	e		
80	200	27	10/40	3.9

KaikissaEuroopan pallografiittivalurautaisten putkistosysteemien yhdistyksen (FGR/EADIPS) jäsenten valmistamissa putkissa on “FGR” merkintä, joka tarkoittaa sitä, että kaikkea ohjeistusta “FGR Laatumerkinnän” saamiseksi on noudatettu.
Tämän lisäksi, kaikissa liittimissä on merkintä nominaalikoosta ja kulmissa on merkintä asteluvusta.
Laippaliittimiin on merkitty paineluokat PN 16, 25 tai 40 joko valeuttana tai leimattuna. PN 10 laippaliittimissä tai muhvillisissa liittimissä ei ole painemerkintää.
Materiaalin "pallografiittivaluraudaksi" tunnistaa siitä, että liittimissä on kolmen kohotetun pisteen merkintä ulkopinnalla. (∴)
Erityistapauksissa voi myös olla muita ohjemerkintöjä tarpeen vaatiessa.

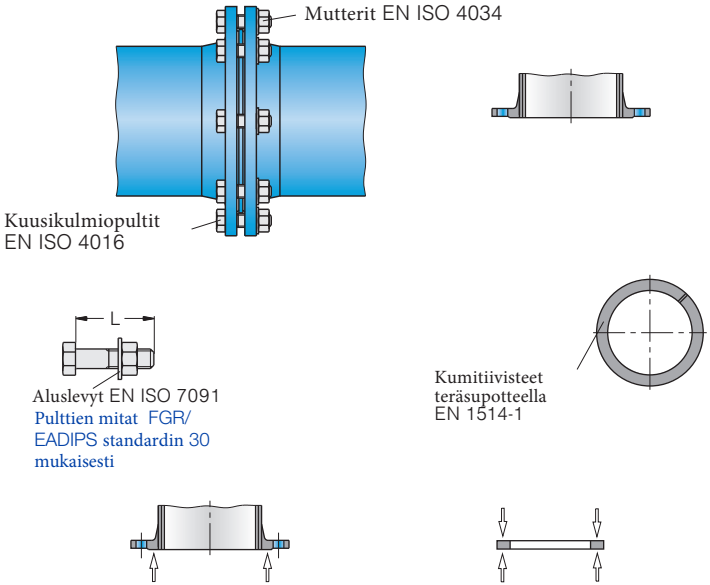




5.4 Asennusohjeet laippaliitoksille

Nämä asennusohjeet koskevat EN 545 mukaisia pallografiitivalurautaisia putkia ja liittimiä, joissa on EN 1092-2 mukainen laippa.

Liitoksen kokoaminen



Puhdista pultinreiät ja nuolien osoittamat tiivisteen pinnat ja poista niistä kaikki ylimääräinen maali (kohoumat, kuplat ja näppylät).

DUKTUS

Liitoksen kokoaminen

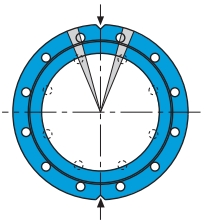
Suosituksia koskien kuljetusta, varastointia ja asennusta, katso sivu 289 lähtien.
Helpompaa kokoamista ja suurempaa toimintaluotettavuutta silmälläpitäen, tulisi käyttää ainoastaan tiivisteitä teräsupotteella.
Laipalliset putket ja liittimet tulee tukea huolellisesti.
Jäykät putkiliitokset eivät kestä vaihtelevaa kuormitusta tai vaihtelevia painaumia. Missän tapauksessa putkia tai liittimiä ei tule tukea kivillä tai vastaavilla materiaaleilla.

Pulttireikien sijoittaminen

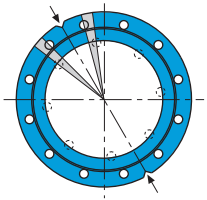
Pulttireikien sijoittamista koskeva sääntö laipallisissa putkissa ja liittimissä on se, että pulttireikiä ei tule sijoittaa laippojen vertikaalisille tai horisontaalisille keskilinjoille.

Huomio koskien laipallisten liittimien asennusta

Jotta laipallisten liittimien kunnollinen asentaminen olisi helpompaa, niiden laipoissa on kaksi vastakkain sijoitettua lovea. Näiden lovien tulee asennettaessa olla linjassa toistensa kanssa, joko horisontaalisesti tai vertikaalisesti.

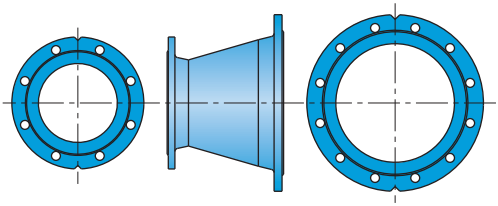


Oikein



Väärin

Laippasupistusyhteiden asentaminen



Yllä oleva esimerkki on FFR 300/200 PN 10 supistusyhde

Johtuen pulttireikien eri määrästä laipoissa, seuraava venttiili tai liitin tulee olemaan vinossa, mikäli supistusyhteen asennusta ei ole tehty oikein. Nominaalikoosta riippuen vinouma voi olla 22,5°.

Tärkeää!
Suurissa nominaalikoissa tällaiset vinoumat on melkein mahdoton havaita.

Kiristysmomentit
Kiristysmomentti M_D riippuu nominaalikoosta DN ja paineluokasta PN.

Se voidaan laskea seuraavalla tavalla:

M_DPN10 = DN/3 [Nm]

M_DPN16 = DN/1.5 [Nm]

M_DPN25 = DN/1 [Nm]

M_DPN40 = DN/0.5 [Nm]

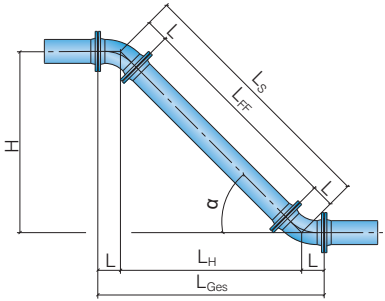
5.5 Vertikaalisten poikkeamien laskeminen käytettäessä laippaliittimiä

Kaavat

L_H = H/tan α
L_S = H/sin α
L_{FF} = L_S - 2 • L
L_{Ges} = L_H + 2 • L

H = Vertikaalinen poikkeama

L = Laippakulman mitta keskeltä päähän
α = Laippakulman aste



Taulukko 1: Tuplalaippakulmien (FFK) pituudet keskeltä päähän **"L"** kulman α ja ympärysmitan DN funktiona

FFK:n kulma α	Tuplalaippakulmien (FFK) pituudet keskeltä päähän "L"								
	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400
11°	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	21.0	25.0	10.5	11.3
22°	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	21.0	25.0	14.0	15.3
30°	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	21.0	25.0	16.5	18.3
45°	13.0	14.0	15.0	16.0	18.0	35.0	40.0	29.8	32.4
90°	16.5	18.0	20.0	22.0	26.0	35.0	40.0	45.0	50.0

FFK:n kulma α	Tuplalaippakulmien (FFK) pituudet keskeltä päähän "L"					
	DN 500	DN 600	DN 700	DN 800	DN 900	DN 1000
11°	13.5	17.4	19.4	21.3	–	–
22°	18.5	25.4	28.4	31.4	–	–
30°	22.0	30.9	34.6	38.3	–	–
45°	37.5	42.6	47.8	52.9	58.1	63.2
90°	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0

Mitat voivat vaihdella esitetystä. Keskeltä päähän pituudet "L" löytyvät myös kappaleesta 6.

Taulukko 2 pituuden "L_s" määrittämiseen kulman α ja vertikaalisen poikkeman "H" funktiona.

Kaltevuuden pituus "L_s" [cm]											
FFK:n kulma α	sin α	Vertikaalinen poikkeama H [cm]									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
11°	0.19081	26.2	52.4	78.6	104.8	131.0	157.2	183.4	209.6	235.8	262.0
22°	0.37461	13.3	26.7	40.0	53.4	66.7	80.1	93.4	106.8	120.1	133.5
30°	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0
45°	0.70711	7.1	14.1	21.2	28.3	35.4	42.4	49.5	56.6	63.6	70.7
90°	1	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0

Kaltevuuden pituus "L_s" [cm]											
FFK:n kulma α	sin α	Vertikaalinen poikkeama H [cm]									
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
11°	0.19081	288.2	314.4	340.7	366.9	393.1	419.3	445.5	471.7	497.9	524.1
22°	0.37461	146.8	160.2	173.5	186.9	200.2	213.6	226.9	240.2	253.6	266.9
30°	0.5	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	190.0	200.0
45°	0.70711	77.8	84.9	91.9	99.0	106.1	113.1	120.2	127.3	134.3	141.4
90°	1	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0

DUKTUS

Taulukko 3 pituuden "L_H" määrittäminen kulman ja vertikaalisen poikkeaman "H" funktiona

Poikkeaman horisontaalinen pituus "L_H" [cm] kulmayhteiden keskustasta keskustaan											
FFK:n kulma α	tan α	Vertikaalinen poikkeama H [cm]									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
11°	0.19438	25.7	51.4	77.2	102.9	128.6	154.3	180.1	205.8	231.5	257.2
22°	0.40403	12.4	24.8	37.1	49.5	61.9	74.3	86.6	99.0	111.4	123.8
30°	0.57735	8.7	17.3	26.0	34.6	43.3	52.0	60.6	69.3	77.9	86.6
45°	1	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
90°	∞	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Poikkeaman horisontaalinen pituus "L_H" [cm] kulmayhteiden keskustasta keskustaan											
FFK:n kulma α	tan α	Vertikaalinen poikkeama H [cm]									
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
11°	0.19438	283.0	308.7	334.4	360.1	385.8	411.6	437.3	463.0	488.7	514.5
22°	0.40403	136.1	148.5	160.9	173.3	185.6	198.0	210.4	222.8	235.1	247.5
30°	0.57735	95.3	103.9	112.6	121.2	129.9	138.6	147.2	155.9	164.5	173.2
45°	1	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0
90°	∞	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Kuinka pitkä kaksoislaipallisen putken tulee olla, kun käytetään kaksoislaipallisia kulmayhteitä ja vertikaalinen poikkeama tiedetään?

1. Löydä arvo "L_S" taulukosta 2 tiedettyyn vertikaaalipoikkeamaan ja kulman asteluku α.
2. Löydä kulmayhteen keskeltä päähän "L" Juomavesikatalogimme taulukosta 1
3. Löydä kaksoilaipallisten putkien "L_{FF}" vähennä "LS:stä".kahdesti "L" "L_S".

Esimerkki:
FFK 30°, DN 200, H = 70 cm

140 cm

18.0 cm

L_{FF} = 140 cm - 2 • 18 cm = 104 cm

Kuinka suuri on vertikaalinen poikkeama "H" käytettäessä kaksoislaipallista putkea ja kaksoislaipallista kulmayhdettä?

1. Mittaa kaksoislaipallisen putken pituus "L_{FF}".
2. Löydä kulmayhteen "L" Juomavesikatalogimme Taulukosta 1.
3. Laske "L_S": $L_S = L_{FF} + 2 \bullet L$
4. Löydä käytettyjen kulmayhteiden sin α Taulukosta 2.
5. Laske yllämainittujen pohjalta vertikaalinen poikkeama "H" seuraavalla tavalla: $H = L_S \bullet \sin \alpha$

Esimerkki:
FFK 30°, DN 200, L_{FF} = 104 cm

104 cm
18.0 cm

L_S = 104 cm + 2 • 18 cm = 140 cm
0.5 cm

H = 140 cm • 0.5 = 70 cm

Kuinka pitkä on etäisyys "L_{GES}" kun vertikaalinen poikkeama "H" ja kaksoislaipallisen kulmaayhteen kulman asteluku tiedetään?

1. Tiedetyn vertikaalisen poikkeaman ja kulmayhteen kulman α perusteella, löydä arvo "L_H" Taulukosta 3.
2. Löydä kulmayhteen keskeltä päähän "L" Juomavesikatalogimme Taulukosta 1.
3. Laske "L_{GES}" seuraavalla tavalla: $L_{GES} = L_H + 2 \bullet L$

Esimerkki:
FFK 30°, DN 200, H = 70 cm

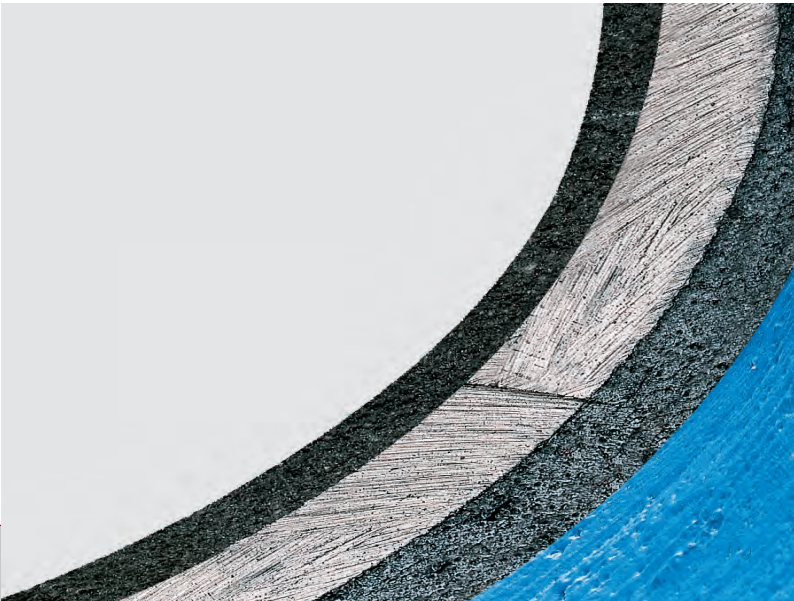
121.2 cm

18.0 cm

L_{GES} = 121.2 cm + 2 • 18 cm = 157.2 cm

6 PINNOITTEET

(Rakenne, ominaisuudet, käyttökohteet, asennusohjeet



Toimitettaessa, pallografiittivalurautaisilla putkilla ja liittimillä on tehtaalla tehdyt sisäiset ja ulkoiset pinnoitteet. Saatavilla olevista pinnoitteista voi valita erilaisten käyttötarpeiden mukaisesti ja niitä voidaan yhdistellä lähes vapaasti.
Keskeisempiä tekijöitä ovat:

- siirrettävä aine
- maan ja pohjaveden korroosio-olsuhteet
- asennusalustan materiaalin raekoko
- aineen lämpötila
- ympäristön lämpötila
- asennustekniikka

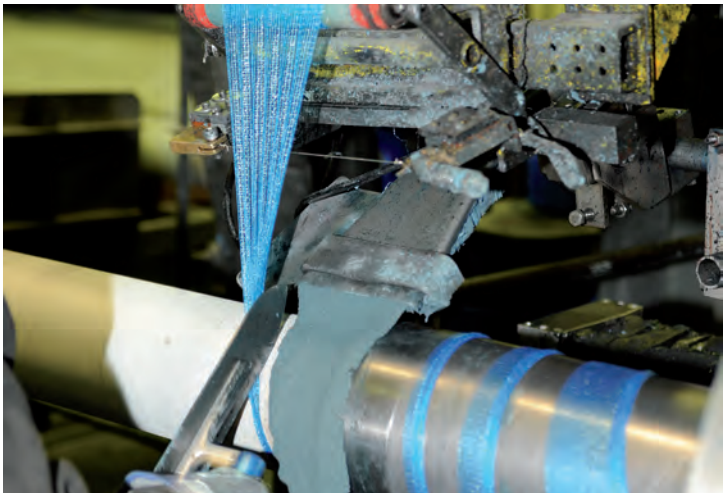
Putkien saatavilla olevien eri ulkoisten ja sisäisten pinnoitteiden koostumus, ominaisuudet ja käyttötarkoitukset kuvaillaan seuraavassa kappaleessa.
Koskien liittimiä, EN 14 901 mukainen epoksipinnoite on osoittautunut nyhyhetken parhaaksi tekniikaksi. Näin pinnoitettuja liittimiä voidaan käyttää sekä juomavesi että jätevesi tarkoituksiin. Muut pinnoitteet kuten sementtilaastivuoraus, emailointi tai bitumi ovat mahdollisia tiedusteltaessa.

6.1 Ulkoiset pinnoitteet
Sementtilaastipinnoitus (Duktus ZMU)

Rakenne
Sementtilaastipinnoitus (ZMU) on saatavilla putkiin, joiden asennuspituus on 6 m ja nominaalikoot DN 80 - DN 1000 sekä kaikkiin push-in liittimiin .
Pinnoite on EN 15 542 mukainen. Täten, sen nominaalinen pinnoitepaksuus on 5 mm. ZMU:n alla on aina tvähintään 200 g/m^2 sinkkipinnoitus . Ylimääräinen pohjamaalipinnoitus voidaan lisätä sinkin ja ZMU:n väliin, mutta tämä ei ole tarpeellista, mikäli ZMU on polymeerimodifioitua tyyppiä. Sementtilaasti levitetään ekstruusioprosessilla (käämitys) tai ruiskutusprosessilla.

Muhvit on suojattu kumisilla suojaholkeilla tai kutistuvalla materiaalilla (katso Kappale 7, sivu 276 lähtien).

Erityisiin käyttötarkoituksiin, kuten esimerkiksi kaivamattomiin asennuksiin ei-kohesiivisiin maaperiin, voimme myös toimittaa ZMU Plus pinnoitteemme. Tässä tapauksessa putki on päällystetty riittävän syvästi sementtilaastilla, jotta sille muodostuu täysin lieriömäinen ulkoreuna.



DUKTUS

Ominaisuudet
ZMU suojelee erittäin tehokkaasti korroosiolta, antaen suojan sekä kemikaalisia että mekaanisia tekijöitä vastaan.
Suoja kemiallisia tekijöitä vastaan perustuu ennen kaikkea käytetyn masuunisementtilaastin huokoisuuteen ja emäksisyyteen. Laastin altistuessa pohjaveden tai maaperän kosteudelle, ajan mittaan putken pinnalle muodostuu pH > 10, joka antaa tehokkaan suojan korroosiota vastaan. Epätodennäköisessä tapauksessa, jossa ZMU vaurioituu mekaanisesti, ZMU:n alla oleva sinkkikerros takaa jatkuvan korroosiosuojan.

Tämän lisäksi, sallitut mekaaniset kuormat on määritelty niitä koskevissa määräyksissä standardissa EN 15 542. Standardoidut luvut on annettu muun muassa adheesion- ja iskunkestävyyttä koskien. Tämän seurauksena, ZMU:lla on mekaanisten kuormien kantokyky.

Käyttökohteet
ZMU:n erinomaisten mekaanisten ja kemiallisten suojaominaisuuksien ansiosta tällaisella ulkopinnoitteella varustettuja putkia voidaan käyttää melkein missä tahansa. Eräät keskeiset käyttökohteet ovat:

- korrosioivat/saastuneet maaperäät
  EN 545 Liitteen D mukaisesti, pallografiittivalurautaiset putket kuituvahvisteisella sementtilaastipinnoitteella standardin EN 15 542 mukaisesti, voidaan asentaa minkä tahansa syövyttävyyasteen omaavaan maaperään.

- karkearakeinen putken alusmateriaali
  DVGW Työkirja W 400-2 määrittää putken pohjamateriaalin sallittut raekoot. Työkirjan liitteen G mukaisesti, maksimi raekoko käytettäessä sementtilaastipinnoitetta on 100 mm silloin kun rakeet ovat pyöreitä tai pirstoutuneita.

- kaivamattomat asennustekniikat
  Pallografiittivalurautaputkille relevantit kaivamattomat asennustekniikat määritellään DVGW Työkirjoissa GW 320-1 - GW 324. Näiden dokumenttien mukaisesti, sementtilaastipinnoitus on hyväksytty kaikkiin näihin tekniikoihin.

- hajavirrat
  Viimeisimmät tutkimukset osoittavat, että valurautaputkia sementtilaastipinnoituksella tulee käyttää hajaviroile altistuvilla alueilla. Täten, asentamalla sähköä johtamattomia liitoksia, voidaan estää hajavirtojen haittavaikutukset putkistolle.

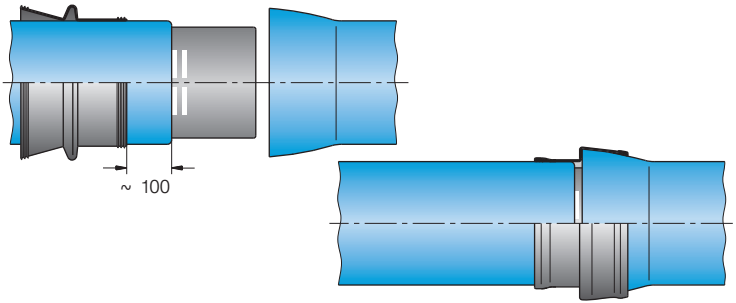
6.1.2. Asennusohjeet ZMU putkille

Nämä asennusohjeet koskevat EN 545 mukaisia pallografiittivalurautaisia putkia EN 15 542 sementtilaastivuorauksella (ZMU). Liitoskohtaisia asennusohjeita tulee noudattaa putkien välisiä litoksia koottaessa.

Asennus tulee suorittaa vahingoittamatta sementtilaastipinnoitetta. Seuraavat muhviliitosten suojausmahdollisuudet ovat mahdollisia:

- kumiholkit sementtilaastin suojaamiseksi
- lämpökutistuva materiaali tai suojaavat teipit (DIN 30 672)
- laasti siteet (esim. Ergelit yrityksen valmistama) erikoissovelluksiin.

Kumiholkit sementtilaastin suojaamiseksi
Kumiholkkeja sementtilaastin suojaamiseksi voidaan käyttää TYTON®, BRS® ja BLS® liitoksiin putkissa DN 800 kokoon asti. Ennen liitoksen kokoamista, käännä kumiholkin sisäpuoli ulos, sitten työnnä se halkaisialta suurempi pää edellä putken pään yli riittävän pitkälle, jotta sementtilaastipinnoite työntyy holkista noin 100 cm. Asennusta voidaan helpottaa levittämällä voiteluainetta sementtilaastipinnoitteeseen.



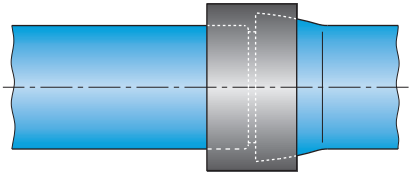
Kun liitos on koottu ja tiivisteen istuvuus tarkistettu syvyysmittarilla, käännä holkin sisäpuoli putken päälle, vedä sitä, kunnes se on muhvin päätä vasten ja vedä se sitten muhvin yli. Nyt suojaholkki on tiivisti putkea vasten.

Lämpökutistuva materiaali ja suojaavat teipit

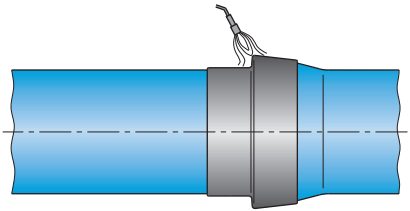
Lämpökutistuvaa materiaalia ja suojaavia teippejä voidaan käyttää kaikille liitoksille. Lämpökutistuvan materiaalin tulee olla soveltuva sekä liitoksen mittoihin että käyttötarkoitukseen; katso Kappale 7, sivu 276 lähtien.

Kutistuvan suojaholkin sovitus

Vedä kutistuva suojaholkki muhvin päälle ennen liitoksen kokoamista. Peitettävä pinta tulee valmistella esitteen GW 15 mukaisesti, tarkoittaen, että alueen, jolle holkki sovitetaan, tulee olla vapaa ruosteesta, rasvasta, liasta ja irtopartikkeleista. Esilämmitä pinta noin 60°C:een propaanikaasuliekillä ja tällä tavoin kuivaa se.
Sen jälkeen, kun liitos on koottu, vedä kutistuva suojaholkki liitoksen yli, siten, että noin puolet sen pituudesta on muhvin päällä.



Holkin suojaavaa vuorausta ei tule poistaa ennen kuin holkki on asetettu muhvin päälle ja vasta vähän ennen kuin sitä lämmitetään.
Propaanikaasuliekki asetettuna pehmeälle, kuumenna supistuva holkki tasaisesti ympäri kohdasta, jossa muhvin pää sijaitsee kunnes holkki alkaa kutistua ja muhvin ääriviivat tulevat esiin. Sitten, samalla kun lämpötila pidetään tasaisena siirtämällä poltinta ylös ja alas kehän suuntaisesti, kutista ensimmäinen osa holkkia muhviin ja tämän jälkeen, kutista aloittamalla muhvin putken päässä sijaitsevasta päästä.



Tämä prosessi on suoritettu kunnollisesti, mikäli:
- koko suojaholkki on kutistettu putkien väliseen liitokseen
- se on tasaisesti pintaa vasten, ilman kylmiä kohtia tai ilmakuplia ja tiivistysliimaus on puristunut ulos molemmista päistä
- vaadittu 50 cm limittyminen tehtaalla levitetyn pinnoitteen yli on saavutettu.

Muhviliitoksen peittäminen teippimateriaalista tehdyllä kutistuvalla holkilla
Kutisteteippi on saatavana valmiiksi leikatussa muodossa, jossa on valmiiksi asennettu tiivistenauha, tai 30 m rullina, jotka sisältävät tiivistenauhan jokaista muhvia varten.
30 m rullatoimituksessa, kutistuva teippi on leikattava sopivan pituiseksi työmaalla (katso sivu 278 lähtien).
Peitettävä pinta tulisi valmistella Esitteen GW 15 mukaisesti, tarkoittaen sitä, että alueen, jolle teippi asetetaan, tulee olla vapaa ruosteesta, rasvasta, liasta ja irtopartikkeleista. esilämmitä pinta propaanikaasuliekillä noin 60 °C:een ja näin kuivata se. Irrota taustakalvo teipistä noin 150 mm matkalta. Aseta teipin pää keskelle putkien välisen liitoksen päälle, oikeissa kulmissa liitokseen tasoon nähden ja kääri teippi löysästi liitoksen ympärille poistamalla samalla loput taustakalvosta. Teipin päiden päällekkäisyyden tulee olla vähintään 80 cm ja niiden tulisi sijaita helppopääsyisessä kohdassa, putken yläkolmanneksella.
Matalissa ympäristön lämpötiloissa, on hyödyllistä, että limityskohdan ja tiivistysnauhan liimapuolia kuumennetaan lyhyen aikaa.

Aseta tiivistenauha keskelle limityksen poikki ja jatkuvasti liikkuvalla pehmeällä keltaisella liekillä kuumenna nauhaa tasaisesti ulkopuolelta kunnes materiaalin ristikkokuvio tulee esiin. Sitten, hanskoja käyttäen, paina tiivistenauha teippiä vasten. Liikuttamalla liekkiä tasaisesti putkien kehän suunnassa, kutista teippi ensin muhviin, alkaen tiivistenauhasta poispäin olevalta puolelta ja sitten samalla tavoin putken päähän.

Tämä prosessi on suoritettu kunnollisesti, mikäli:

- koko suojateippi on kutistettu putkien väliseen liitokseen
- se on tasaisesti pintaa vasten, ilman kylmiä kohtia tai ilmakuplia ja tiivistysliimaus on puristunut ulos molemmista päistä
- vaadittu 50 cm limittyminen tehtaalla levitetyn pinnoitteen yli on saavutettu.

Käytettäessä kuvailtuja muhvisuojauksia, kaikki kulmapoikkeamaa koskevat ohjeet pätevät edelleen, jopa suojauksen tekemisen jälkeen.

Molekyylisilloitettujen lämpökutistuvien Thermofit-materiaalien sijaan voidaan käyttää myös muunlaisia suojateippejä, mikäli ne täyttävät DIN 30 672:n vaatimukset ja niillä on DIN/DVGW-rekisteröity numero.

Suojateippien kääriminen
Sitten kun liitos on täysin koottu, suojateippi kääritään useaan kerrokseen liitoksen ympärille, siten, että se peittää sementtilaastipinnoitteen ≥ 50 mm paksuudelta.

Kääriminen laastisiteellä (Ergeilt yrityksen valmistama)
Liota laastiside vedellä täytetyssä ämpärissä, kunnes ilmakuplia ei enää vapaudu; liotusajan tulee olla enintään kaksi minuuttia.

Ota märkä side ämpäristä ja varovasti purista vesi pois.

Kiedo side peitettävän alueen ympärille (peitä sementtilaastipinnoite ≥ 50 mm paksuudelta) ja muotoile se liitoksen ääriviivojen mukaan.

6 mm paksuisen kerroksen saavuttamiseksi, kääri side kahdesti ympäri tai toisin sanoen limitä 50 % siteestä.
Suojaside on valmis kantamaan mekaanisia kuormia noin 1 - 3 tunnin jälkeen.

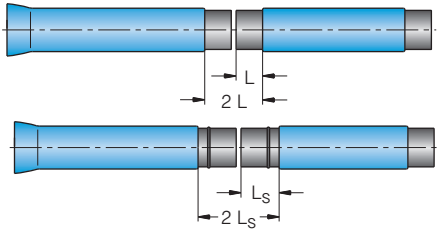
Putkilinjan kaivannon täyttö
Kaivanto tulee täyttää EN 805:n tai DVGW Työkirjan W 400-2 mukaisesti.
Täytemateriaalina voidaan käyttää käytännössä mitä tahansa kaivettua materiaalia, myös maaperää, joka sisältää kiviä enintään 100 mm:n raekokoon asti (katso DVGW Työkirja W 400-2). Vain erikoistapauksissa putkisto täytyy ympäröidä hiekalla tai muulla vieraalla aineella.
Liikennöidyillä alueilla, kaivantojen täyttämisen tulee noudattaa Ohjetta putkilinjojen kaivantojen täyttöä varten (Kölnin tie- ja liikennetutkimusyhdistys).

Push-in liitokset, jotka on suojattu sementtilaastia suojaavilla kumiholkeilla tai kutistuvalla materiaalilla, tulee ympäröidä hienorakeisella materiaalilla tai suojata putken suojamatoilla.

DUKTUS

Putkien katkaiseminen

Varmista, että putket ovat katkaisukelpoista tyyppiä (katso sivu 364).
Ennen putkien leikkaamista sementtilaastipinnoite on poistettava 2L tai 2LS pituudelta; katso alla oleva taulukko (kauluksissa on otettava huomioon myös kauluksen liukumismitta).



DN	TYTON®/BRS® L (mm)	BLS® L_S (mm)
80	95	165
100	100	175
125	100	185
150	105	190
200	110	200
250	115	205
300	120	210
350	120	–
400	120	230
500	130	245
600	145	300
700	205	315
800	220	330
900	230	345
1000	245	360

Sementtilaastista vapaa alue koskien TYTON® tiivisteitä on seuraava DIN 28 603 muhveille

Muoto A DN 600 asti
Muoto B (pitkä muhvi) DN 700 ja yli

Sementtilaastipinnoitteen poistaminen

- Merkitse yllä olevan taulukon mukaisesti mittoihin viivat, jotka osoittavat sementtilaastipinnoitteeseen tehtävät leikkaukset
- Tee viivoja noudattaen leikkauksia sementtilaastipinnoitteeseen noin puoleen kerroksen syvyydestä (2-3 mm). Tärkeää: Älä leikkaa putken valurautapintaan asti! Suojavarusteita, etenkin suojahansikkaita, tulee käyttää koko ajan.
  Suosittelemme erityisen leikkauslaikan käyttämistä (sivu 275).
- Tee kahdesta kolmeen pitkittäistä leikkausta (ylläkuvatun mukaisesti) sementtilaastipinnoitteeseen, jakaen leikkaukset ympäri kehän.
- Putkien osalta, joissa sinkkipinnoitteen ja sementtilaastipinnoitteen väliin on levitetty pohjamaalisementtilaastipinnoite tulee esilämmittää 160-200°C:een ennen irrottamista. Tällaiset putken tunnistaa linjasta pinnoitusstandardi merkinnän alla, eli “DIN EN 15 542”.
- Irrota sementtilaasti pinnoite kevyesti vasaralla – aloittaen pituussuuntaisista leikkauksista.
- Halkaise kaikki leikkaukset kylmällä taltalla.
- Poista sementtilaastipinnoite ja poista putken päästä mahdolliset jäännössementtilaastit kaapimella ja terästharjalla.
- Putki voidaan nyt leikata ja putken pää viistää Kappaleessa ”Putkien katkaisu” kuvatulla tavalla. (katso sivu 364)

On välttämätöntä, että uudet sinkityt putkien päät maalataan uudelleen sopivalla viimeistelypinnoitteella!

Putkisatuloiden asennus
Sementtilaastipinnoitettujen pallografiittivalurautaputkien taloliitäntöjen tekemiseen kannattaa käyttää satulia, joissa on sisäinen tiivisteholkki. Putkilinjan reiässä tämän tyyppinen putken satula tiivistyy suoraan pallografiittirautaputken pintaa vasten putkeen tehtyyn porattuun reikään.

6.1. Ulkoiset pinnoitukset
Sementtilaastipinnoitus (Duktus ZMU)

Tämäntyyppisiä liitoksia on saatavilla useilta valmistajilta. Lisätietoja varten katso DVGW-Esite W 333.

Työmaakorjaukset sementtilaastipinnoitteelle (ZMU)
Kaikki ZMU:n korjaukset on suoritettava käyttämällä putken valmistajan toimittamaa korjaussarjaa.

Korjaussarjan sisältö
noin 4 kg hiekan/ sementin sekoitusta
plus noin 5 m 200 mm leveä sideharso
1 litra laimennettua lisäainetta
Nämä komponentit on erityisesti sovitettu käytettäviksi Duktus-putkien kanssa. Niitä ei saa korvata millään muulla materiaalilla eikä niitä saa käyttää korjaussarjassa määritellyistä poikkeavien sementtilaastiluokkien valmistukseen!

Korjausohjeet
Asianmukainen korjaus voidaan tehdä vain yli 5 °C:n lämpötiloissa.
Korjaussarjan lisäksi tarvitset myös:

Kumihanskat
Pölytiiviit suojalasit
Teräsharja
Lasta
Ylimääräinen sekoitusastia
Mahdollisesti vettä sekoittamiseen

Tapauksissa, jossa vauriot ovat merkittäviä:
Vasara
Taltta

Vaurioituneen alueen valmistelu
Jos kyse on vähäisistä pintavaurioista, poista vain teräsharjalla kaikki irtonaiset sementtilaastipalat ja muut kappaleet, jotka eivät ole tiukasti pinnassa kiinni. sitten, kosteuta vaurioitunut alue.
Mikäli vauriot ovat merkittäviä, sementtilaasti on suositeltavaa poistaa kokonaan (paljaaseen metalliin asti) vaurioituneelta alueelta vasaralla ja taltalla.
Suojalaseja on käytettävä tehtäessä edellä mainittuja asioita!
Poista sementtilaasti siten, että neliömäiset reunat muodostuvat:

Älä käytä liiallista voimaa poistaessasi sementtilaastia, koska se voi saada kunnossa olevan sementtilaastin irtoamaan vaurioituneen alueen viereiseltä alueelta.

Poista teräsharjalla irtonainen materiaali ja kostuta vaurioitunut alue.

Sekoittaminen
Sekoita ensin laimennettu lisäaine hyvin. Sekoita sitten laasti lisäämällä niin vähän lisäainetta ja vettä kun mahdollista, kunnes saadaan seos, joka voidaan levittää helposti lastalla - normaalisti lisäaineen jo sisältämä vesimäärä riittää. Käytä siis aluksi vain lisäaineliuosta ja annostele se huolellisesti. Lisää sitten tarvittaessa vettä (esim. korkeissa kesälämpötiloissa).

Levittäminen
Kun laasti on helposti työstettävää, täytä vaurioitunut alue sillä ja tasoita pinta. Tasoita lopuksi korjattu alue ja erityisesti reunat, kostutetulla, leveällä siveltimellä tai kostutetulla pölyhuiskalla.
Finally, smooth the repaired area, and especially the parts at the edges,
with a moistened, wide paintbrush or a moistened dusting brush.
Jos vaurio kattaa suuren alueen, tarvitaan sideharsoa laastin kiinnittämiseen tälle alueelle. Tätä tarkoitusta varten sideharso tulee sijoittaa noin 1-2 mm laastin pinnan alapuolelle. Harso ei saa joutua kosketuksiin putken metallipinnan kanssa, koska tällöin se toimii sydänlankana.
Kun korjaus on valmis, sulje korjaussarja uudelleen siten, että se on ilmatiivis.

Kuivaus ja käyttöönotto
Erityisen suurten alueiden korjaukset tulee peittää muovikalvolla, jotta ne kuivuvat hitaasti, mikä minimoi halkeamien muodostumisen riskiä.
Tulisi odottaa vähintään 12 tuntia ennen korjattujen putkien asentamista tai vaurioituneella alueella tulee olla riittävä suoja mekaanisia kuormituksia vastaan.

6.1. Ulkoiset pinnoitteet
Sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella

DUKTUS

Rakenne
Sinkkipinnoitus viimeistelykerroksella on saatavilla 6 m asennuspituisiin DN 80 - DN 1000 putkiin sekä kaikkiin push-in liitoksiin. Viimeistelykerros voi olla epoksimaalia tai bitumia. SE on EN 545 mukainen ja saatavilla seuraavan värisenä:

- sininen juomavedelle
- vihreä ei-juomavedelle
- musta (bitumi) lumenteko systeemeihin ja turbiiniputkilinjoihin

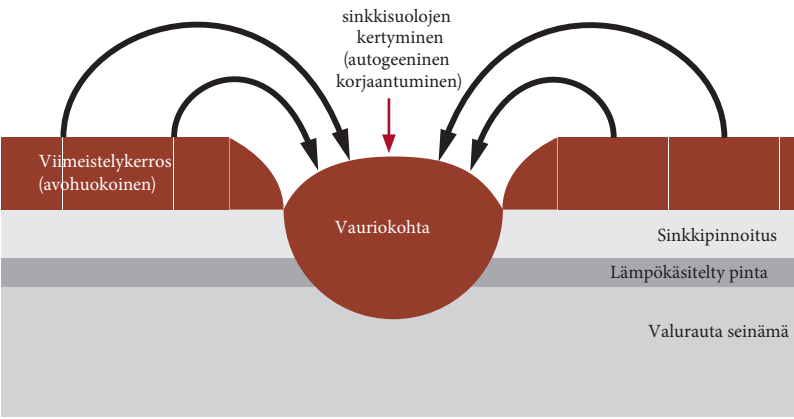
Muita värejä saatavilla kysyttäessä.

Tämä tarkoittaa, että viimeistelykerroksen paksuus on 70 µm. Sen alla on sinkkikerros, joka on massaltaan vähintään 200 g/m^2.

Ominaisuudet
Viimeistelykerroksella varustetun sinkkipinnoitteen suojavaikutus perustuu kolmeen tekijään:

- sinkin sähkökemiallinen vaikutus
- hyökkäävän väliaineen myöhemmän diffuusion väheneminen, joka johtuu veteen liukenemattomista sinkin reaktiotuotteista
- sinkkisuolojen antibakteerinen vaikutus

Jos korroosiosuojassa on vaurioita, jotka ulottuvat valuraudan pintaan asti, vaurioituneeseen kohtaan muodostuu sähkökemiallinen kenno, ns. makrokenno. Metallien sähkökemiallisessa sarjassa, sinkki on vähemmän jalo metalli kuin rauta; sillä on negatiivisempi elektrodipotentiaali ja jos se on kosketuksessa raudan kanssa elektrolyytin vaikutuksen alla, se liukenee. Sähkökemiallisesti katsottuna, valuraudan pinta muodostaa katodin ja putken sinkitty pinta anodin. Sinkki-ionit siirtyvät vaurioituneeseen kohtaan ja muodostavat "arpeutuma" kerroksen, joka pysäyttää korroosion.



Sinkin katodinen suojavaikutus suojakerroksen vaurioissa

Kun putkia lasketaan maahan, sinkkikerros muuttuu ajan kuluessa tiiviiksi, tiukasti kiinnittyväksi, läpäisemättömäksi ja tasaisesti kiteiseksi liukenemattomien yhdisteiden kerrokseksi, joka koostuu eri sinkkioksideista, hydraateista ja sinkkisuoloista. Vaikka huokoinen viimeistelykerros vaikeuttaa sinkin ja maan välisiä prosesseja, ne eivät täysin tukahdu ja täten, rajatulle alueelle muodostuu olosuhteet hitaalle konversiolle, joka edistää suolojen kiteytymistä.
Vaikka alun perin läsnä ollut metallisinkki on muuntunut, tämä sinkin korroosiotuotteiden kerros säilyttää suojaavan vaikutuksensa.
Anaerobisissa maaperissä, jossa sulfaattia pelkistävien bakteerien aiheuttamaa bakteerikorroosiota saattaa esiintyä, sinkki tarjoaa suojaa antibakteerisen vaikutuksensa ja kyvyn nostaa pH:ta valuraudan ja maan rajapinnassa kautta.

Käyttökohteet
Sinkkipinnoitettuja putkia käytetään ennen kaikkea sovelluksissa, joissa on myös tarkoitus vaihtaa maata. On kaksi päätekijää, jotka voivat edellyttää maan vaihtamisen:

- DVGW W 400-2, Liite G:n mukaisesti, putken pohjamateriaalin sallittu raekoko on 0 - 32 mm (pyöreät rakeet) tai 0 - 16 mm (pirstoutuneet rakeet).

- Usean tyyppiset maaperät ovat sallittuja putkien pohjamateriaalina standardin EN 545 mukaisesti, mutta seuraavat ovat poikkeuksia:
  – maaperät, joiden ominaisvastus on alle 1500 ohmia x cm, kun asennus on pohjaveden yläpuolella tai alle 2500 ohmia x cm, kun asennus on pohjaveden alapuolella
  – sekamaat eli maaperät, jotka koostuvat kahdesta tai useammasta erityyppisestä maaperästä
  – maaperät, joiden pH on alle 6 ja joiden emäsneutralisaatiokyky on korkea
  – maaperät, jotka sisältävät jätettä, tuhkaa tai kuonaa tai jotka ovat jätteiden tai teollisuusjätteiden saastuttamia.

Paksumpi viimeistelykerros, jonka paikallinen vähimmäispaksuus on 100 µm, pystyy laajentamaan käyttöaluetta kattamalla maaperän ominaisvastuksen, joka on 1 000 ohmia x cm, kun asennus on pohjaveden yläpuolella ja 1 500 ohmia x cm, kun se on pohjaveden alapuolella.

Lisätietoa tästä asiasta löytyy kappaleesta 9.

Asennusohjeet
Kappaleessa 9 annettuja ohjeita koskien pohjamateriaaleja ja putkien katkaisemista tulisi noudattaa.

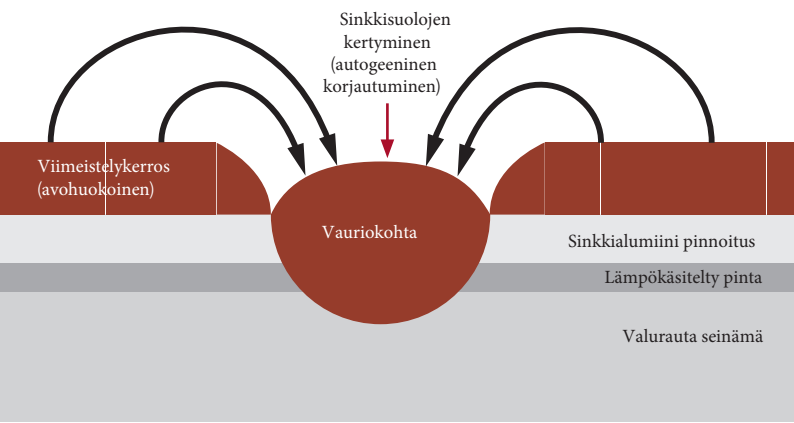
6.1. Ulkoiset pinnoitteet
Sinkkialumiinipinnoitus viimeistelykerroksella (Duktus Zinc Plus)

Rakenne
Sinkkialumiinipinnoitus viimeistelykerroksella on saatavilla 6 m asennuspituuden DN 80 - DN 1000 putkiin sekä kaikkiin push-in liitoksiin. Viimeistelykerros koostuu sinisestä epoksimaalista ja on EN 545 mukainen. Muita värejä saatavilla tiedusteltaessa. Viimeistelykerroksen minipaksuus on 70 µm. Viimeistelykerroksen alla on sinkki-alumiinipinnoite (85 % sinkkiä ja 15 % alumiinia), jonka massa on vähintään 400 g/m².

Ominaisuudet
Sinkkialumiinipinnoituksen suojaava vaikutus perustuu kolmeen tekijään:

- sinkin sähkökemiallinen vaikutus
- hyökkäävän väliaineen myöhemmän diffuusion väheneminen, joka johtuu veteen liukenemattomista sinkin reaktiotuotteista
- sinkkisuolojen antibakteerinen vaikutus

Jos korroosiosuojassa on vaurioita, jotka ulottuvat valuraudan pintaan asti, vaurioituneeseen kohtaan muodostuu sähkökemiallinen kenno, ns. makrokenno. Metallien sähkökemiallisessa sarjassa, sinkki on vähemmän jalo metalli kuin rauta; sillä on negatiivisempi elektrodipotentiaali ja jos se on kosketuksessa raudan kanssa elektrolyytin vaikutuksen alla, se liukenee. Sähkökemiallisesti katsottuna, valuraudan pinta muodostaa katodin ja putken sinkitty pinta anodin. Sinkki-ionit siirtyvät vaurioituneeseen kohtaan ja muodostavat "arpeutuma" kerroksen, joka pysäyttää korroosion.



Sinkin katodinen suojavaikutus suojakerroksen vaurioissa

Kun putkia lasketaan maahan, sinkkikerros muuttuu ajan kuluessa tiiviiksi, tiukasti kiinnittyväksi, läpäisemättömäksi ja tasaisesti kiteiseksi liukenemattomien yhdisteiden kerrokseksi, joka koostuu eri sinkkioksideista, hydraateista ja sinkkisuoloista. Vaikka huokoinen viimeistelykerros vaikeuttaa sinkin ja maan välisiä prosesseja, ne eivät täysin tukahdu ja täten, rajatulle alueelle muodostuu olosuhteet hitaalle konversiolle, joka edistää suolojen kiteytymistä.
Vaikka alun perin läsnä ollut metallisinkki on muuntunut, tämä sinkin korroosiotuotteiden kerros säilyttää suojaavan vaikutuksensa.

Konversion vaikutuksen viivyttämiseksi ja suojaavan sähkökemiallisen vaikutuksen ylläpitämiseksi, sinkkiin on lisätty 15 % alumiinia. Tämä ja sinkin kokonaismassan kasvu pidentävät odotettavissa olevaa teknistä käyttöikää entisestään ja laajentavat käyttöalueita.

Anaerobisissa maaperissä, jossa sulfaattia pelkistävien bakteerien aiheuttamaa bakteerikorroosiota saattaa esiintyä, sinkki tarjoaa suojaa antibakteerisen vaikutuksensa ja kyvyn nostaa pH:ta valuraudan ja maan rajapinnassa kautta.

Käyttökohteet
Sinkkialumiinipinnoitetuja putkia (Duktus Zinc Plus) käytetään ennen kaikkea olosuheissa, joissa tehdään maan vaihto. Vaihdon tarpeellisuus riippuu pääasiassa raekoosta. DVGW W 400-2, Liite G:n mukaisesti, putken pohjamateriaalin sallittu raekoko on 0 - 32 mm (pyöreät rakeet) tai 0 - 16 mm (pirstoutuneet rakeet).

Putken pohjamateriaalin syövyttävuudelle on asetettu vain muutamia rajoja, ja ainoat maaperätyypit, jotka on suljettu pois standardin EN 545 mukaan, ovat seuraavat:

- happamat turvemaat
- maaperä, joka sisältää jätettä, tuhkaa tai kuonaa tai joka on teollisuusjätteiden tai muiden jätteiden saastuttama
- merenpinnan alapuolella olevat maaperät, joiden ominaisvastus on alle 500 ohmia x cm.

Tällaisissa maaperäissä ja myös silloin, kun esiintyy hajavirtoja, on suositeltavaa käyttää putkia, joissa on sementtilaastipinnoite (katso 6.1. Sementtilaastipinnoitus (Duktus ZMU)).

Lisätietoa Kappaleessa 9.

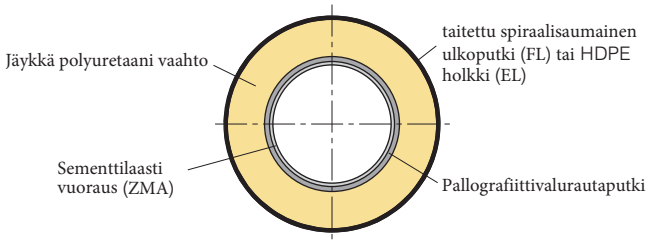
Asennusohjeet
Luvussa 9 annettuja ohjeita koskien pohjamateriaaleja ja putkien katkaisemista tulee noudattaa.

6.1. Ulkoiset pinnoitteet
Lämpöeristetyt pallografiittivalurautaputket ja -liittimet (WKG)

DUKTUS

WKG putkiston rakenne
WKG putkistosysteemi koostuu EN 545 (vesi) tai EN 598 (jätevesi) mukaisista valurautaputkista ja muhviliittimistä (MMK, MMQ) DIN 28 603 mukaisilla TYTON® push-in liitoksilla, jotka voidaan haluttaessa tehdä vetoakestäviksi.

Putkissa on lämpöeristys, joka on muodostettu CFC-vapaasta jäykästä polyuretaanista (PUR) vaahto, jonka keskimääräinen tiheys on 80 kg/m^3. Tämä jäykkä vaahto on suojattu sään vaikutuksilta kahdella tavalla:: maanpäällisille putkilinjoille, (FL) taitetulla spiraalisaumaisella ulkoputkella galvanoidusta teräksestä EN 1506 mukaisesti (vaihtoehtona myös ruostumaton teräs, tai haudatuille putkilinjoille (EL), joiden suojaus on pieni ja jotka ovat siten jäätymisvaarassa, käyttämällä korkeatiheyspolyeteenistä (HDPE) valmistettua ulkoholkkia EN 253:n mukaisesti.



Push-in liitoksen alueella oleva rako täytetään pehmeällä polyeteenirenkaalla ja peitetään peltiholkilla (FL-järjestelmän tapauksessa) tai kutistuvalla polyeteenisiteellä (jos kyseessä on EL-järjestelmä).

Ominaisuudet
Eristys hidastaa lämpöhäviötä putkistosta ja siten sen sisältämästä juomavedestä. Täten, vaikka vesi seisoo putkilinjassa melko pitkiäkin aikoja, ei jäätymistä tapahdu.Tarkat ajanjaksot riippuvat useista tekijöistä, kuten ympäristön lämpötilasta, veden lämpötilasta, eristekerroksen paksuudesta ja erityisistä paikallisista tekijöistä. Taulukot sivulla 254 antavat yleiskatsauksen mahdollisista lämpöhäviöajoista.

Jos nämä ajat eivät ole tarpeeksi pitkiä, on mahdollista liittää jälkilämmitysjärjestelmä. Tämä järjestelmä koostuu itsestään rajoittavasta lämmityskaapelista, joka on liitetty väliainetta kuljettavaan putkeen ja joka kytkeytyy päälle halutussa lämpötilassa termostaatin avulla. Kaapeleiden lukumäärä ja lämmitysteho on sovitettava erityisiin olosuhteisiin.

Käyttökohteet
WKG-putkia ja liittimiä voidaan käyttää kaikkialla, missä putkilinjan voidaan odottaa jäätyvän. Eräitä tyypillisiä sovelluksia ovat:

- Siltaputkistot ja maanpäälliset putkistot
  Positiivisia lukitussysteemejä (BLS® liitokset) tulisi aina käyttää näissä tapauksissa.
  Ulkopäällysteen tulee olla galvanoitua terästä tai ruostumatonta terästä.

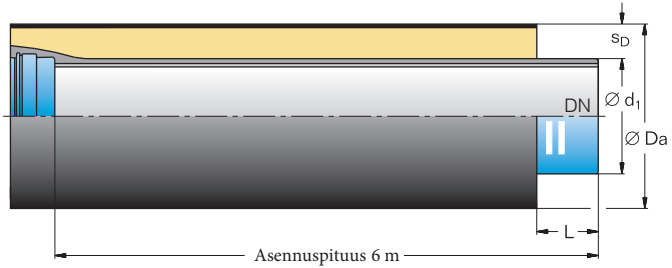
- Haudatut putkistot vähäisellä suojalla
  Tässä tapauksessa tulee käyttää polyeteenistä valmistettua ulkoholkkia. Pohjamateriaalin raekoko ei saa ylittää 0-40 mm (pyöreät rakeet) tai 0-11 mm (fragmentoituneet materiaalit).
  Pohjamateriaalin syövyttävyyttä ei ole rajoitettu.
  Kaikkia liitostyyppejä voidaan käyttää olosuhteiden mukaan.

6.1. Ulkoiset pinnoitteet
Lämpöeristetyt pallografiittivalurautaputket ja -liittimet (WKG)

DUKTUS

Tuotevalikoima

WKG putket TYTON® push-in liitoksilla DIN 28 603 mukaisesti, tai, DN 600 kokoon asti, BRS® vetoakestävillä push-in liitoksilla
Taitettu spiraalisaumainen ulkoputki (FL)
HDPE ulkoholkki (EL)

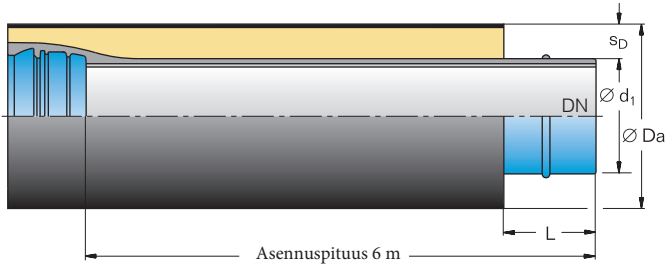


DN	Mitat [mm]				Paino [kg] ~ 1)	
	Ø D_a	Ø d_1	L	s_D	FL putket*	EL putket
80	180	98	94	41.0	112	108
100	200	118	98	41.0	135	129
125	225	144	101	40.5	168	159
150	250	170	104	40.0	207	195
200	315	222	110	46.5	276	261
250	400	274	115	63.0	369	366
300	450	326	120	62.0	453	456
400	560	429	120	65.5	683	696
500	710	532	130	89.0	966	983
600	800	635	130	82.5	1,218	1,266
700	900	738	172	81.0	1,548	1,614
800	1,000	842	184	79.0	1,896	1,974

1) Kokonaispaino; muut koot, eripaksuiset eristyskerrokset ja jälkilämmitys ovat saatavilla tiedusteltaessa. * Jos putket on tarkoitettu käytettäviksi maanpäällisissä putkistoissa, tulee konsultoida valmistajaa.

WKG putket BLS® push-in liitoksilla

Taitettu spiraalisaumainen ulkoputki (FL)
HDPE ulkoholkki (EL)

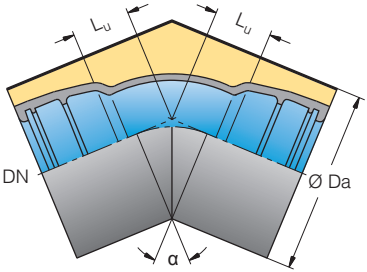


DN	Mitat [mm]				Paino [kg] ~ 1)	
	Ø D_a	Ø d_1	L	s_D	FL putket	EL putket
80	180	98	207	41.0	121	110
100	225	118	215	53.5	149	140
125	250	144	223	53.0	180	171
150	280	170	230	55.0	212	204
200	355	222	240	66.5	300	288
250	400	274	265	63.0	383	378
300	450	326	270	62.0	476	471
400	560	429	290	65.5	705	715
500	710	532	300	89.0	986	1,003
600	800	635	280	82.5	1,266	1,314
700	900	738	302	81.0	1,632	1,698
800	1,000	842	314	79.0	2,004	2,082

1) Kokonaispaino; muut koot, eripaksuiset eristyskerrokset ja jälkilämmitys ovat saatavilla tiedusteltaessa.

DUKTUS

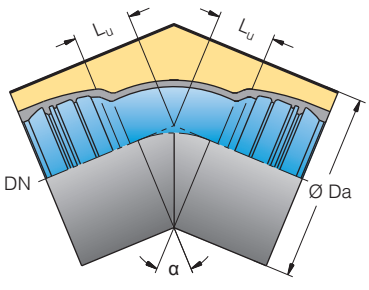
WKG muhvikulmayhteet (MMK) TYTON® push-in liitoksilla, tai DN 600 asti, BRS® vetoakestävillä push-in liitoksilla
Taitettu spiraalisaumainen ulkoputki (FL)/HDPE ulkoholkki (EL)



DN	Ø Da	Mitat L_u [mm]				
		MMK 11°	MMK 22°	MMK 30°	MMK 45°	MMQ (90°)
80	180	30	40	45	55	100
100	200	30	40	50	65	120
125	225	35	50	55	75	145
150	250	35	55	65	85	170
200	315	40	65	80	110	220
250	400	50	75	95	130	270
300	450	55	85	110	150	320
400	560	65	110	140	195	430
500	710	75	130	170	240	550
600	800	85	150	200	285	645

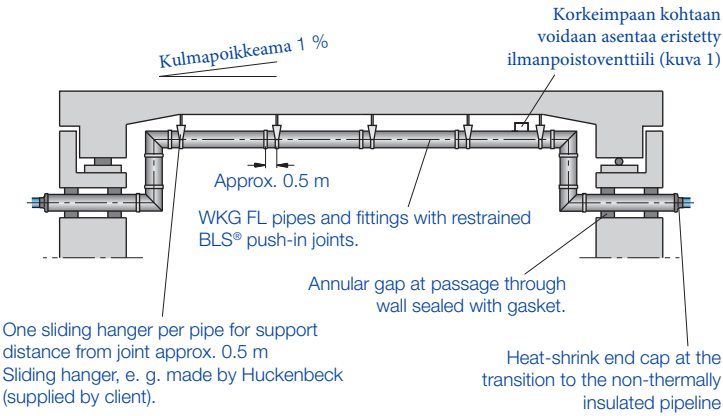
Muut koot, eripaksuiset eristyskerrokset ja jälkilämmitys ovat saatavilla tiedusteltaessa. Asentajan on eristettävä muut liitintyypit. * Mikäli BRS® push-in liitoksia on tarkoitus käyttää maanpäällisissä putkistoissa, tulee konsultoida valmistajaa.

WKG muhvikulmayhteet (MMK) BLS® push-in liitoksilla Taitettu spiraalisaumainen ulkoputki (FL)/HDPE ulkoholkki (EL)



DN	Ø Da	Mitat L_u [mm]				
		MMK 11°	MMK 22°	MMK 30°	MMK 45°	MMQ (90°)
80	180	30	40	45	55	100
100	225	30	40	50	65	120
125	250	35	50	55	75	145
150	280	35	55	65	85	170
200	355	40	65	80	110	220
250	400	50	75	95	130	270
300	450	55	85	110	150	320
400	560	65	110	140	195	430
500	710	75	130	170	240	–
600	800	85	150	200	285	–

Muut koot, eripaksuiset eristyskerrokset ja jälkilämmitys ovat saatavilla tiedusteltaessa. Asentajan on eristettävä muut liitintyypit.



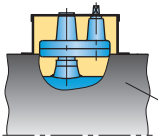
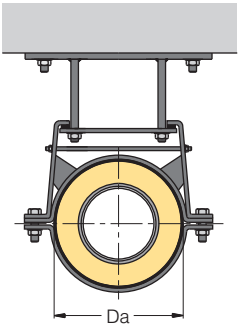


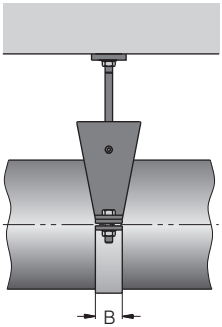
Fig. 1
Manual air-release valve
Hawlinger valve is used as standard

The change of length between the pipeline and the bridge can be compensated for by angular deflection at the bends.
If you have any questions, please consult our Applications Engineering Division.

DUKTUS

Sliding hangers with anti-lift-off guards. For fastening with anchor bolts or to brackets or bridges. Suitable for WKG pipes in line with structural requirements (e. g. made by Huckenbeck, supplied by the client)





Width B of clamp when hangers are spaced 6 m apart

DN	80-125	150-200	250-300	400-500	600-700	800
B	100	150	200	300	400	450

Heat loss times for standing water in fully filled pipes (initial water temperature 8 °C)

Above-ground pipelines (FL) with folded spiral-seam outer tubing and TYTON® push-in joints

DN of medium pipe	Thickness of insulation s_D [mm]	Temperature of ambient air -20 °C		Temperature of ambient air -30 °C	
		Cooling to 0 °C [h]	Cooling to 25 % ice [h]	Cooling to 0°C [h]	Cooling to 25 % ice [h]
80	41.0	10	21	7	14
100	41.0	12	28	9	19
125	40.5	16	39	11	26
150	40.0	20	49	14	32
200	46.5	31	80	22	53
250	63.0	51	135	36	90
300	62.0	62	167	44	111
400	65.5	89	241	63	161
500	89.0	150	410	106	273
600	82.5	172	472	120	315
700	81.0	199	> 500	140	366
800	79.0	224		157	415

For other temperatures of ambient air, please consult our Applications Engineering Division.

Heat loss times for standing water in fully filled pipes (initial water temperature 8 °C)

Buried pipelines (EL) with HDPE outer sleeves and TYTON® push-in joints

DN of medium pipe	Thickness of insulation s_D [mm]	Max. depth of frost penetration 1.4 m			
		Height of cover 0.3 m		Height of cover 0.5 m	
		Cooling to 0°C [h]	Cooling to 25 % ice [h]	Cooling to 0 °C [h]	Cooling to 25 % ice [h]
80	41.0	24	68	32	102
100	41.0	31	94	41	142
125	40.5	40	130	53	196
150	40.0	49	169	64	254
200	46.5	76	292	100	440
250	63.0	125	> 500	164	> 500
300	62.0	151		199	
400	65.5	214		282	
500	89.0	447		> 500	
600	82.5	> 500			
700	81.0				
800	79.0				

For other depths of frost penetration and heights of cover, please consult our Applications Engineering Division.

DUKTUS

Applicability

These installation instructions apply to thermally insulated (WKG) ductile iron pipes and fittings. For the assembly of the joints of pipes or fittings, see the particular installation instructions applicable to ductile iron pressure pipes with

- TYTON® push-in joints
- restrained BLS® push-in joints
- restrained BRS® push-in joints.

Special notes on transport and storage

When pipes are to be loaded or unloaded or moved about on site, and when they are being installed, slings should be used.
Pipes must only be placed down on at least 10 cm wide lengths of squared timber or other suitable materials spaced about 1.5 m away from the ends of the pipes.

They are not to be:

- put down with a jolt,
- thrown off the vehicle,
- dragged or rolled
- stacked.

Laying tools and other accessories

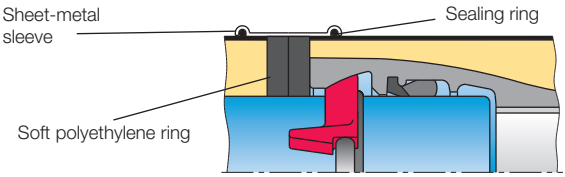
- TYTON® assembly kit (bent screwdriver and depth gauge),
- V 303 laying tool for DN 80 to DN 400 pipes1),
- chain-hoist or cable-hoist laying tool for all other nominal sizes.

Plus, in the case of pipes with restrained BLS® push-in joints

- copper guide for welded bead
- clamping strap (DN 600 and above); see p. 100.

1) For BRS® push-in joints on pipes of DN 350 size and above, use a chain-hoist laying tool.

FL system for above-ground pipelines (folded spiral-seam outer tubing)
First the joint is assembled or assembled and locked, as the case may be, and then, depending on the type of joint (TYTON®, BRS® * or BLS®), one or more rings of soft polyethylene are inserted in the gap that is left between the spigot end and the end-face of the socket.
Finally, the joint is sealed off with a sheet-metal sleeve.



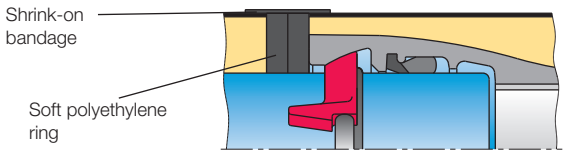
For this purpose, the installer inserts elastic sealing rings (supplied) in the beads formed on the sheet-metal sleeve and fixes the sleeve in position over the joint, in a centralised position, with self-tapping screws.

EL system for buried pipelines (outer sleeve of HDPE)
The gap is first insulated as in the case of the FL system.
The joint is then sealed off with heat-shrinkable material (a heat-shrinkable bandage). One-piece sleeves have to be slid onto the barrels of the pipes before the joint is assembled.
Clean the surface area which is going to be covered of any grease, dirt and loose particles. Heat this area to about 60°C with a propane gas flame set to a soft setting. Peel the backing film protecting the adhesive away from the bandage for a distance of about 150 mm.

* Our applications Engineering Division must be consulted when BRS® or TYTON® push-in joints are going to be used in above-ground pipelines.

Fix the free end of the bandage over the joint in a centralised position and at right angles to the plane of the joint and wrap the bandage loosely around the outer sleeve while at the same time peeling off the rest of the protective backing film. Overlap the bandage by at least 80 mm in an easily accessible area at the top of the pipeline.

At low ambient temperatures, it is advisable for the inner side of the overlapping part of the bandage and the inner side of the sealing strip to be heated briefly and pressed firmly against the pipes.



From the outside, heat the sealing strip evenly with a soft, constantly moving flame until the texture of the glass-fibre fabric can be seen. While wearing gloves, press the sealing strip firmly against the pipes by hand.
Shrink on the bandage in the circumferential direction using a soft, evenly moved, flame.

The shrinking-on has been properly carried out if

- the whole of the bandage has been shrunk on,
- it rests down flat, without any cold spots or air bubbles, and the sealing adhesive has been pressed out at both ends,
- the overlap on the outer tube is at least 50 mm.

The transition from a WKG thermally insulated pipe to ductile iron pipes with no thermal insulation is made by means of a heat-shrinkable end cap. With the appropriate changes, this is fitted in the same way as the shrink-on bandages.

Cutting of pipes

Ensure that the pipes are suitable for cutting (see p. 364).
Cuttable pipes are identified by a continuous longitudinal line (adhesive tape) on the outer tubing or outer sleeve and by the white stamped letters “SR” (Schnittrohr = cuttable pipe) on the end-face of the socket.
Before the medium pipe is cut to the desired length, the outer tubing or outer sleeve and the polyurethane foam have to be removed in the region of the future spigot end.
The length required for the spigot end must be copied from the original pipe or taken from the Tables on pp. 248/249.
When collars (EU and U fittings) having screwed socket joints or bolted gland joints are being used, allowance must be made at the polyurethane foam and the outer tubing or outer sleeve for the larger amount of clear space required.
As dictated by the type of joint, the spigot ends should be finished as directed in the corresponding installation instructions.

Support for the FL system

Ensure that above-ground pipelines have supports, i.e. pipe hangers, of the minimum widths (see p. 253).

Underground installation of EL system

Bedding as per DVGW Arbeitsblatt W 400-2 or EN 805 should be provided for the pipes.
In the region of surfaces carrying traffic, the filling of pipeline trenches should follow the Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsgräben (issued by the Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen of Cologne). When there are small heights of cover (< 0.5 m), load distributing slabs should be used above the pipeline zone.
Our Applications Engineering Division is at your service to answer any other questions you may have!

Trace heating

When WKG pipes with trace heating are being used, make sure that the heating cable is situated at the bottom of the pipes.

Coating of fittings
(internal and external)

Structure
In a similar way to what is happening with valves, the powder coating of fittings with epoxy powder is becoming an increasingly important practice. Under EN 545, fittings coated in this way are suitable for use in soils of all classes of corrosiveness.
For this purpose, the fittings are first subjected to surface treatment by abrasive blasting (to give a standard of cleanliness of Sa 2.5). They are then heated to a temperature of approx. 200 °C and are dipped into a fluidised bed of epoxy powder or are electrostatically coated by the use of a spray gun. Pore-free layers of a thickness of more than 250 µm are obtained when this is done. If the type of system being used is suitable, the coating process can be automated. When they have cooled, the fittings have their coatings made good at the points of suspension and are tested and packed.
The coating of our fittings meets the requirements of EN 14 910 and those of the GSK, the Quality Association for the Heavy Duty Corrosion Protection of Powder Coated Valves and Fittings.

RAL GÜTEZEICHEN
SCHWERER KORROSIONSSCHUTZ
VON ARMATUREN UND FORMSTÜCKEN

Operation

The action of the epoxy coating in protecting against corrosion is based on its absolutely pore-free nature, which keeps all corrosive factors away from the cast iron. Provided the coating is intact, there is a guarantee of protection. Any injuries to the coating should be avoided or should be repaired as quickly as possible.

Fields of use

Ductile iron fittings with an epoxy finishing layer to EN 14 901 can be used for transporting drinking water, non-drinking water, surface runoff, raw water, sewage and other wastewater.
Under EN 545 they can be used in soils of any desired corrosiveness. The grain size of the bedding material should not exceed 0 to 32 mm (rounded grains) of 0 to 16 mm (fragmented grains).

Installation instructions

It is essential to avoid any damage to the internal and external coatings. Should any damage nevertheless occur, it must be repaired as quickly as possible. For this purpose, any loose parts of the coating must be removed and the damaged point repainted with a suitable epoxy paint. The point which has been repaired must be allowed to cure before the repaired fitting is re-installed.

Sementtilaastivuoraus

Rakenne

Duktus pallografiittivalurautaputkille tehdään normaalisti masuunisementti- tai Portland-sementtipohjainen sementtilaastivuoraus (ZMA). Pallografiittivalurautaputkien ZMA katsotaan olennaiseksi osaksi tuotetta. Vaatimukset ja testausmenetelmät ovat siksi annettu tuotestandardissa EN 545.

Pyörivässä keskipakoprosessissa, kun tuore laasti (hiekan, sementin ja veden seos) on lisätty siihen, putki asetetaan pyörimisnopeuteen, joka on riittävä antamaan keskipakokiihtyvyyden, joka vastaa vähintään kaksikymmentä kertaa maan painovoimaa. Tuore laasti tiivistyy ja tasoittuu tämän kiihtyvyyden ja lisävärähtelyvoimien vaikutuksesta. Pyörivä keskipakoprosessi poistaa osan sekoitusvedestä. Tämä kasvattaa hienojakoisten rakeiden ja hienojen aineosien osuutta sementtilaastivuorauksen pintaa kohti mentäessä.
Sementtilaastivuoraus kovetetaan kovetuskammiossa määritellyssä suhteellisessa kosteudessa ja lämpötilassa. EN 545 on pallografiittivalurautaputkien ZMA-standardi. Putken nimelliskoosta riippuen ZMA:n paksuus on 4-6 mm.

DN	Kerroksen paksuus		Maksimi halkeaman leveys ja maksimi radiaalinen siirtymä
	Nominaaliarvo	Rajapoikkeama *	[mm]
	[mm]		
40 to 300	4	-1.5	0.4
350 to 600	5	-2.0	0.5
700 to 1,200	6	-2.5	0.6

* Vain negatiivinen rajapoikkeama on annettu

DUKTUS

Ominaisuudet

Sementtilaastivuorauksella on sekä aktiivinen että passiivinen suojavaikutus. Aktiivinen vaikutus perustuu sähkökemialliseen prosessiin. Vesi tunkeutuu sementtilaastin huokosiin. Kun näin tapahtuu, veden pH nousee yli 12:n tasolle johtuen laastista vapaan kalkin imeytymisestä. Valurauta ei voi syöpyä tällä pH-alueella.
Passiivinen vaikutus johtuu fyysisestä erosta putken valurautaseinämän ja veden välillä.

Käyttökohteet

Masuunisementti- tai Portland-sementtipohjaisella sementtilaastivuorauksella varustetuilla pallografiittivalurautaputkilla voidaan johtaa kaikentyyppistä EU:n neuvoston direktiivin 98/83/EY mukaista ihmisravinnoksi tarkoitettua vettä.
Muuntyyppisille vesille, kuten esimerkiksi raakavedelle, käyttöä koskevat rajat on annettu alla olevassa taulukossa vuoraukseen käytetyn sementin tyypin funktiona.

Veden ominaisuudet	Portland-sementti	Masuuni-sementti	Alumiini-sementti
Minimi pH	6-12	5.5-12	4-10
Enimmäismäärä (mg/l):			
– korrosoiva CO_2	7	15	Rajottamaton
– sulfaatti (SO_4^{--})	400	3,000	Rajottamaton
– magnesium (Mg^{++})	100	500	Rajottamaton
– ammonium (NH_4^{+})	30	30	Rajottamaton

Sementtilaastivuorauksen korjaus
Sementtilaastivuorauksen (ZMA) korjaus työmaalla
Kaikki ZMA:n vaurioituneiden osien korjaukset on suoritettava käyttämällä putkivalmistajan toimittamaa korjaussarjaa.

Korjaussarjan sisältö:
noin 5 kg hiekka/sementti sekoitusta
noin 1 litra laimennettua lisäainetta

Nämä komponentit on erityisesti suunniteltu käytettäviksi Duktus-juomavesiputkien kanssa.Niitä ei saa korvata millään muulla materiaalilla eikä niitä saa käyttää korjaussarjassa määritellyistä poikkeaviin sementtilaastiluokkiin.

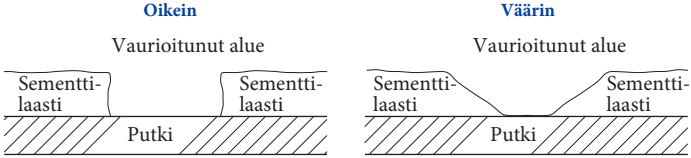
Korjausohjeet
Asianmukainen korjaus voidaan tehdä vain yli 5 °C:n lämpötiloissa.
Korjaussarjan lisäksi tarvitset myös:

Kumihanskat
Pölytiiviit suojalasit
Teräsharja
Lasta
Sekoitusastia
Mahdollisesti juomavettä sekoittamiseen

Mikäli vauriot ovat vakavia:
Vasara
Taltta

Vaurioituneen alueen valmistelu
Jos pinnassa on vain vähäisiä vaurioita, poista vain teräsharjalla kaikki irtonaiset sementtilaastipalat ja muut kappaleet, jotka eivät ole tiukasti kiinni.
Lopulta, kosteuta vaurioalue.
Jos vaurio on vakava, sementtilaasti on suositeltavaa poistaa kokonaan (metalliin asti) vaurioalueelta vasaralla ja taltalla.
Suojalaseja tulee käyttää edellä mainituissa työsuorituksissa!

Poista sementtilaasti sillä tavoin, että neliömäiset reunat muodostuvat:



Älä käytä liiallista voimaa poistaessasi sementtilaastia, koska se voi saada hyvän sementtilaastin irtoamaan vaurioituneen alueen viereiseltä alueelta. Poista vielä teräsharjalla irtonainen materiaali ja kostuta vaurioitunut alue.

Sekoittaminen
Sekoita ensin laimennettu lisäaine hyvin. Sekoita sitten laasti lisäämällä niin vähän lisäainetta ja vettä kuin mahdollista, kunnes koostuu seos, joka voidaan levittää helposti lastalla – lisäaineen sisältämä vesimäärä on normaalisti kaikki mitä tarvitaan. Käytä aluksi vain lisäaineliuosta ja annostele se huolellisesti. Lisää sitten tarvittaessa vettä (esim. korkeissa kesälämpötiloissa).

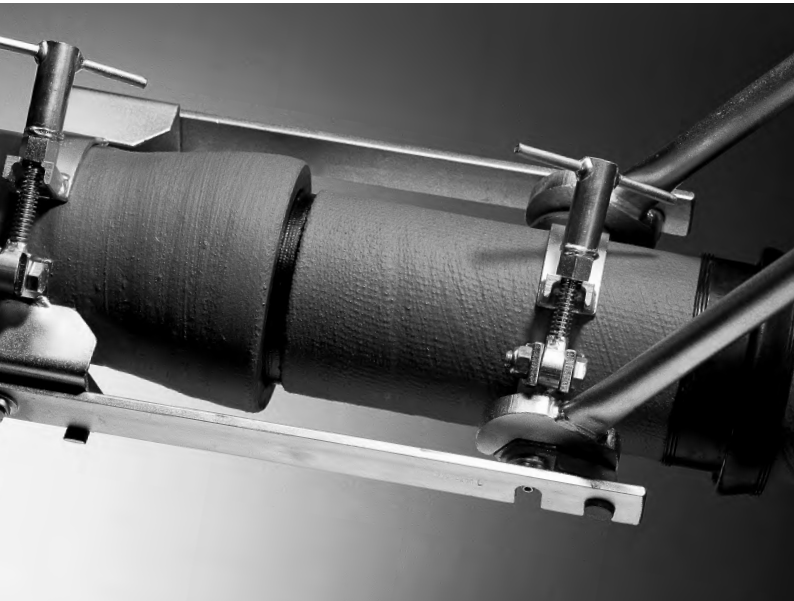
Levittäminen
Kun laasti on helposti työstettävää, täytä vaurioitunut alue sillä ja tasoita pinta. Tasoita lopuksi korjattu alue ja erityisesti reunat kostutetulla, leveällä siveltimellä tai kostutetulla pölysiveltimellä.

Kuivaus, asennus ja käyttöönotto
Putket voidaan asentaa välittömästi; korjatut alueet eivät kuitenkaan kestä mitään mekaanista kuormitusta (esim. iskuja, tärinää jne.) ennen kuin vasta noin tunnin kuluttua ja huomattavasti myöhemmin kylmällä, kostealla säällä.

Putkilinjaa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin korjauksen jälkeen on kulunut vähintään 12 tuntia.

DUKTUS

7 LISÄVARUSTEET



Asennustyökalut ja muut lisävarusteet putkille ja liittimille TYTON®, BRS® tai BLS® push-in liitoksissa

DUKTUS

Putkien ja liitososien kokoamiseen ja asennukseen tarvitaan seuraavat asennustyökalut ja muut tarvikkeet:

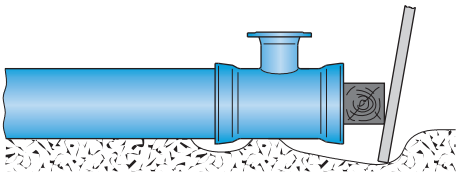
Huomio: ketjunostin vetoa tulee käyttää koottaessa BRS® push-in liitoksia kooltaan DN 350 ja yli!

Asennustyökalut

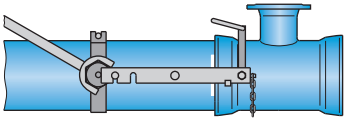
DN	Putket	Liittimet	
80	Vipu	MMA, MMB, MMR ja EU: Vipu	Muhvikulma: asennustyökalu (esim. Tyyppi 1)
100			
125			
80	Asennustyökalu		
100			
125	Tyyppi 1	Kuten putkille	
150			
200	Tyyppi 2	Kuten putkille, + asennuskelkka Tyyppi 1 työkalu	
250			
300			
350[1)]	Tyyppi 3	Kuten putkille	
400[1)]			
500	Ketjunostin	Kuten putkille	
600			
700			
800			
900			
1000			

1) Käytä ketjunostinta BRS® push-inliitoksilla kooltaan DN 350 ja yli.

Vipu kokoon DN 125 asti (DN 125 mukaan lukien)



Asennustyökalut kokoon DN 400 asti (DN 400 mukaan lukien)



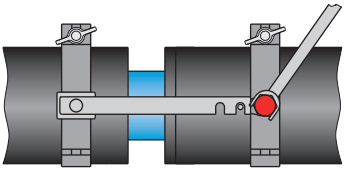
DN	Koostuen		Paino [kg] ~
	Tyyppi 1	Tyyppi 2	
80	1 kiinnityspuristin 1 asennuskelkka 2 vipua	2 kiinnityspuristinta 2 vipua	13.8
100			14.0
125			15.0
150			15.5
200			17.1
250			18.1
300			20.5
350[1)]			23.5
400[1)]			25.0

1) Käytä ketjunostinta BRS® push-inliitoksilla kooltaan DN 350 ja yli.

Asennustyökalu, Tyyppi 1 putki ja -liitinkokoihin DN 80 - DN 400, joissa on sinkki tai sinkkialumiinipinnoitus ja viimeistelykerros (hopeinen tunnusmerintä).

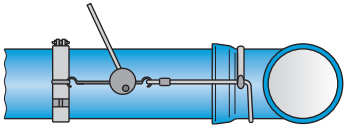
Asennustyökalu, Tyyppi 2 putki ja -liitinkokoihin DN 80 - DN 400, joissa on sementtilaastipinnoitus (sininen tunnusmerkintä).

Asennustyökalu, Tyyppi 3 putki ja -liitinkokoihin DN 80 - DN 400, joissa on lämpöeristys (WKG) (punainen tunnusmerkintä).



DUKTUS

Ketjunostin veto nominaalikokoihin DN 350 - DN 1000



DN	Koostuen	Paino [kg] ~
350[1)]	2 x 32 kN vipuketjunnostimet 1 asennuskelkka 1 vetokaapeli 2500 cm 1 kiinnityspuristin	92
400[1)]		97
500		101
600		105
700		108
800		112
900	2 x 63 kN lever chain-hoists 1 cable yoke 1 traction cable 4800 cm 1 mounting clamp	115
1000		119

1) Käytä ketjunostin vetoa BRS® push-in liitoksiin kokoihin DN 350 ja yli.

Muut tarvikkeet

Pölyharja, puuvillajäte, terästharja, lasta, kaavin (esim. taivutettu ruuvimeisseli), sivellin, voiteluaine, syvyysmittari.

Putkien katkaiseminen

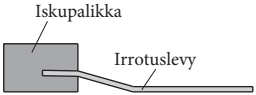
Käytä lautasleikkuria tai hiomakonetta, joka on varustettu kiven katkaisulaikalla, esim. g. C24RT Spezial -tyyppiä. Putken pään viistoon käytetään karkeajyistä hiomalaikkaa.

Asennustyökalut ja muut tarvikkeet
putkille ja liittimille BLS®
push-in liitoksissa

Tavallisten asennustyökalujen ja muiden lisävarusteiden lisäksi voidaan tarvita myös seuraavaa asennettaess putkia ja liittimiä BLS® push-in liitoksilla.

DN	Tarvike	Käyttötarkoitus
80 - 500	Momenttiavain, joka pystyy muodostamaan vähintään 60 kN vääntömomentin	Kiristysrenkaan pulttien kiristäminen
80 - 1000	Sopivan nominaalikoon kupariohjain hitsauspalkon ohjaamiseksi	Hitsauspalkon uudelleen tekeminen (esim putkia katkaistaessa)

Purkutyökalu



Purkamistyökalu koostuu iskupalkasta ja irrotuslevyistä alla olevan taulukon määrän mukaisesti.

DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
Lukumäärä	4	4	5	6	8	10	12	14	15	19	23

Asennustyökalut ja muut tarvikkeet kiinnityksille, joissa on kierremuhvi ja pulttiliitokset

Seuraavat asennustyökalut ja muut tarvikkeet tarvitaan kierremuhvilla ja pulttiliitoksilla varustettujen liitosten kokoamiseen.

Asennustyökalut

DN	Kierremuhvi	Pulttiliitokset
40	Koukkuavain Puinen kuljetin Lankarauta	
50		
65		
80		
100		
125		
150		
200		
250		
300		
350		
400		
500		Lenkkiavain Kovapuu kiilat
600		
700		
800		
900		
1000		

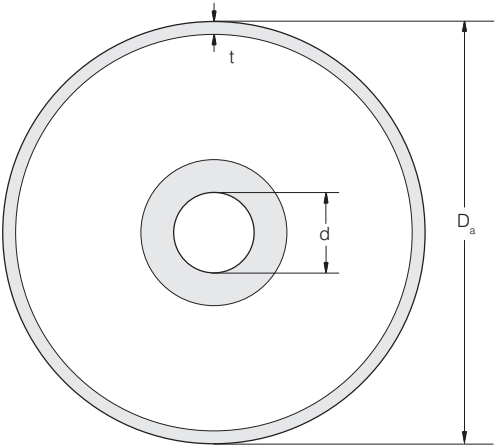
Muuta tarvikkeet

Pölyharja, terästharja, lasta, liitu, vasara, sivellin, voiteluaine.

Koukkuavain

DN	40	80	100	125	150
Paino [kg] ~	2.4	3.3	4	5.6	6

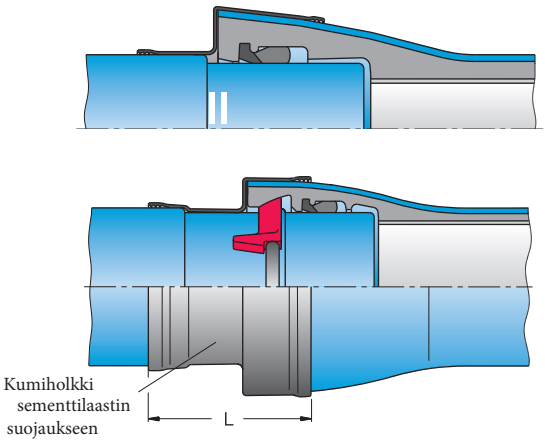
DN	200	250	300	350	400
Paino [kg] ~	7.7	10.5	10.7	16.2	18



Mitat [mm]			Paino [kg] ~
D_a	d	t	
115	22.2	3.5	0.7

Tätä leikkauslevyä käytetään sementtilaastipinnoitteen leikkaamiseen putkista (katso sivu 237). Syvyysrajoitin estää tehokkaasti valurautapinnan tahattoman leikkaamisen.

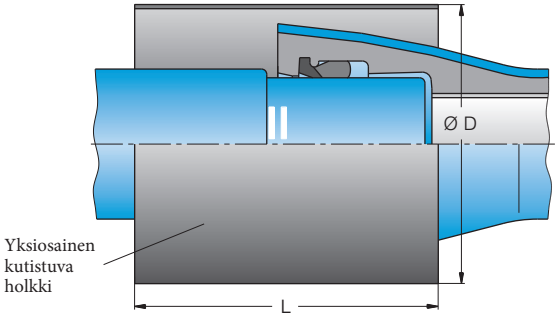
Kumiholkit sementtilaastin suojaukseen, koskien sementtilaastipinnoitettuja (ZMU) putkia TYTON®, BRS® tai BLS® push-in liitoksilla



Seuraavat holkit sopivat TYTON®, BRS® ja BLS® push-in liitoksiin.

DN	Mitat [mm] L
80	155
100	155
125	160
150	165
200	170
250	180
300	200
400	210
500	210
600	265
700	265
800	265
900	265
1000	265

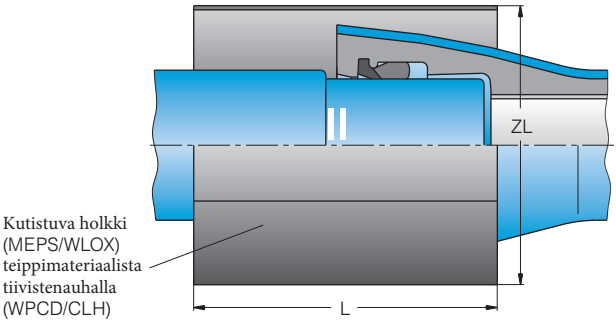
Yksiosaiset kutistuvat holkit sementtilaastipinnoitetuille (ZMU) putkille (TYTON®, BRS® tai BLS® push-in liitoksilla DN 80 - DN 500



DN	Tuote	Luokka		Leveys L	Nimelliskoko (DN)	Mitat[mm] L	ØD/Ød[1)]
80						300	200/80
100						300	235/100
125						300	280/135
150						300	280/135
200	**MPSM**	**C30**	or	**300**	**DN XXX**	300	340/205
250						300	405/243
300	**PMO**	**C30**		**300**	**DN XXX**	300	460/275
350						300	515/314
400						300	565/345
500						300	680/414

1) Ø D/Ø d = ~ kutistumattomassa tilassa / pienimmässä kutistuneessa koossa; mitat ja kutistumisasteet voivat vaihdella hieman tuotteesta riippuen; teippimateriaalia tulee käyttää DN 600 ja sitä suuremmissa liitoksissa – katso seuraava sivu

Teippimateriaalista valmiiksi leikatut kutistuvat holkit tiivistenauhalla sementtilaastipinnoitetuille putkille (ZMU)
DN 600 - DN 1000



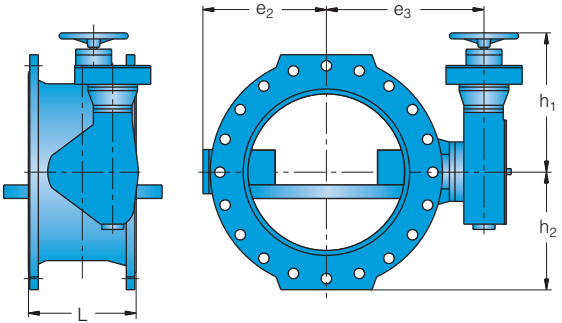
Leveys L = 300 mm TYTON®/BRS®
Leveys L = 450 mm BLS®

DN	Tuote	Luokka	Leveys L	Nimelliskoko (DN)	Mitat [mm] ZL (leikkauspituus) 1)
600	**MEPS**	**C30**	**300 or 450**	**DN XXX**	2,500
700	sisältäen WPCP IV 8x12 or				2,950
800	8x17	or			3,260
900	**WLOX**	**C30**	**300 or 450**	**DN XXX**	3,600
1000	sisältäen CLH-150-300 or 450				3,960

1) Holkit toimitetaan valmiiksi leikattuna määrättyyn pituuteen ja varustettuna tiivistenauhalla.
Teippimateriaalia 30 m rullina on saatavilla tiedusteltaessa kokoihin DN 250 - DN 1000

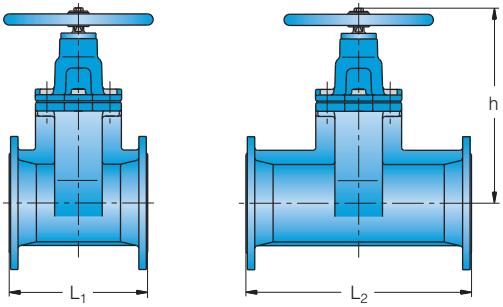
DUKTUS

8 PIPELINE COMPONENTS AVAILABLE FROM SPECIALIST SUPPLIERS



DN	Dimensions [mm]													
	L	PN 10				PN 16				PN 25				
		e_2	e_3	h_1	h_2	e_2	e_3	h_1	h_2	e_2	e_3	h_1	h_2
200	230	180	246	222	175	180	246	222	175	226	277	320	185
250	250	204	270	222	205	228	303	244	205	256	307	320	215
300	270	253	328	244	230	253	328	244	230	324	390	348	245
350	290	273	348	244	260	295	390	321	270	354	420	348	280
400	310	321	418	321	290	321	418	321	295	384	465	387	315
500	350	373	480	346	340	390	492	346	360	444	535	579	370
600	390	425	532	346	395	446	446	504	425	494	585	579	425
700	430	490	570	505	455	523	523	579	460	574	685	676	485
800	470	565	655	484	515	592	592	579	520	634	745	676	550
900	510	625	715	580	562	672	672	533	570	709	820	676	600
1000	550	695	785	580	630	732	732	676	635	784	905	751	665

Obtainable from specialist suppliers. The dimensions given are non-binding values applicable to butterfly valves made by the Erhard company. Please ask the manufacturer for any further details.

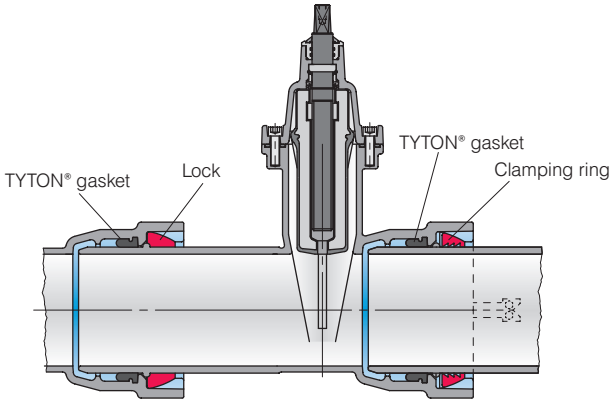


DN	Dimensions [mm]		
	L_1 (F4)	L_2 (F5)	h
40	140	240	250
50	150	250	270
65	170	270	310
80	180	280	335
100	190	300	385
125	200	325	445
150	210	350	480
200	230	400	610
250	250	450	740
300	270	500	800
350	290	550	940
400	310	600	1,030
500	350	700	1,240

Obtainable from specialist suppliers

Ductile iron gate valve
with BLS® push-in joints
to EN 1171

DUKTUS



Multamed Gate Valve 2 with BLS® push-in joints, produced by the Erhard Armaturen company

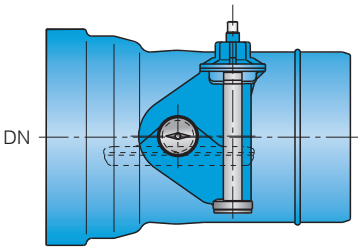
Coating
- internal: enamel
- external: epoxy powder coating

Nominal size DN	Angular deflection [°]	PFA [bar]
80	5	16
100	5	
125	5	
150	5	
200	4	

Please ask the manufacturer for any further details required

Ductile iron butterfly valve with BLS® push-in joints
to EN 593

DUKTUS



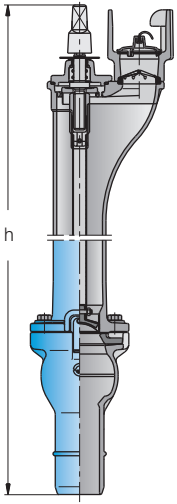
ROCO butterfly valve with BLS® push-in joints, produced by the Erhard Armaturen company

Coating
- internal: enamel
- external: epoxy powder coating

Nominal size DN	Angular deflection [°]	PFA [bar]
200	4	16
250	4	
300	4	

Please ask the manufacturer for any further details required

Ductile iron underground hydrants with BLS® push-in joint
to DIN 3221



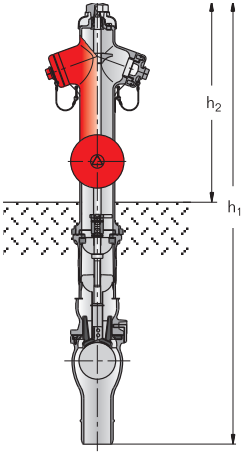
Underground hydrants with BLS® push-in joint, produced by the Erhard Armaturen company

Coating
- internal: enamel
- external: epoxy powder coating

Nominal size DN	Height of cover of pipe [m]	Overall height h [mm]	Weight [kg]	PFA [bar]
80	1.00	865	32	16
	1.25	1,115	37	
	1.50	1,365	42	

For matching duckfoot bend for hydrants see Chapter 2, p. 81; please ask the manufacturer for any further details required

Ductile iron post fire hydrants with BLS® push-in joint
to DIN 3222



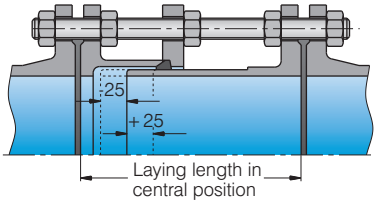
Post fire hydrants with BLS® push-in joint, produced by the Erhard Armaturen company

Coating
- internal: enamel
- external
  – below ground: enamel base coating with two-coat plastic finishing layer
  – above ground: sprayed zinc with RAL 3000 “flame red” finishing layer

Nominal size DN	Height of cover of pipe [m]	Height h_1 [mm]	Height h_2 [mm]	2 upper outlets with fixed couplings	2 lower outlets with fixed couplings	Weight [kg]	PFA [bar]
80	1.25 1.50	2,233 2,483	1,030	B DIN 14 318	–	94 100	16
100	1.25 1.50	2,242 2,492	1,030	B DIN 14 318	A DIN 14 319	98 104	

For matching duckfoot bend for hydrants see Chapter 2, p. 82; please ask the manufacturer for any further details required.

PN 10, PN 16 and PN 25
lockable dismantling pieces



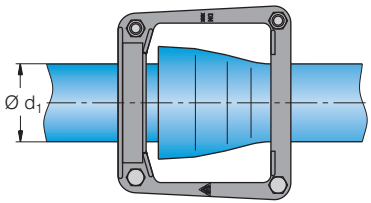
Material: steel or stainless steel
Coating: epoxy internally and externally

DN	length in central position [mm]			Weight [kg] ~		
	PN 10	PN 16	PN 25	PN 10	PN 16	PN 25
80	200		210	16		21
100	200		220	20		33
125	200		220	25		42
150	200		230	34		53
200	220		230	48		74
250	220	230	250	65	74	102
300	220	250	250	72	92	131
350	230	260	270	94	126	193
400	230	270	280	122	162	246
500	260	280	300	162	240	324
600	260	300	320	205	330	432
700	260	300	340	256	366	571
800	290	320	360	352	482	801
900	290	320	380	405	546	886
1000	290	340	400	484	715	1,270

Dismantling pieces are available for larger DN's and higher pressures and can be obtained from specialist suppliers. The dimensions are non-binding values which apply to type PO dismantling pieces made by the Porn Marlener Metallverarbeitung GmbH company.
Please ask the manufacturer for any further details required

Anchoring clamps for applying retrospective restraint to pipes and fittings with push-in and screwed socket joints

DUKTUS

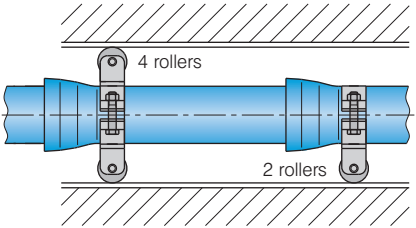


Material: up to and including DN 300: ductile cast iron
DN 350 and above: steel

Coating: epoxy internally and externally

DN	d_1 [mm]	PFA* [bar]	Weight [kg] ~
40	56	16	1.2
50	66		1.3
65	82		1.7
80	98		3.9
100	118		4.2
125	144		5
150	170		8.7
200	222		14.6
250	274		24
300	326		29
350	378	10	50
400	429		65
500	532		80
600	635		95

* Anchoring clamps are available for higher pressures on enquiry and can be obtained from specialist suppliers. The dimensions are non-binding values which apply to HUC anchoring clamps made by the Huckenbeck company. Clamps are two-piece up to and including DN 200 and three-piece above that size. Please ask the manufacturer for any further details required.



Transport clamps made by the Huckenbeck company for pipes and fittings

Material: Steel
Steel or plastic rollers

Coating: Uncoated black, galvanized or stainless steel

Versions: Two-roller or four-roller
Clamps also available for cable conduits

Spacing: For ductile iron pipes it is enough for one clamp to be fitted every 6 m or behind each socket

DN	80	100	125	150	200	250	300	350
Ø of casing tube or pipe	250	250	300	300	350	400	450	500

DN	400	500	600	700	800	900	1000
Ø of casing tube or pipe	600	700	800	900	1,100	1,400	1,400

Other versions are available on request. Please state the inside diameter of the casing tube or pipe in mm. Obtainable from specialist suppliers.

9 SUUNNITTELU, KULJETUS, ASENNUS

Suorittamalla kattavat tarkastukset kaikille putkille ja liittimille valmistuksen aikana ja sen jälkeen, mukaan lukien niiden lujuus- ja tiiviystestit, varmistamme, että ne ovat kaikki moitteettomassa kunnossa meiltä lähtiessään.
Edellyttäen, että tuotteitamme käsitellään huolellisesti kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana, juomavesiputkistot, joihin niitä käytetään, palvelevat pitkään ongelmitta.

Siksi suosittelemme, että putkien ja liitososien purkaminen ja asentaminen suoritetaan vain asianmukaisesti koulutetun henkilökunnan valvonnassa.

Putkien ja putkinippujen purkaminen ja varastointi
Putket, joiden nimelliskoko on DN 350 tai alle, toimitetaan niputettuna. Tätä kokoa isommat toimitetaan yksittäisinä putkina. Putkien tarkka lukumäärä nippua kohden on esitetty alla olevassa taulukossa. Putkien painot löytyvät tarvittaessa yksittäisiä putkia käsitteleviltä tämän esitteen sivuilta.

	Putkimäärä nipussa							
DN	80	100	125	150	200	250	300	350
6 metrin putket	15	15	10	6	6	4	4	4

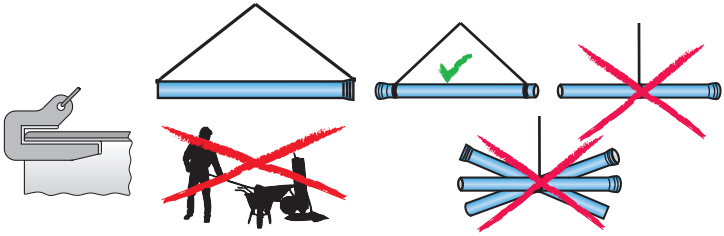
Kun putkia tai putkinippuja kuormataan tai puretaan nosturilla, tulee käyttää nostoliinaa. Jos yksittäisiä putkia puretaan nostokoukuilla, se tulee tehdä leveillä, pehmustetuilla koukuilla putken päiden yläosasta, koska muuten on olemassa vaara, että putki ja sen pinnoite tai vuoraus vaurioituvat. Etenkin suurilla putkilla koukun ja putken väliin on asetettava putken muotoon sopiva välikenkä.

Vaihtoehtona nosturilla tapahtuvalle lastaukselle ja purkamiselle voidaan käyttää myös sopivia haarukkatrukkeja. Tässä tapauksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- Putkien päädyt eivät saa pudota haarukoista kallistumalla.
  (haarukoiden tulee olla vähintään 3 m leveitä).
- Putkien ei tule pyöriä pois haarukoista
- Haarukat on pehmustettava riittävästi, jotta ne eivät vahingoita putkea.

Kuormauksen tai purkamisen aikana kukaan ei saa seistä putken tai putkinipun alla tai sen päällä tai vaara-alueella nosturin ympärillä.

Jos putkia siirretään käsin, putken päihin kiinnitetyt suojat on ensin väliaikaisesti irrotettava.

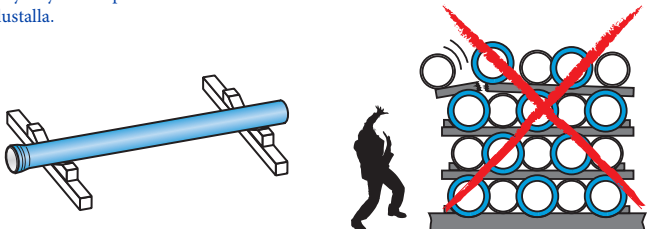


Putket saa laskea alas tai pinota vain neliöpuun tai muun sopivan materiaalin päälle.

Niitä ei tule:

- asettaa alas, niin, että ne tärhtävät,
- heittää autosta,
- vetää, tai pyörittää pitkiä matkoja.

Niiden tulee olla
- varmistettu vierimistä ja liukumista vastaan,
- säilytetty niiden painon kestävällä tasaisella alustalla.

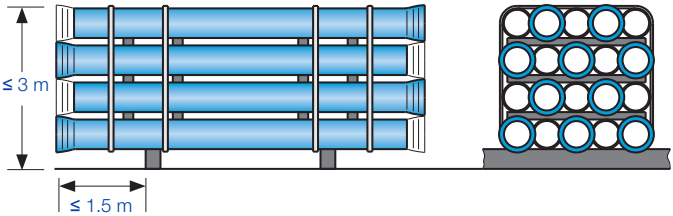


Jos putkia varastoidaan pinoissa, ne tulee asettaa vähintään 10 cm leveille neliöpuille, noin 1,5 m etäisyyksille putken päistä.

Pinojen maksimikorkeudet

DN	Kerroksia
80–150	15
200–300	10
350–600	4
700–1000	2

Onnettomuuksien välttämiseksi tulee välttää yli 3 metrin korkuisten pinojen rakentamista. Lämpöeristettyjä pallografiittivalurautaputkia (WKG-putkia) ei saa pinota!

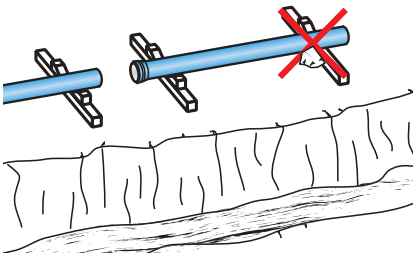


Putkinippujen irrottaminen

Putkien niputtamiseen käytetään teräs- tai muovihihnoja. Hihnoja saa leikata vain sopivilla työkaluilla, kuten sivuleikkureilla. Talttojen, sorkkarakojen, hakkujen tai vastaavien käyttö voi vaurioittaa putkien ulkopinnoitetta ja aiheuttaa myös suurempaa tapaturmavaaraa. Varmista ennen hihnan leikkaamista, että

- putkinippu on ei-kaltevalla alustalla, joka on mahdollisimman tasainen ja joka kestää nipun painon,
- putket on varmistettu vierimistä ja liukumista vastaan,
- kukaan ei seiso putkikimpun vieressä tai sen päällä.

Putkien asettaminen asennuspaikalle
Jos putket lasketaan putkikaivanteen viereen ennen niiden asentamista, ne on säilytettävä neliöpuun päällä alla kuvatulla tavalla ja varmistettava liukumista ja vierimistä vastaan. Juomavesiputkien päiden tiivistämiseen asennettuja suojia ei saa poistaa tässä vaiheessa. Ne tulee poistaa vasta juuri ennen putkien asentamista.



Tiivisteiden varastointi
Putkilinjan luotettavan toiminnan varmistamiseksi on oleellista, että asennettavat tiivisteet ovat asiaankuuluvien laatuvaatimusten mukaisia ja jotka valmistaja toimittaa putkien mukana. Jos käytetään muita tiivisteitä, tämä voi mitätöidä kaikki takuuvaatimukset.

Tiivisteet on säilytettävä viileässä, kuivassa paikassa ilman, että nihin tulee mitään epämuodostumia. Ne tulee suojata suoralta auringonvalolta. On huolehdittava siitä, etteivät ne vaurioidu eivätkä likaannu.

Alle 0 °C:n lämpötiloissa tiivisteiden kovuus kasvaa jonkin verran. Asennuksen helpottamiseksi tiivisteitä tulee siksi säilyttää yli 10 °C:n lämpötilassa, kun ulkolämpötila on alle 0 °C.

Tiivisteet tulee ottaa esille vasta juuri ennen niiden asentamista, ja ne on tarkastettava tässä vaiheessa likaantumisen tai vaurioiden varalta.

Putkilinjan kaivannot tulee kaivaa voimassa olevien teknisten määräysten mukaisesti.

Noudatettavia määräyksiä:
EN 805, EN 1610, DIN 18 300, DIN 4124, DIN 50 929 osa 3, ONORM B 2538, DIN 30 375 osa 2, DVGW Työkirja W 400-2 tai GW 9, ATV DVGW Työkirja A ja Työkirja putkistojen kaivannoista.

Asennus
Putket ja liittimet tulee asentaa asennusohjeidemme mukaisesti. Putkien ulkopinnoitteet ja niihin käytettävä pohjamateriaali tulee valita standardin DIN 30 675 osan 2 mukaisesti.

Pinnoitus	Pinnoituksen paksuus	Liitosten suositeltu päällystys	Anodin käyttö	Käyttöala maaperä-luokittain
Sinkkipinnoitus vimeistelykerroksella EN 545	Sinkki 200 g/m²	Ei mitään	Ei	I, II
			Kyllä	I, II, III [2]
Sinkki-alumiiini pinnoitus viimeistelykerroksella to EN 545	Sinkki-alumiini 400 g/m²	Ei mitään	Ei	I, II, III [2]
Sementtilaasti pinnoitus EN 15 542	5.0 mm	Kumiholkki tai kuumakutistuva materiaali, tai B-50M [1] tai C-50M [1] pinnoitus DIN 30 672 [1]	Ei	I, II, III

1) Standardin DIN 30 672 mukaista B-50M- tai C-30M-pinnoitetta voidaan käyttää liitoksissa jatkuvassa käyttölämpötilassa T 30 °C.
2) Ei sovellu, jos on jatkuva altistuminen eluaateille, joiden pH on < 6, eikä turpeiseen, soiseen, mutaiseen ja soiseen maaperään.
Standardin DIN 30 675 osan 2 kohdassa 4.1 annettuja ohjeita on noudatettava.

Maaperäluokat I-III tulee määrittää DVGW Työkirja GW 9 tai DIN 50 929 osan 3 mukaisesti. Sovellettava luokitus on seuraava

Maaperän luokittelu pääryhmiin standardin DIN 50 929 osan 3 mukaan		
Arviointinumero	Maaperä luokka	Maaperän aggressiivisuus
> 0	I a	Ei aggressiivinen
-1 to -4	I b	Matala aggressiivisuus
-5 to -10	II	Aggressiivinen
< -10	III	Erittäin aggressiivinen

Maaperän aggressiivisuuden lisäksi myös sen raekoko vaikuttaa putkien ulkopinnoitteen valinnassa. DVGW TyökirjaW 400-2 antaa yleiskuvan sallituista raekokoista.

Putkimateriaali	Pinnoitus	Raekoko - pyöreä materiaali	Raekoko - sirpaloitunut materiaali
Pallografiitti-valurauta	Sinkki/bitumi Sinkki/epoksi Sinkki-alumiini/ epoksi	0-32 mm Yksittäiset rakeet max. 63 mm	0-16 mm Yksittäiset rakeet max. 32 mm
Pallografiitti-valurauta	Sementtilaasti	0-63 mm Yksittäiset rakeet max. 100 mm	0-63 mm Yksittäiset rakeet max. 100 mm

Putkikaivannon täyttö
Teillä olevat putkistojen kaivannottulee täyttää Tie- ja liikennetutkimusyhdistyksen (FGSV) "Työkirja kaivantojen täyttämiseen" ohjeiden sekä "Tekniset lisäsopimusehdot ja -ohjeet maanrakennustöihin tienrakennuksessa" (ZTV E – StB 94) mukaisesti.

Painekokeet
Paineputkien painetestien suorittamista säätelee EN 805 tai DVGW Työkirja W 400-2. Painetestauksen ajaksi kaikki työt testattavilla putkistoilla on keskeytettävä. Varsinkin paineputkien kohdalla koko henkilöstön on pysyttävä riittävällä turvallisella etäisyydellä putkistosta.

Tämä työmaalla tapahtuvan menettelyn yhteenveto koskee vain umpikujassa olevia työntökappaleita, suunnanmuutoksia ja vaakatasossa olevia haaroja seuraavissa rajoittavissa olosuhteissa:

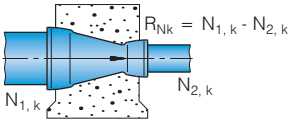
- nimelliskoko ≤ DN 300
- betonin lujuusluokka C30/37
- työntökappale asetettu symmetrisesti linjaan, jota pitkin absorboitava voima (N, RN) vaikuttaa
- kuorman leviämiskulma betonissa: 2αK = 90°
- ulkolämpötila välillä +10°C - +30°C
- vaakasuuntainen maasto
- betoni asetetaan koskemattomaan maaperään ja kaivantoon pystysuoraan seinään
- työntöpalkin perustuksen syvyys h: 1,0 m ≤ h ≤ 3,0 m
- työntökappaleen korkeus hG kaivannon seinää vasten:

  height h_G of thrust block against the trench wall: $\frac{1}{4}h \leq h_G \leq \frac{2}{3}h$

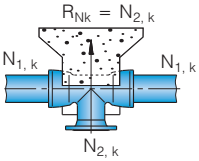
- kovettumisaika painekokeeseen: vähintään 3 päivää
- työntölohkon pääosin neliömäinen pinta-ala kaivannon seinää vasten: $h_G \times b_G$
- pohjavesi alempana kuin työntölohkon alapinta

Käytännön syistä lukuja ei anneta lukuja (hR ja bR), jotka määrittelevät voimansiirtoalueen putkilinjan ja työntökappaleen välillä, ja on suositeltavaa, että betoni peittää putkilinjan komponentin koko leveyden muhveihin asti ja että komponentin yläpuolella on riittävä betonipeite.

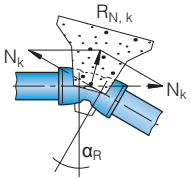
Jos parametriarvot poikkeavat yllä annetuista, katso DVGW Työkirja GW 310, tammikuu 2008 versio.



Kartio



Haara



Kulma

Tyypillinen pituussuuntainen voima:

$$N_k = p \cdot \frac{\pi \cdot d_a^2}{4} \quad [kN]$$

Tyypillinen resultanttivoima:

$$R_{N,k} = 2N_k \cdot \sin\frac{\alpha_R}{2} \quad \rightarrow \quad R_{N,k} = N_k \cdot a \quad [kN] \quad \text{jossa} \quad a = 2 \cdot \sin\alpha_R / 2$$

(for a see table below)

d_a = putken ulkohalkaisija [m]
p = sisäinen paine (testipaine) [kN/m²] → 1 bar = 100 kN/m²

α	11°	22°	30°	45°	umpikujat ja haarat	90°
a	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	1.4

DUKTUS

Seuraavassa taulukossa on esitetty resultanttivoiman RN,k arvot laskettuna eniten käytetyille nimelliskokoille ja kulmille 15 barin koepaineelle. Näillä luvuilla on mahdollista laskea työntöpalkin tarvittava laakeripinta-ala maata vasten.

DN	N_k [kN] (15 bar)	$R_{N,k}$ [kN] kulmille				
		11¼°	22½°	30°	45°	90°
65	7.9	1.5	3.1	4.1	6.1	11.2
80	11.3	2.2	4.4	5.9	8.7	16.0
100	16.4	3.2	6.4	8.5	12.6	23.2
125	22.4	4.8	9.5	12.6	18.7	34.5
150	34.0	6.7	13.3	17.6	26.1	48.1
200	58.1	11.4	22.7	30.1	44.4	82.1
250	88.4	17.3	34.5	45.8	67.7	125.1
300	125.2	24.5	48.9	64.8	95.8	177.1
350	168.3	33.0	65.7	87.1	128.8	238.1
400	216.8	42.5	84.6	112.2	165.9	305.6
500	333.4	65.4	130.1	172.6	255.2	471.5
600	475.0	93.1	185.4	245.9	363.6	671.8
700	641.6	125.8	250.4	332.1	491.1	907.4
800	835.2	163.7	325.9	432.3	639.3	1,181.2
900	1,052.1	206.2	410.5	544.6	805.2	1,478.9
1000	1,293.9	253.7	504.9	669.8	990.3	1,829.9

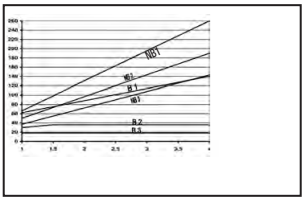
Vaadittu tukipinta-ala maata vasten:

$$A_G = b_G \cdot h_G \quad [m^2] \qquad A_G = \frac{R_{N,k}}{\sigma_{h,w}} \quad [m^2]$$

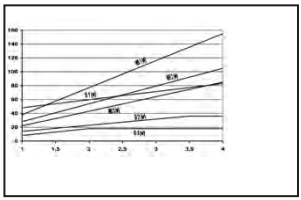
Sallittu $\sigma_{h,w}$ = sallittu maan paine [kN/m²] (katso kaaviot sivulla 299)

Sallittu maaperän paine (sallittu σh, w) maaryhmän ja perustuksen syvyyden h funktiona työntölohkoille, joissa on neliömäinen kontaktipinta (hG/bG=1)

Vesirajan alapuolella



Vesirajan yläpuolella



Sallittu maan paine (all. σ_H) in kN/m²

Perustuksen syvyys h [m]

NB1: Hiekka, sora tai teräväreunainen luonnonmurtokivi, tiiviisti tiivistetty
NB2: Hiekka tai hiekkasora, tiivistetty keskitiiviiksi
NB3: Hiekka tai hiekkainen sora, löyhästi tiivistetty
B1: Hiesu tai savi, kiinteä konsistenssi (ei vaivattavissa)
B2: Hiesu, savi tai liete, konsistenssi vähintään puolikiinteä (vaikeasti vaivattavissa)
B3: Savi tai liete, vähintään pehmeää (helposti vaivattavaa)

Kaikille halutuille testipaineille p kaava, joka koskee kontaktipinnan pinta-alaa on:

$$A_G = \frac{R_{N,k}}{Allowable\ \sigma_{h,w}} \cdot \frac{p}{15} \quad [m^2]$$

Esimerkki

Putki	DN 200
Testipaine	p = 30 bar
Maan paine	Allowable $\sigma_{h,w}$ = 50 kN/m²
Kulma	α_k = 30°

DUKTUS

Kysymys: Kuinka suuri kantavuusalueen AG pitää olla maata vasten?
R_N = 30.1 kN (katso taulukko sivulla 298)

$$A_G = \frac{30,1}{50} \cdot \frac{30}{15} \quad (m^2)$$

$$A_G = 1,204\,m^2$$

Betonityöntöpalojen laskemiseen DVGW Työkirjassa 310 on myös laskentatyökalu, joka on saatavilla osoitteessa www.eadips.org.

Taulukko betonityöntöpalojen mitoituksesta mutkissa ja haaroissa

Luvut laskettu 15 barin koepaineelle ja 100 kN/m2 maaperän paineelle. Pinta-ala = leveys B x korkeus H

DN	cm² cm x cm	α = 11°	α = 22°	α = 30°	α = 45°	α = 90°	Umpikujat ja haarat [1]
80	Area B x H	500 20 x 25	500 20 x 25	590 24 x 25	870 29 x 30	1,600 38 x 42	1,130 34 x 34
100	Area B x H	500 20 x 25	640 25 x 26	850 29 x 30	1,260 35 x 36	2,320 48 x 49	1,640 40 x 41
125	Area B x H	500 20 x 25	950 30 x 32	1,260 35 x 36	1,870 43 x 44	3,450 58 x 60	2,440 49 x 50
150	Area B x H	670 20 x 25	1,330 36 x 37	1,760 42 x 42	2,610 50 x 52	4,810 69 x 70	3,400 58 x 59
200	Area B x H	1,140 33 x 35	2,270 48 x 48	3,010 55 x 55	4,440 67 x 67	8,210 91 x 91	5,810 76 x 77
250	Area B x H	1,730 42 x 42	3,450 59 x 59	4,580 68 x 68	6,770 82 x 83	12,510 112 x 112	8,840 94 x 94
300	Area B x H	2,450 49 x 50	4,890 70 x 77	6,480 80 x 81	9,580 98 x 98	17,710 133 x 133	12,520 112 x 112
400	Area B x H	4,250 65 x 66	8,460 92 x 92	11,220 106 x 106	16,590 129 x 129	30,560 175 x 175	21,680 147 x 148

1) Nämä arvot koskevat vain määritettyjen nimelliskokojen umpikujia ja haaroja.

9.4 Vetoakestäväksi tehtävien putkilinjojen pituudet

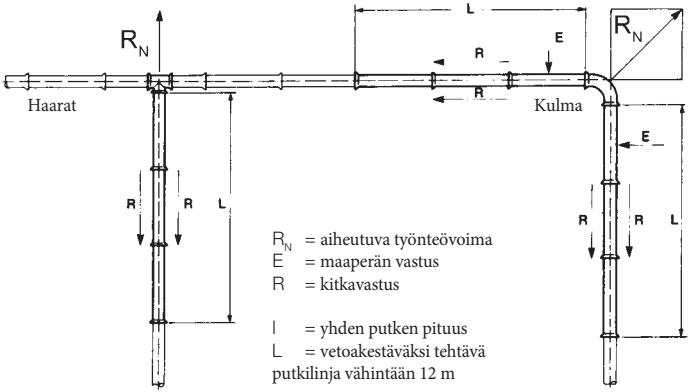
Yhteenveto DVGW Työkirjasta GW 368
(Kesäkuu 2002 verso)

Voimia kohdistuu putkilinjojen mutkiin, haaroihin, umpikujiin ja kartiokohtiin ja näiden voimien suuruus voidaan laskea esimerkiksi DVGW Työkirja GW 310:n perusteella. Putkilinjoissa, joissa on jo vetoakestävät liitokset, kuten esimerkiksi hitsaus- tai laippaliitokset, nämä voimat välittyvät putkiliitoksien kautta. Putket, joissa on vetoakestämättömät liitokset, esim. push-in liitokset(TYTON®-liitokset) tai ruuviliitokset, näiden voimien on oltava

- absorboitu betonipainepalojen avulla (katso GW 310), tai
- siirretty pituussuunnassa ja siirretty ympäröivään maaperään usean muhvin kautta

Pitkittäisrajoitukseksi asennettavien muhvien määrä riippuu koepaineesta, putkien nimelliskoosta ja standardista, jonka mukaan putkilinjan kaivanto on täytetty (maaperätyyppi, tiivistysaste). Sisäisen paineen synnyttämiä voimia vastustavat seuraavat asiat:

- mutkissa, haaroissa, umpikujissa ja kartioissa: kitkavoimat putken seinämän ja ympäröivän maaperän välillä
- kulmissa lisäksi maaperän laakerivastus, joka aiheutuu viereisistä putkista.



DUKTUS

Kitkakerroin ja maaperän paine

Kitkakerroin
Maan ja putken välisen kitkan kitkakerroin μ on välillä 0,1 - 0,6. Suosittelemamme oletetut arvot ovat seuraavat:

μ = 0.5	epäharmoniselle hiekalle, soralle ja maanmuokkauksille (maatyypit NB1–NB3, GW 310)
μ = 0.25	erittäin saviselle hiekalle, hiekkasavelle, hiesulle, lössille tai lössisavelle ja savelle, vähintään puolikiinteä (maatyyppi B1, GW 310)
μ = 0.5	putkille sementtilaastipinnoituksella
μ = 0	kun putkilinja asennetaan pohjaveden alapuolelle ja/tai tiiviissä, pehmeässä ja jäykässä maaperässä, jota on vaikea tiivistää (maatyypit B2-B4, GW 310) → Tällaisissa tapauksissa suosittelemme koko putkilinjan tekemistä vetoakestäväksi.

Maaperän paine
Mahdollinen maaperän paine riippuu hyvin paljon putkilinjaa välittömästi ympäröivän kaivantotäytön tiivistymisasteesta. Tämän pitäisi olla vähintään Dpr = 95 % Tässä jälkimmäisessä tapauksessa voidaan olettaa, että GW 310:n kaaviossa (katso sivu 299) annetut sallitun vaakasuuntaisen maapaineen arvot (sallittu σh, w) pienenevät 50 %.

Huomiot
Ainakin seuraavat tulee aina tehdä vetoakestäviksi:

- kulmissa: 2 muhvia molemmilla puolilla,
- haaroissa ja umpikujissa: 2 muhvia,
- kartioissa: 2 muhvia suuremman nimelliskoon puolella.

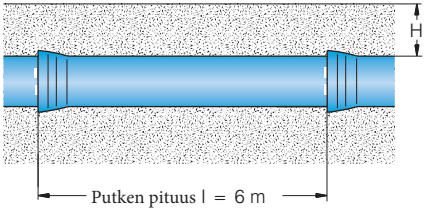
Seuraavilla sivuilla esitetyt taulukot antavat eri parametrien, kuten kitkakertoimen, maaperän paineen, putkien peitteen korkeuden ja järjestelmän testipaineen osalta putkilinjan pituudet, jotka tulee tehdä vetoakestäviksi.
Jos kulma, jossa resultanttivoima kohdistuu pintaa kohti, on tehtävä vetoa kestäväksi, on vetoakestävän putkilinjan pituus on sama kuin haarassa tai umpikujassa (180°).
On muitakin laskelmia, jotka voidaan suorittaa verkko-osoitteessa www.eadips.org.

Soveltuvuus
DVGW:n ohje GW 368 (kesäkuun 2002 versio) koskee pallografiittivalurautaisten putkistojen ja liitosten kokoonpanoa ja asennusta EN 545 tai DIN 28 650 mukaisesti veden kuljetukseen ja pallografiittirauta venttiilien tekemiksestä vetoakestäväksi.

Seuraavilla sivuilla olevat taulukot ovat voimassa seuraavin ehdoin:

- Putkilinja on täytetty kokonaan korkeuteen H asti.
- Putkilinjan kaivantoon käytetty täyttömateriaali tiivistetään huolellisesti (Dpr = 95 %)
- Putkilinjan kaivannossa ei ole vettä.

Putkilina on kokonaan täytetty



DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa

Maaperä putkilinjassa: Hiekka, sora tai murtunut kivi, tiivistynyt (NB1)
Kitkakerroin: $\mu = 0.50$
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w} = 40$ kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	12	15	18	22	25	28	31	34
90°	12	12	12	12	12	12	12	12	15	18	21	24	27	30
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	16	19	22	25
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	18	21
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	16
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	13	16	19	24	30	34	39	44	48	52
90°	12	12	12	12	12	12	13	19	24	29	34	38	43	47
45°	12	12	12	12	12	12	12	13	19	24	29	33	38	42
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	14	19	24	29	33	38
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	19	24	28	33
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	14	19	23	27	34	41	48	55	61	67	73
90°	12	12	12	12	13	17	21	29	36	43	49	56	62	68
45°	12	12	12	12	12	12	15	23	30	37	44	51	57	63
30°	12	12	12	12	12	12	12	15	25	33	40	46	52	58
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	20	27	34	41	48	54
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	23	29	36

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa

Maaperä putkilinjassa: Hiekka, sora tai murtunut kivi, tiivistynyt (NB1)
Kitkakerroin: $\mu = 0.50$
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w} = 40$ kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	12	15	18	21	27	32	38	49	59	69
90°	12	12	12	14	20	26	32	43	53	63
45°	12	12	12	12	15	24	29	38	48	58
30°	12	12	12	12	12	15	21	32	43	53
22°	12	12	12	12	12	12	16	27	38	48
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	18	29

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	18	22	26	31	40	49	57
90°	12	16	20	25	34	43	51
45°	12	12	14	19	28	37	45
30°	12	12	12	14	23	32	40
22°	12	12	12	12	17	26	35
11°	12	12	12	12	12	12	14

DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.25
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päälysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	13	17	21	24	32	39	45	52	58	63	69
90°	12	12	12	12	12	15	18	26	33	40	46	53	58	64
45°	12	12	12	12	12	12	12	18	25	32	39	45	51	57
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	17	25	31	38	44	50
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	15	17	24	30	37	43
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	15	18	21	27	32	38	49	59	69	78	87	96	104
90°	12	12	12	13	19	25	31	42	52	62	71	81	89	97
45°	12	12	12	12	12	16	22	32	44	54	64	73	82	90
30°	12	12	12	12	12	12	14	26	37	47	57	66	75	84
22°	12	12	12	12	12	12	12	17	29	39	49	59	68	77
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	22	31	41	50

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	17	20	25	29	37	45	53	68	83	96	110	122	134	145
90°	12	13	17	21	30	38	46	61	76	90	103	115	127	139
45°	12	12	12	12	21	29	37	53	68	82	95	108	120	132
30°	12	12	12	12	13	21	29	45	60	74	88	101	113	125
22°	12	12	12	12	12	13	21	37	52	67	80	94	106	120
11°	12	12	12	12	12	12	12	18	22	38	52	66	79	92

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa

Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.25
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	23	28	34	41	53	64	76	98	118	138
90°	17	22	28	34	47	58	70	92	113	132
45°	12	13	19	25	38	50	61	84	105	125
30°	12	12	12	17	30	42	53	76	97	118
22°	12	12	12	12	21	33	45	68	89	110
11°	12	12	12	12	12	12	14	37	59	81

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	35	43	52	61	80	97	114
90°	29	36	46	55	73	91	108
45°	20	27	37	46	65	82	100
30°	12	19	29	38	57	74	92
22°	12	12	20	29	48	66	83
11°	12	12	12	12	16	34	52

DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	12	15	19	22	25	28	31	34
90°	12	12	12	12	12	12	12	12	16	19	23	26	29	32
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	19	22	25	28
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	18	22	25
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	18	21
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	15	18	24	29	34	39	43	47	52
90°	12	12	12	12	12	12	15	21	26	31	36	40	45	49
45°	12	12	12	12	12	12	12	16	22	27	32	37	41	45
30°	12	12	12	12	12	12	12	13	18	23	28	33	38	42
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	14	19	25	29	34	39
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	20	25

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	13	18	22	26	33	41	48	54	61	67	73
90°	12	12	12	12	15	19	23	30	38	45	52	58	64	70
45°	12	12	12	12	12	14	19	26	34	41	48	54	60	66
30°	12	12	12	12	12	12	15	23	30	37	44	51	57	63
22°	12	12	12	12	12	12	12	18	26	33	40	47	53	60
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	19	26	33	40	46

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.00 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	12	13	16	20	26	32	37	48	59	69
90°	12	12	13	16	23	28	34	45	56	66
45°	12	12	12	12	18	24	30	41	52	62
30°	12	12	12	12	14	20	26	37	48	58
22°	12	12	12	12	12	16	22	33	44	54
11°	12	12	12	12	12	12	12	18	29	40

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	17	21	25	30	39	48	57
90°	14	18	22	27	36	45	54
45°	12	13	18	23	32	41	49
30°	12	12	14	18	28	37	45
22°	12	12	12	14	23	32	41
11°	12	12	12	12	12	16	26

DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Hiekka, sora tai murtunut kivi, tiivistynyt (NB1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 40 kN/m²
Putken päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	12	12	13	15	18	20	22	25
90°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	15	18	20	22
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	16	19
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	15
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	12	16	20	24	27	31	34	37
90°	12	12	12	12	12	12	12	13	17	21	25	28	31	35
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	13	17	21	24	28	31
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	18	21	25	28
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	18	21	25
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	15	18	23	28	33	38	43	48	52
90°	12	12	12	12	12	12	15	20	26	31	36	41	45	50
45°	12	12	12	12	12	12	12	16	22	27	32	37	42	46
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	18	24	29	34	38	43
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	15	20	25	30	35	40
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	17	22	27

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Hiekka, sora tai murtunut kivi, tiivistynyt (NB1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 40 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	12	12	12	13	17	21	25	33	41	48
90°	12	12	12	12	15	19	23	31	38	45
45°	12	12	12	12	12	15	19	27	34	42
30°	12	12	12	12	12	12	15	23	31	38
22°	12	12	12	12	12	12	12	19	27	35
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	13	21

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	12	12	17	20	27	32	39
90°	12	12	14	17	24	30	36
45°	12	12	12	13	20	26	32
30°	12	12	12	12	16	22	29
22°	12	12	12	12	12	18	25
11°	12	12	12	12	12	12	12

DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.25
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkilinja täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	14	17	22	27	32	37	41	46	50
90°	12	12	12	12	12	12	13	18	23	28	33	38	42	46
45°	12	12	12	12	12	12	12	13	18	23	28	32	37	41
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	17	22	27	32	36
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	17	22	26	31
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	13	18	22	26	34	41	48	56	62	69	75
90°	12	12	12	12	13	18	22	30	37	45	52	59	65	72
45°	12	12	12	12	12	12	16	24	32	39	46	53	60	67
30°	12	12	12	12	12	12	12	18	26	34	41	48	55	62
22°	12	12	12	12	12	12	12	13	21	28	36	43	50	57
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	19	23	30	37

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	13	16	19	25	31	36	47	58	68	78	88	97	106
90°	12	12	13	15	21	27	32	43	54	64	74	84	93	102
45°	12	12	12	12	15	21	26	38	48	59	69	79	88	97
30°	12	12	12	12	12	15	21	32	43	54	64	74	83	92
22°	12	12	12	12	12	12	15	27	37	48	58	68	78	87
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	17	37	38	48	58	68

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.25
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	16	19	23	28	36	44	52	68	83	98
90°	12	15	19	23	32	40	48	64	79	94
45°	12	12	13	17	26	34	42	58	73	88
30°	12	12	12	12	20	29	37	53	68	83
22°	12	12	12	12	14	23	31	47	63	78
11°	12	12	12	12	12	12	12	26	42	57

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	24	29	36	42	54	67	79
90°	20	25	31	38	50	63	75
45°	14	19	25	32	44	57	69
30°	12	13	20	26	39	51	64
22°	12	12	14	20	33	45	58
11°	12	12	12	12	12	24	36

DUKTUS

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 10 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	12	12	13	16	18	20	23	25
90°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	16	18	21	23
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	16	18	20
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	16	18
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	15
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 15 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	12	13	16	20	24	28	31	34	38
90°	12	12	12	12	12	12	12	14	18	22	26	29	32	36
45°	12	12	12	12	12	12	12	12	15	19	23	26	30	33
30°	12	12	12	12	12	12	12	12	13	17	20	24	27	31
22°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	18	21	25	28
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	18

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 21 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
180°	12	12	12	12	12	15	18	23	29	35	39	44	48	53
90°	12	12	12	12	12	13	16	21	27	32	37	42	46	51
45°	12	12	12	12	12	12	13	18	24	29	34	39	44	48
30°	12	12	12	12	12	12	12	16	21	26	32	36	41	46
22°	12	12	12	12	12	12	12	13	18	24	29	34	38	43
11°	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	19	24	29	34

Vetoakestävän putkilinjan pituus L [m], kun seuraavat parametrit ovat voimassa
Maaperä putkilinjassa: Erittäin savinen hiekka, hiekkasavi, hiesu, savi, merkeli (B1)
Kitkakerroin: μ = 0.50
Maaperän paine: Sallittu $\sigma_{h,w}$ = 30 kN/m²
Putkiston päällysteen korkeus: H = 1.50 [m] (putkikaivanto täysin peitetty)

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 30 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600
180°	12	12	12	13	18	22	26	34	41	49
90°	12	12	12	12	16	20	24	32	39	47
45°	12	12	12	12	13	17	21	29	36	44
30°	12	12	12	12	12	14	18	26	34	41
22°	12	12	12	12	12	12	15	23	31	38
11°	12	12	12	12	12	12	12	13	21	28

Vetoakestävän putkisto-osuuden pituus L [m] 45 barin testipaineessa

DN / Kulma	80	100	125	150	200	250	300
180°	12	14	17	21	27	33	39
90°	12	12	15	18	25	31	37
45°	12	12	12	15	22	28	34
30°	12	12	12	13	19	25	31
22°	12	12	12	12	16	22	29
11°	12	12	12	12	12	12	18

EN 805 mukaisesti, putkistoille pitää tehdä sisäinen painetesti. Vesiputkien osalta tämän painetestin suorittamista ohjaavat koodit ovat EN 805 tai DVGW Työkirja W 400-2 mukaisia.

Testiosuudet
Voi olla tarpeen jakaa melko pitkiä putkistoja testiosuuksiin. Testiosuudet tulee päättää siten, että

- testipaine saavutetaan kunkin testiosuuden alimmassa pisteessä,
- vähintään 1,1-kertainen järjestelmän testipaine (MDP) saavutetaan kunkin testiosuuden korkeimmassa kohdassa,
- testiin tarvittava määrä vettä voidaan syöttää ja tyhjentää,
- testiosuuden enimmäispituus on enintään 2,5 – 3 km.

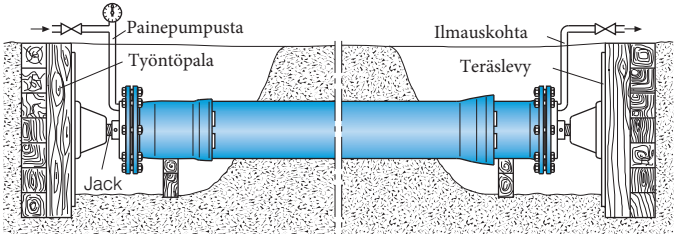
Putkilinja tulee ilmata mahdollisimman perusteellisesti käyttämällä tarvittaessa "possutusta" ja täyttää juomavedellä alimmasta kohdasta.

Täyttö ja vetoakestävyys
Putket tulee tarvittaessa peittää täyttömateriaalilla ennen painekoetta pituuden muutosten välttämiseksi. Liitoskohtien täyttö on valinnaista.

Vetoakestämättömät putkilinjat on ankkuroitava päissä, mutkissa, haaroissa ja kartiomaisissa kohdissa, jotta ne kestävät sisäisen paineen aiheuttamia voimia. Tätä tarkoitusta varten tarvittavat työntökappaleet tulee mitoittaa GW 310:n ohjeiden mukaan.

Vetoakestäviin järjestelmiin ei tarvitse asentaa työntöpaloja, mikäli GW 368 on huomioitu vetoakestävien osuuksien pituuden valinnassa.

Ei ole hyödyllistä suorittaa painekoetta sulkuventtiiliä vasten. Putkilinjan ulkoseinän lämpötila tulee pitää mahdollisimman vakiona, eikä se saa ylittää 20 °C.



Putkilinjan täyttö

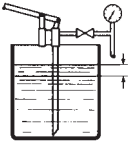
Putkilinja on hyödyllistä täyttää alimmasta kohdasta, jotta sen sisältämä ilma pääsee helposti poistumaan putkilinjan korkeimmissa kohdissa olevista riittävän kokoisista tuuletuspisteistä.

Suosittelemme seuraavia täyttömääriä l/s

DN	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Täyttömäärä	0.3	0.7	1.5	2	3	6	9	14	19	25	32	40

Juomavesiputkien ensimmäinen desinfiointi on suoritettava painetestin yhteydessä. Tämä vaatii vähintään 50 mg klooria litrassa vettä. Putkiston likaisuudesta riippuen kloorin taso voidaan nostaa jopa 150 mg:aan litrassa vettä.
Lisätyn veden määrän ja saavutetun paineen nousun välinen suhde voi toimia osoituksena mahdollisista vuodoista tai riittämättömästä ilmauksesta. Paineen kasvaessa vedenkulutus tulee siksi merkitä joka barille.

DUKTUS



Vedenkulutus / 1 bar

bar	mm	ilitraa
0-1		
1-2		
2-3		
3-4		
5-6		

Kun putkilinja on asennettu oikein ja se on kunnolla ilmattu, pumpattava vesimäärä korotettua painetta kohti on pitkälti vakio. Kun otetaan huomioon veden kokoonpuristuvuus ja putkien elastiset ominaisuudet, tämä määrä on (teoreettisesti) noin 50 ml putkilinjan tilan kuutiometriä kohti / bar. Käytännössä tämä luku on noin 1,5-2 kertaa suurempi, koska putkien ja liitosten liitoksiin sekä venttiileihin jäänyt ilma on puristettava.
Taulukko näyttää tarvittavat vesimäärät litroina barin paineennostoa kohden 100 - 1000 metrin pituisille putkilinjoille, mukaan lukien 100 %:n vara loukkuun jääneelle ilmalle.

DN	Vesimäärät litroina barin paineennostoa kohden sarakeotsikoissa ilmoitettujen putkien pituuksille [m]									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
80	0.05	0.09	0.14	0.19	0.24	0.28	0.33	0.38	0.42	0.47
100	0.07	0.13	0.20	0.26	0.33	0.39	0.45	0.52	0.59	0.65
125	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.05	1.20
150	0.18	0.35	0.53	0.70	0.87	1.05	1.22	1.40	1.54	1.75
200	0.32	0.64	0.97	1.28	1.60	1.93	2.25	2.55	2.90	3.20
250	0.52	1.04	1.57	2.10	2.60	3.15	3.65	4.20	4.70	5.20
300	0.78	1.56	2.35	3.15	3.90	4.67	5.45	6.25	7.05	7.80
350	1.06	2.12	3.20	4.25	5.30	6.38	7.43	8.50	9.55	10.60
400	1.44	2.90	4.30	5.80	7.20	8.65	10.10	11.55	13.00	14.40
500	2.35	4.70	7.05	9.40	11.80	13.10	16.20	18.80	21.10	23.50
600	3.45	7.00	10.50	14.00	17.15	21.00	24.50	28.00	31.50	35.00

Painekokeen suorittaminen
Seuraavat menetelmät pallografiittirautaputkien painetestin suorittamiseksi on kuvattu julkaisussa DVGW Työkirjassa W 400-2:

- vakiomenettely (kaiken nimelliskokoisille putkille, sementtilaastivuorauksella tai ilman)
- lyhennetty vakiomenettely (putkille DN 600 asti sementtilaastivuorauksella)

Alla kuvataan kaksi useimmin käytettyä menettelyä, vakiomenettely ja lyhennetty vakiomenettely.

Molemmissa näissä menettelyissä testipaineen taso on seuraava:

- putkille, joiden sallittu käyttöpaine on enintään 10 baaria: 1,5 x nimellispaine
- putkissa, joiden sallittu käyttöpaine on yli 10 baaria: nimellispaine + 5 baaria.

Vakiomenettely
Vakiomenettely suoritetaan kolmessa vaiheessa:

- esikoe
- painehäviökoe
- päätesti

Esikoe
Esikokeen tarkoituksena on kyllästää sementtilaastivuoraus ja pidentää putkilinjaa. Tätä varten testipaine pidetään vakiona 24 tunnin ajan pumppaamalla lisää vettä tarpeen mukaan. Jos havaitaan vuotoja tai sallitut rajat ylittäviä pituuden muutoksia, paine on laskettava ja syy löydettävä ja korjattava.

DUKTUS

Painehäviökoe
Painehäviökokeen tarkoituksena on varmistaa, että putkistossa ei ole ilmaa. Putkilinjassa olevat ilmataskut voivat aiheuttaa virheellisiä mittauksia ja peittää pienet vuodot.

Vesimäärä ΔV, joka riittää aiheuttamaan vähintään 0,5 barin paineen laskun Δp, poistetaan putkilinjasta. Poistetun veden tilavuus ΔV mitataan. Tämän jälkeen putkisto on paineistettava uudelleen testipaineeseen.

Putkilinjan katsotaan olevan riittävästi ilmattu, jos ΔV ei ole suurempi kuin sallittu tilavuuden muutos ΔV_{zul}. Jos se on suurempi, putkisto on ilmattava uudelleen.

ΔV_{zul} lasketaan seuraavasti:

$$\Delta V_{zul} = 1.5 \cdot a \cdot \Delta p \cdot L$$

ΔV_{zul} = sallittu tilavuuden muutos [cm³]
Δp = mitattu painehäviö [bar]
L = testatun putkiosuuden pituus [m]
a = painevakio putkikoolle [cm³/(bar x m)]
→ katso alla oleva Taulukko

DN	a	DN	a
80	0.314	400	9.632
100	0.492	500	15.614
125	0.792	600	23.178
150	1.163	700	32.340
200	2.147	800	43.243
250	3.482	900	55.679
300	5.172	1000	69.749
350	7.147	1200	103.280

Pääkoe
Pääkoe seuraa painehäviökoetta.

Testin ajallinen kesto on seuraava:

Asti	DN 400	3 h
	DN 500 - DN 700	12 h
Yli	DN 700	24 h

Testiolosuhteiden katsotaan täyttyneen, jos painehäviö testin lopussa ei ole suurempi kuin alla on määritelty:

Nimellispaine	Testipaine	Maksimi painehäviö
10	15 bar	0.1 bar
16	21 bar	0.15 bar
yli 16	PN + 5 bar	0.2 bar

Testiraportti
Testiraportti on laadittava. Testiraporttien mallit sisältyvät DVGW Työkirja W 400-2:een. Vaaditut tiedot, kuten seuraavat, näkyvät näissä malleissa:

- putkiston kuvaus
- testiparametrit
- kuvaus testin suorituksesta
- testinaikaiset havainnot
- raportin tarkistaminen

Lyhennetty vakiomenettely
Lyhennetyn vakiomenettelyn etuna on ennen kaikkea se, että se säästää valtavasti aikaa. Tarvittava aika on vain noin 1,5 tuntia.

Lyhennetty vakiomenettely suoritetaan kolmessa vaiheessa:

- kyllästysvaihe
- painehäviökoe
- vuotokoe

Kyllästysvaihe
Korkean kyllästystason saavuttamiseksi testipaine pidetään vakiona puolen tunnin ajan pumppaamalla lisää vettä tarpeen mukaan. Avaintekijä on ennen kaikkea koepaineen taso. Liian alhaista painetta ei voida kompensoida kyllästysvaiheen pituutta pidentämällä.

Painehäviökoe
Painehäviökokeen tarkoituksena on varmistaa, että putkistossa ei ole ilmaa. Putkilinjassa olevat ilmataskut voivat aiheuttaa virheellisiä mittauksia ja peittää pienet vuodot.

Vesimäärä ΔV_{zul} (katso alla) poistetaan putkistosta testipaineella. Tuloksena oleva paineen lasku Δp mitataan. Tästä saadaan sallittu paineen lasku Δp_{zul} seuraavassa vuotokokeessa. Putkilinja on paineistettava uudelleen testipaineeseen paineenpudotuskokeen jälkeen.

ΔV_{zul} lasketaan seuraavasti:

$$\Delta V_{zul} = (DN \cdot L)/(100 \cdot k)$$

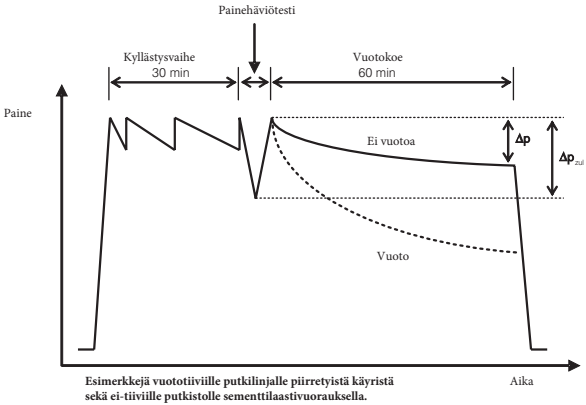
ΔV_{zul}	=	sallittu tilavuuden muutos [cm^3]
L	=	testattavan osuuden muutos [m]
100 x k	=	suhteellisuustekijä, k = 1 m/cm^3

Putkilinjan katsotaan olevan riittävästi ilmattu, jos paineen lasku on yhtä suuri tai suurempi kuin alla olevassa taulukossa Δp:lle määritellyt vähimmäistasot, kun vesimäärä ΔV_{zul} poistetaan.

Nominaalikoko DN	Minimi painehäviö Δp [bar]
80	1.4
100	1.2
150	0.8
200	0.6
300	0.4
400	0.3
500	0.2
600	0.1

Vuotokoe

Putkilinjan katsotaan ei vuoda, jos painehäviö Δp laskee tasaisella nopeudella tasaisin aikavälein ja jos se ei vuototestin aikana vuoda, eikä ylittä paineenpudotustestissä havaittua tasoa Δpzul. Kokeen kesto on yksi tunti.



Esimerkkejä vuototiiviille putkilinjalle piirretyistä käyristä sekä ei-tiiviille putkistolle sementtilaastivuorauksella.

Testiraportti

Testiraportti on laadittava. Testiraporttien mallit sisältyvät DVGW Työkirja W 400-2:een. Vaaditut tiedot, kuten seuraavat, näkyvät näissä malleissa:

- putkiston kuvaus
- testiparametrit
- kuvaus testin suorituksesta
- testinaikaiset havainnot
- raportin tarkistaminen

9.6 Juomavesiputkien desinfiointi

Desinfiointi on suoritettava sekä itse juomavedelle että sen tuottamiseen käytetylle infrastruktuurille. On olemassa erilaisia desinfiointiaineita ja erilaisia desinfiointimenetelmiä, joita voidaan käyttää desinfioivan vaikutuksen aikaansaamiseksi. Putkilinjan desinfiointi katsotaan onnistuneesti suoritetuksi vasta, kun on saatu tyydyttävät testitulokset.

Yleistä

Vesiyhtiöiden on tarjottava juomavettä, joka on hygieenisesti tyydyttävällä tasolla. Tämä vaatimus on myös säädetty Saksan elintarvike- ja kulutustavaralaissa, liittovaltion epidemiavalvontalaissa ja eurooppalaisessa juomavesidirektiivissä. Näiden sääntöjen mukaan juomaveden on oltava luonteeltaan sellaista, ettei sen nauttiminen vahingoita kansanterveyttä. Tämän edellytyksenä on se, että juomavesiputket ovat hygieenisesti tyydyttävässä kunnossa. Tämä saavutetaan desinfioimalla putkistot.

Desinfiointi kattaa kaikki toimenpiteet, jotka vähentävät bakteerien määrää siten, että ne eivät vaikuta haitallisesti putkissa kuljetettavan veden laatuun. Tällaiset toimenpiteet koskevat juomavettä sekä sen toimittamiseen käytettyä infrastruktuuria.

Elintarvike- ja kulutustavaralain mukaan putkistot ovat "tarvikkeita, joita käytetään juomaveden jakelussa ja jotka siten joutuvat kosketuksiin juomaveden kanssa".

Juomavesiputket on desinfioitava standardin DVGW TyökirjaW 291 mukaisesti.

Sementtilaastivuorauksella varustetuille pallografiittivalurautaputkille on hyödyllistä tehdä desinfiointi samanaikaisesti painekokeen kanssa.

Juomavesiputkia asennettaessa on mahdollisimman varovaisesti kiinnitettävä heti alkuun huomiota siihen, että myöhemmin vettä kuljettavat putket eivät likaannu. Putkien likaantuminen henkilökunnan toimien, käytettyjen laitteiden (muhvien pyyhkimiseen käytetyt likaiset rievut jne.) tai ilman epäpuhtauksien (esim. öljyiset pakokaasut) seurauksena tulee estää. Putkilinjojen päät tulee sulkea tiiviisti siten, että pohjavesi, likainen vesi tai eläimet eivät pääse sisään.

Desinfiointi on välttämätöntä seuraavissa tapauksissa:

- ennen kuin juomavesioutkistot otetaan käyttöön
- putkiverkoston korjausten ja muiden töiden jälkeen
- jos juomavesi jää seisomaan
- jos juomavesiputket saastuvat bakteereista

Juomavesiputkien huuhtelu
DVGW Työkirja W 291:n mukaan huuhtelu on yksinkertaisin tapa vähentää bakteeripitoisuutta juomavedessä, ja se on yleensä kaikki mitä tarvitaan pienen nimelliskoon putkille aina DN 150 asti. On mahdollista, että tämä tekee mahdollisesta lisädesinfioinnista. tarpeettoman.

Kun huuhtelu tapahtuu, varmista, että virtausnopeus on riittävän suuri (vähintään 1,5 m/s). Huuhtelutehoa voidaan tehostaa samanaikaisesti "possuttamalla" tai huuhtelemalla ilman ja veden seoksella.

Putkilinjan huuhteluun käytettävissä olevan vesimäärän tulee olla vähintään 3–5 kertaa putkilinjan kapasiteetti (DN 150:n ja sitä pienempien putkien osalta) tai 2–3 kertaa putkilinjan kapasiteetti (koko DN 200 putket ja yli).

Putkilinjojen huuhtelun yhteydessä tulee kiinnittää huomiota seuraaviin kohtiin:

- Käytä vain juomavedelle soveltuvia varusteita, kuten huuhdeltuja mahdollisesti desinfioituja letkuja.
- Viistot putkistot tulee huuhdella ulos ylhäältä alaspäin.
- Injektoidun ilman tulee olla öljytöntä ja pölytöntä.
- Huuhdellun osan huuhteluvesi ei saa päästä verkostoon tai kuluttajille.
- Putkiverkostossa ei saa olla ei-sallittua paineen laskua.
- Likaisen veden ei tule olla mahdollista imeytyä takaisin putkistoon tyhjennettäessä.
- Ilman ja veden seoksella huuhtelun jälkeen putkisto on ilmattava kokonaan.

Desinfiointiaineet
Desinfiointiaineen valinta tulee tehdä paikallisten olosuhteiden perusteella. Näitä ovat esimerkiksi se, voidaanko desinfiointiainetta käsitellä oikein ja onko se tehokas ja voidaanko se hävittää tyydyttävästi.

Seuraavat ovat juomavesiputkien desinfiointiin yleisimmin käytetyt desinfiointiaineet:

natriumhypokloriitti, kaliumpermanganaatti, vetyperoksidi ja klooridioksidi.

Saksan vaarallisia aineita koskevien määräysten edellyttämien tarkastusten vuoksi klooria sisältävien desinfiointiaineiden käyttöön on suhtauduttava kriittisesti. Jos et pärjää ilman desinfiointiainetta, käytä pääasiassa vetyperoksidia tai kaliumpermanganaattia. Molempia voidaan käyttää työliuoksena pitoisuudessa, joka on alle vaarallisten aineiden raja-arvon (ks. Schlicht, lehden numero 2/2003 bbr).

Natriumhypokloriitti (NaOCl)
Natriumhypokloriitti on yleisimmin käytetty desinfiointiaine.
Sitä on kaupallisesti saatavana natriumhypokloriittiliuoksena (kloorivalkaisuliuoksena).
Liuoksen tulee sisältää vähintään 12 % vapaata klooria (150-160 g klooria litrassa). Huomaa, että kun liuosta varastoidaan, vapaan kloorin pitoisuus laskee tasaisesti. Kun liuos on ollut varastossa pitkään, klooripitoisuus on tarkistettava.
Tavallinen desinfiointiaine sementtilaastivuorauksella varustetuille valurautaputkille on esimerkiksi pitoisuus 50 mg klooria litrassa vettä.
Uudelleenkloorauksen suosittelemme korkeamman pitoisuuden käyttöä (jopa noin 150 mg klooria litraa vettä kohti).
Natriumhypokloriittiliuoksen pH on välillä 11,5-12,5. Kun putkilinjaa desinfioidaan, tällainen liuos nostaa välttämättä käsiteltävän veden pH:ta. Emme suosittele pH:n alentamista sekoittamalla happoja liuokseen, koska tämä voi aiheuttaa kloorikaasun vapautumista ja onnettomuuden. Sekoitus erittäin kovan veden kanssa voi johtaa kalsiumkarbonaatin saostumiseen.

Klooria sisältävät desinfiointiliuokset on aina käsiteltävä turvallisiksi ennen kuin ne pääsevät viemäreihin tai vesistöön. Tämä voidaan tehdä laimentamalla tai kemiallisesti neutraloimalla natriumtiosulfaatilla.

Kloorinpoisto on mahdollista myös suodattamalla aktiivihiilisuodattimien läpi.

Vetyperoksidi (H_2O_2)
Vetyperoksidi on väritön neste, joka sekoittuu hyvin veteen. Käytettyjen kaupallisesti saatavien liuosten pitoisuudet ovat 35 % ja 50 %. Vetyperoksidi hajoaa vähitellen vedeksi ja hapeksi ja tätä prosessia nopeuttavat lämmön, valon ja pölyn vaikutukset sekä raskasmetalliyhdisteet ja orgaaniset materiaalit. Aine on siksi säilytettävä paikassa, jossa mikään näistä asioista ei voi vaikuttaa siihen.
Vetyperoksidiliuoksia sisältäviä desinfiointiaineita on kaupallisesti saatavilla useilla tuotenimillä. Kaupallisesti saatavilla olevat vetyperoksidiliuokset laimennetaan aina ennen desinfiointia. Niitä ei tule käyttää työmaallla suurempina pitoisuuksina kuin 5 %.
Konsentraatiot 150 mg/l vettä ja 24 tunnin seisonta-ajat ovat osoittautuneet sopiviksi uusille putkille. Toisin kuin klooria sisältävät liuokset, vetyperoksidi voidaan valuttaa viemäriin näissä pitoisuuksissa. Liuosta ei yleensä tarvitse käsitellä ennen kuin se valuu viemäreihin.

Kaliumpermanganaatti ($KMnO_4$)
Kaliumpermanganaattia on saatavana violettien kiteiden muodossa, ja sillä on käytännössä rajoittamaton säilyvyys tässä muodossa. Sen vesiliukoisuus riippuu suuresti lämpötilasta (28 g/l vettä 0 °C:ssa, 91 g/l vettä 30 °C:ssa).
Liuos värjätään pitoisuudestaan riippuen seuraavasti: voimakkaat liuokset ovat syvän violetteja, keskivahvuiset liuokset punertavan violetteja ja heikot liuokset vaaleanpunaisia.

Koska kaliumpermanganaatti on helppo käsitellä ja hävittää, sitä on käytetty yhä enemmän desinfiointiin viime vuosina. Desinfiointi kaliumpermanganaattiliuoksella suoritetaan samalla tavalla kuin kloorilla, paitsi että siinä käytetään 3-4 %:n pitoisuutta.
Käytettävän pitoisuuden tulee olla noin 10 mg kaliumpermanganaattia 1 litrassa vettä. Kaliumpermanganaatin osuutta voidaan vähentää kokonaan lisäämällä askorbiinihappoa (C-vitamiini). Tämä voidaan tunnistaa liuoksen värin muuttumisesta violetista värittömäksi.

Klooridioksidi (ClO_2)
Klooridioksidi on veteen vapaasti liukeneva kaasu, joka muodostuu kahdesta erillisestä komponentista, nimittäin natriumkloriittiliuoksesta ja natriumperoksidisulfaatista. Noudata aina valmistajan ohjeita, kun työskentelet valmiin ratkaisun kanssa. Konsentroidun klooridioksidivarastoliuoksen (0,3 paino-%) säiliön tulee olla sellainen, ettei klooridioksidikaasua pääse karkaamaan.

Kemikaliset ominaisuuudet
Hyvin suljetuissa säiliöissä yksittäiset komponentit klooridioksidin tuottamiseksi pysyvät stabiileina ja niitä voidaan varastoida lähes loputtomiin. Klooridioksidi itsessään syntyy sekoittamalla komponenttia 1 ja komponenttia 2. Klooridioksidi voi hajota ionisiksi lopputuotteiksi valon ja lämmön vaikutuksesta. Valmiiksi sekoitettu liuos on siksi säilytettävä viileässä, pimeässä paikassa. Näissä olosuhteissa 0,3 % vesiliuos neutraalin pH:n klooridioksidia voidaan säilyttää noin 40 päivää 22 °C

Varastoliuos
0,3 % tai 3 g/l ClO_2 vesiliuos: tämä lisätään veteen halutun desinfiointiaineen pitoisuuden saamiseksi.

Hävittäminen
Kun vedenjakelujärjestelmiä desinfioidaan, ylimääräinen klooridioksidi ja kloriitti, yksi sen kemiallisen reaktion sivutuotteista, on deaktivoitava (esim. kalsiumsulfiittisuodattimilla tai aktiivihiilisuodattimilla) ennen kuin ne johdetaan esim. viemäriin.

Desinfionti prosessi
Seisotusprosessi
Tässä menetelmässä desinfiointi saadaan aikaan jättämällä liuos seisomaan putkeen melko pitkäksi ajaksi (vähintään 12 tuntia). Tässä menettelyssä on tärkeää varmistaa, että desinfiointiaineliuoksen ja veden sekoitussuhde pysyy vakiona.
Desinfiointiliuoksen syöttöä ei saa lopettaa ennen kuin koko putkisto on täytetty sillä.
Mitään desinfiointiainetta ei saa päästää mihinkään käytössä olevaan putkiverkoston osaan!
Kun liuos jätetään seisomaan putkistossa, tulee myös käyttää luistiventtiilejä tai palopostia, siten että myös ne desinfioituvat.
Jos putkistossa on vaikeasti poistettavia bakteerikertymiä, se on desinfioitava useammin kuin kerran. Tässä tapauksessa desinfiointiliuoksen pitoisuutta voidaan lisätä.
On myös tärkeää, että putkilinja huuhdellaan uudelleen riittävällä määrällä vettä suurella virtausnopeudella.
Desinfiointi on toistettava, kunnes näytteistä ei löydy mikrobiologista kontaminaatiota.
Natriumhypokloriittia käytettäessä vedessä pitäisi silti olla merkkejä kloorista seisonta-ajan lopussa.

Virtausmenettely
Suurten nimelliskokojen putkistojen kohdalla voi olla edullista, että putkistot huuhdellaan ja desinfioidaan samanaikaisesti melko pitkän aikaa.
Jos näin tehdään, desinfiointiaineen pitoisuus ulosvirtaavassa vedessä on tarkistettava toistuvasti poishuuhtelun aikana.
Putken kokonaissisältö tulee vaihtaa 2-3 kertaan.

Desinfiointi painekokeen aikana
Putkilinjan desinfioinnin ja painetestauksen yhdistäminen on osoittautunut onnistuneeksi tekniikaksi, kun painetestaukseen käytetään vettä, johon on jo sekoitettu desinfiointiainetta. Korkea paine pakottaa desinfiointiliuoksen sementtilaastivuorauksen huokosiin. Tässä tekniikassa on tärkeää, että desinfioitava putkilinja eristetään kaikista käytössä olevista putkistoista.

Jo käytössä olevien putkilinjojen desinfionti
Kun korjauksia tehdään tai uusia putkia liitetään myöhemmin, on usein pakottavia syitä, miksi verkon osa on otettava takaisin käyttöön erittäin nopeasti. Tällöin desinfiointia ei voida suorittaa yllä kuvatulla tavalla. Sen sijaan on ryhdyttävä muihin toimenpiteisiin sen varmistamiseksi, että juomaputki on hygieenisesti tyydyttävässä kunnossa töiden päätyttyä. Asennetut osat voivat esimerkiksi olla jo pesty puhtaalla vedellä tai desinfiointiaineella. Kun työ on valmis, putkisto on huuhdeltava sopivan suurella virtausnopeudella.
Jos putkiston lisädesinfiointi on tarpeen, on huolehdittava siitä, ettei desinfiointiliuosta pääse mihinkään järjestelmän viereisiin osiin. Putkilinjaa ei saa ottaa takaisin käyttöön ennen kuin se on huuhdeltu perusteellisesti

Hävittäminen
Desinfiointiliuokset on hävitettävä ympäristöä vahingoittamatta. Periaatteessa kaikkia asiaankuuluvia DIN-standardeja ja DVGW Työkirjoja on noudatettava. Erityistä huomiota tulee kiinnittää DVGW Työkirja W 291:een ja Euroopan juomavesidirektiiviin.
Kiinnitä huomiota myös kaikkiin desinfiointiaineiden valmistajien tuotekohtaisiin tietoihin, käyttöturvallisuustiedotteisiin ja tapaturmantorjuntamääräyksiin.

Mikrobiologiset tarkastukset ja käyttöönotto
Kun putkistot on desinfioitu, esim. huuhtelun päätyttyä niistä on otettava vesinäytteet mikrobiologista tutkimusta varten. Näytteet tulee ottaa putkilinjojen päistä ja, jos putkilinjat ovat pitkiä, myös yksittäisistä osista.
Kun otat näytteitä, on ehdottomasti suoritettava standardiasiakirjassa "Saksan standardimenetelmät veden, jäteveden ja lietteen tutkimiseen" (DEV) määritellyt vaiheet. Näitä ovat näytteenottoon käytettävien venttiilien tyhjennys, puhdistus ja liekkisterilointi.
Nykyisten direktiivien ja ohjeiden mukaan desinfiointia voidaan pitää onnistuneena, jos veden mikrobiologinen tutkimus osoittaa, että pesäkkeiden määrä ei ylitä vertailuarvoa 100/ml vettä. Samaan aikaan vesi ei saa sisältää Escherichia colia (E. coli) tai koliformisia bakteereja.
Jos jompikumpi näistä vaatimuksista ei täyty, putkilinjan desinfiointi on toistettava.

Vasta kun asianmukaisten mikrobiologisten tutkimusten tulokset osoittavat, että kaikki on mikrobiologisesti turvallista, voidaan juomavesiputki ottaa käyttöön. Kaikissa tutkimuksissa tulee noudattaa eurooppalaisen juomavesidirektiivin ohjeita.

Desinfionti prosessi
Yhteenveto: sinun on noudatettava seuraavia vaiheita, kun desinfioit juomavesiputkia (katso myös DVGW Työkirja W 291):

- Huuhtele putkisto
- Desinfioi putkisto
- Tyhjennä ja tarvittaessa neutraloi desinfiointiliuos sopivan seisonta-ajan jälkeen
- Huuhtele putkisto
- Ota näytteitä ja suorita mikrobiologinen tutkimus

Vasta kun testit antavat tyydyttävät tulokset, voidaan putkisto ottaa käyttöön.
Ottaen huomioon juomavesiputkien desinfioinnin tärkeän tehtävän, on oleellista, että yllä kuvattua prosessia noudatetaan tarkasti.

Laskelmia tarvitaan sen varmistamiseksi, että putkisto toimii hydraulisesti. oikein Suuret virtausnopeudet aiheuttavat huomattavia painehäviöitä. Varsinkin kun putkilinjat ovat pitkiä, virtausnopeudella on suuri vaikutus koko syöttöjärjestelmän taloudellisuuteen.
Pienet virtausnopeudet johtavat siihen, että vesi pysähtyy pitkiksi ajoiksi. Tässä tapauksessa on varmistettava, että vedenvaihto on hygieniasyistä riittävän korkea (sameuden ja mikrobikontaminaation estämiseksi).

Vesiputkien hydraulista mitoitusta säätelevät tekstit ovat DVGW Työkirja GW 303-1 ja DVGW Työkirja GW 400-1.
Optimaaliset virtausnopeudet putkilinjan tyypin (pääputki, liitosputki jne.) funktiona on määritelty GW 400-1:ssä. Nämä ovat pääosin **1,0 m/s ja 2,0 m/s** välillä.
GW 303-1:ssä kerrotaan mm. putkiverkkojen käyttökarheudesta (k2, jota kutsutaan siinä ki - integraalikarheudeksi). Integraalikarheudeksi luetaan kaikki putkilinjan tai putkiverkoston piirteet, jotka muodostavat virtausvastuksen, kuten seinien karheus, hylsyjen siirtymät, kerrostumat ja putkiin lisättyjen komponenttien (venttiilit, mutkat, suippenevat jne.) vastus.
Seuraavat standardiarvot on määritelty ja ne koskevat yhtäläisesti kaikkia putkiston materiaaleja:

ki = 0,1 mm runko- ja syöttöputkille, jotka ovat pitkiä

ki = 0,4 mm putkilinjoille, jotka ovat suurelta osin pitkiä

ki = 1,0 mm uusille verkostoille; Tämä on likiarvo, jossa otetaan huomioon korkea yhteenliittämisaste.

Alla olevista taulukoista on mahdollista tehdä karkea arvio virtausnopeudesta (v) ja painehäviöistä (l) DN:n, kokonaiskarheuden (ki) ja tilavuusvirtausnopeuden (Q) funktiona.

Laskentatyökalu pallografiittivalurautaputkien hydraulista laskemista varten on ladattavissa ilmaiseksi osoitteesta www.eadips.org..

Painehäviötaulukko DN 80

DUKTUS

Q [l/s]	DN 80			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
0.50	0.10	0.232	0.258	0.303
0.60	0.12	0.320	0.360	0.427
0.70	0.14	0.420	0.477	0.572
0.80	0.16	0.532	0.610	0.737
0.90	0.18	0.656	0.758	0.924
1.00	0.20	0.791	0.992	1.130
1.25	0.25	1.181	1.400	1.738
1.50	0.30	1.641	1.975	2.474
1.75	0.35	2.171	2.645	3.339
2.00	0.40	2.770	3.412	4.334
2.25	0.45	3.438	4.274	5.457
2.50	0.50	4.173	5.233	6.710
2.75	0.55	4.976	6.287	8.091
3.00	0.60	5.846	7.437	9.601
3.25	0.65	6.784	8.683	11.24
3.50	0.70	7.788	10.03	13.01
3.75	0.75	8.859	11.46	14.91
4.00	0.80	9.996	13.00	16.93
4.25	0.85	11.20	14.63	19.09
4.50	0.90	12.47	16.35	21.37
4.75	0.94	13.81	18.17	23.78
5.00	0.99	15.21	20.09	26.33
5.25	1.04	16.68	22.10	29.00
5.50	1.09	18.21	24.21	31.80
5.75	1.14	19.81	26.41	34.72
6.00	1.19	21.48	28.71	37.78
6.25	1.24	23.21	31.10	40.97
6.50	1.29	25.01	33.59	44.28
6.75	1.34	26.87	36.18	47.73
7.00	1.39	28.80	38.86	51.30
7.25	1.44	30.80	41.64	55.01
7.50	1.49	32.86	44.51	58.84
7.75	1.54	34.98	47.48	62.80
8.00	1.59	37.18	50.54	66.89
8.25	1.64	39.43	53.70	71.10
8.50	1.69	41.76	56.96	75.45
8.75	1.74	44.15	60.31	79.93
9.00	1.79	46.60	63.76	84.53
9.25	1.84	49.12	67.30	89.27

Q [l/s]	DN 80			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
9.50	1.89	51.71	70.94	94.13
9.75	1.94	54.36	74.67	99.12
10.00	1.99	57.07	78.50	104.2
10.25	2.04	59.86	82.43	109.5
10.50	2.09	62.71	86.45	114.9
10.75	2.14	65.62	90.57	120.4
11.00	2.19	68.60	94.78	126.0
11.50	2.29	74.75	103.5	137.7
12.00	2.39	81.17	112.6	149.9
12.50	2.49	87.85	122.1	162.5
13.00	2.59	94.79	131.9	175.8
13.50	2.69	102.0	142.2	189.5
14.00	2.79	109.5	152.8	203.7
14.50	2.88	117.2	163.8	218.5
15.00	2.98	125.2	175.2	233.7
15.50	3.08	133.4	187.0	249.5
16.00	3.18	141.9	199.1	265.8
16.50	3.28	150.7	211.7	282.6
17.00	3.38	159.7	224.6	300.0
17.50	3.48	169.0	237.9	317.8
18.00	3.58	178.6	251.6	336.2
18.50	3.68	188.4	265.6	355.1
19.00	3.78	198.5	280.1	374.5
19.50	3.88	208.8	294.9	394.4
20.00	3.98	219.4	310.2	414.8
20.50	4.08	230.3	325.8	435.8
21.00	4.18	241.4	341.7	457.2
21.50	4.28	252.8	358.1	479.2
22.00	4.38	264.5	374.9	
22.50	4.48	276.4	392.0	
23.00	4.58	288.6	409.5	
23.50	4.68	301.0	427.4	
24.00	4.77	313.7	445.7	
24.50	4.87	326.6	464.3	
25.00	4.97	339.9	483.4	
25.50	5.07	353.3		
26.00	5.17	367.1		
26.50	5.27	381.1		

Painehäviötaulukko DN 100

DUKTUS

Q [l/s]	DN 100			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
0.60	0.08	0.110	0.120	0.137
0.70	0.09	0.144	0.158	0.183
0.80	0.10	0.182	0.201	0.235
0.90	0.11	0.224	0.249	0.293
1.00	0.13	0.269	0.302	0.357
1.25	0.16	0.400	0.456	0.546
1.50	0.19	0.554	0.639	0.774
1.75	0.22	0.730	0.852	1.041
2.00	0.25	0.929	1.095	1.347
2.25	0.29	1.149	1.367	1.693
2.50	0.32	1.392	1.669	2.077
2.75	0.35	1.656	2.000	2.501
3.00	0.38	1.941	2.361	2.964
3.25	0.41	2.247	2.751	3.466
3.50	0.45	2.575	3.171	4.007
3.75	0.48	2.924	3.620	4.587
4.00	0.51	3.294	4.099	5.207
4.25	0.54	3.684	4.607	5.865
4.50	0.57	4.096	5.144	6.563
4.75	0.60	4.528	5.710	7.300
5.00	0.64	4.982	6.306	8.076
5.25	0.67	5.456	6.932	8.891
5.50	0.70	5.950	7.587	9.745
5.75	0.73	6.466	8.271	10.64
6.00	0.76	7.002	8.984	11.57
6.25	0.80	7.558	9.727	12.54
6.50	0.83	8.136	10.50	13.55
6.75	0.86	8.733	11.30	14.60
7.00	0.89	9.352	12.13	15.69
7.25	0.92	9.991	12.99	16.82
7.50	0.95	10.65	13.88	17.99
7.75	0.99	11.33	14.80	19.19
8.00	1.02	12.03	15.75	20.44
8.25	1.05	12.75	16.73	21.72
8.50	1.08	13.49	17.73	23.05
8.75	1.11	14.25	18.77	24.41
9.00	1.15	15.04	19.84	25.81
9.25	1.18	15.84	20.93	27.25
9.50	1.21	16.66	22.05	28.73

Q [l/s]	DN 100			
	v [m/s]	k_s=0.1 J [m/km]	k_s=0.4 J [m/km]	k_s=1.0 J [m/km]
9.75	1.24	17.51	23.21	30.25
10.00	1.27	18.37	24.39	31.81
10.25	1.31	19.26	25.60	33.41
10.50	1.34	20.16	26.85	35.05
10.75	1.37	21.09	28.12	36.72
11.00	1.40	22.03	29.42	38.44
11.50	1.46	23.98	32.11	41.98
12.00	1.53	26.02	34.91	45.69
12.50	1.59	28.13	37.84	49.55
13.00	1.66	30.33	40.88	53.57
13.50	1.72	32.61	44.03	57.74
14.00	1.78	34.97	47.31	62.07
14.50	1.85	37.41	50.70	66.55
15.00	1.91	39.93	54.21	71.20
15.50	1.97	42.53	57.84	76.00
16.00	2.04	45.22	61.59	80.95
16.50	2.10	47.99	65.45	86.07
17.00	2.16	50.83	69.43	91.33
17.50	2.23	53.76	73.52	96.76
18.00	2.29	56.77	77.74	102.3
18.50	2.36	59.86	82.07	108.1
19.00	2.42	63.04	86.52	114.0
19.50	2.48	66.29	91.09	120.0
20.00	2.55	69.63	95.77	126.2
20.50	2.61	73.04	100.6	132.6
21.00	2.67	76.54	105.5	139.1
21.50	2.74	80.12	110.5	145.8
22.00	2.80	83.78	115.7	152.6
22.50	2.86	87.52	120.9	159.6
23.00	2.93	91.34	126.3	166.8
23.50	2.99	95.24	131.8	174.1
24.00	3.06	99.23	137.5	181.5
24.50	3.12	103.3	143.2	189.1
25.00	3.18	107.4	149.1	196.9
25.50	3.25	111.7	155.0	204.9
26.00	3.31	116.0	161.1	212.9
26.50	3.37	120.4	167.3	221.2
27.00	3.44	124.8	173.7	229.6

Painehäviötaulukko DN 125

DUKTUS

Q [l/s]	DN 125			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
1.00	0.08	0.090	0.098	0.112
1.25	0.10	0.134	0.147	0.170
1.50	0.12	0.184	0.205	0.240
1.75	0.14	0.242	0.272	0.321
2.00	0.16	0.307	0.348	0.414
2.25	0.18	0.379	0.433	0.518
2.50	0.20	0.458	0.527	0.635
2.75	0.22	0.544	0.630	0.762
3.00	0.24	0.636	0.742	0.902
3.25	0.26	0.736	0.862	1.053
3.50	0.28	0.841	0.992	1.216
3.75	0.30	0.954	1.130	1.390
4.00	0.32	1.073	1.277	1.576
4.25	0.34	1.198	1.433	1.773
4.50	0.36	1.330	1.598	1.983
4.75	0.38	1.468	1.772	2.203
5.00	0.40	1.613	1.954	2.436
5.25	0.42	1.765	2.146	2.680
5.50	0.44	1.922	2.346	2.935
5.75	0.46	2.086	2.555	3.203
6.00	0.48	2.257	2.772	3.481
6.25	0.50	2.434	2.999	3.772
6.50	0.52	2.617	3.234	4.074
6.75	0.54	2.806	3.479	4.387
7.00	0.56	3.002	3.732	4.713
7.25	0.59	3.204	3.993	5.049
7.50	0.61	3.413	4.264	5.398
7.75	0.63	3.628	4.543	5.758
8.00	0.65	3.849	4.831	6.130
8.25	0.67	4.076	5.128	6.513
8.50	0.69	4.310	5.434	6.908
8.75	0.71	4.550	5.749	7.314
9.00	0.73	4.796	6.072	7.732
9.25	0.75	5.048	6.404	8.162
9.50	0.77	5.307	6.745	8.603
9.75	0.79	5.572	7.095	9.056
10.00	0.81	5.843	7.454	9.521
10.50	0.85	6.404	8.197	10.48
11.00	0.89	6.990	8.976	11.49

Q [l/s]	DN 125			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
11.50	0.93	7.601	9.790	12.55
12.00	0.97	8.237	10.64	13.65
12.50	1.01	8.897	11.52	14.80
13.00	1.05	9.583	12.44	16.00
13.50	1.09	10.29	13.40	17.24
14.00	1.13	11.03	14.39	18.53
14.50	1.17	11.79	15.41	19.87
15.00	1.21	12.57	16.47	21.25
15.50	1.25	13.38	17.57	22.68
16.00	1.29	14.22	18.70	24.15
16.50	1.33	15.07	19.86	25.67
17.00	1.37	15.96	21.06	27.24
17.50	1.41	16.87	22.30	28.85
18.00	1.45	17.80	23.57	30.51
18.50	1.49	18.76	24.88	32.22
19.00	1.53	19.74	26.22	33.97
19.50	1.57	20.75	27.59	35.77
20.00	1.61	21.78	29.01	37.62
20.50	1.65	22.83	30.45	39.51
21.00	1.69	23.91	31.93	41.45
21.50	1.74	25.02	33.45	43.44
22.00	1.78	26.15	35.00	45.47
22.50	1.82	27.31	36.59	47.54
23.00	1.86	28.49	38.21	49.67
23.50	1.90	29.69	39.87	51.84
24.00	1.94	30.92	41.56	54.06
24.50	1.98	32.17	43.29	56.32
25.00	2.02	33.45	45.06	58.63
25.50	2.06	34.75	46.85	60.99
26.00	2.10	36.08	48.69	63.39
26.50	2.14	37.43	50.56	65.84
27.00	2.18	38.81	52.46	68.34
27.50	2.22	40.21	54.40	70.88
28.00	2.26	41.64	56.37	73.47
28.50	2.30	43.09	58.38	76.10
29.00	2.34	44.56	60.43	78.78
29.50	2.38	46.06	62.51	81.51
30.00	2.42	47.59	64.62	84.29
30.50	2.46	49.13	66.77	87.11

DUKTUS

Q [l/s]	DN 125			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
31.00	2.50	50.71	68.96	89.97
31.50	2.54	52.31	71.18	92.89
32.00	2.58	53.93	73.43	95.85
32.50	2.62	55.58	75.72	98.85
33.00	2.66	57.25	78.05	101.9
33.50	2.70	58.94	80.41	105.0
34.00	2.74	60.67	82.81	108.2
34.50	2.78	62.41	85.24	111.3
35.00	2.82	64.18	87.70	114.6
35.50	2.87	65.98	90.21	117.9
36.00	2.91	67.80	92.74	121.2
36.50	2.95	69.64	95.31	124.6
37.00	2.99	71.51	97.92	128.0
37.50	3.03	73.40	100.6	131.5
38.00	3.07	75.32	103.2	135.0
38.50	3.11	77.26	106.0	138.6
39.00	3.15	79.23	108.7	142.2
39.50	3.19	81.22	111.5	145.8
40.00	3.23	83.24	114.3	149.5
40.50	3.27	85.28	117.2	153.3
41.00	3.31	87.34	120.0	157.1
41.50	3.35	89.43	123.0	160.9
42.00	3.39	91.55	125.9	164.8
42.50	3.43	93.69	128.9	168.7
43.00	3.47	95.85	131.9	172.7
43.50	3.51	98.04	135.0	176.7
44.00	3.55	100.3	138.1	180.8
44.50	3.59	102.5	141.2	184.9
45.00	3.63	104.8	144.4	189.1
45.50	3.67	107.0	147.6	193.3
46.00	3.71	109.3	150.9	197.6
46.50	3.75	111.7	154.1	201.9
47.00	3.79	114.0	157.4	206.2
47.50	3.83	116.4	160.8	210.6
48.00	3.87	118.8	164.2	215.1
48.50	3.91	121.3	167.6	219.6
49.00	3.95	123.7	171.0	224.1
49.50	4.00	126.2	174.5	228.7

Painehäviötaulukko DN 150

DUKTUS

Q [l/s]	DN 150			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
1.50	0.08	0.076	0.083	0.094
1.75	0.10	0.100	0.109	0.125
2.00	0.11	0.127	0.139	0.161
2.25	0.13	0.156	0.173	0.201
2.50	0.14	0.188	0.210	0.246
2.75	0.15	0.223	0.250	0.295
3.00	0.17	0.260	0.294	0.348
3.25	0.18	0.301	0.341	0.406
3.50	0.20	0.343	0.392	0.468
3.75	0.21	0.389	0.446	0.534
4.00	0.22	0.437	0.503	0.605
4.25	0.24	0.487	0.564	0.680
4.50	0.25	0.540	0.628	0.760
4.75	0.27	0.596	0.695	0.843
5.00	0.28	0.654	0.766	0.932
5.25	0.29	0.715	0.840	1.024
5.50	0.31	0.778	0.917	1.121
5.75	0.32	0.844	0.998	1.222
6.00	0.34	0.912	1.082	1.328
6.25	0.35	0.983	1.170	1.438
6.50	0.36	1.056	1.260	1.552
6.75	0.38	1.131	1.355	1.671
7.00	0.39	1.209	1.452	1.794
7.25	0.40	1.290	1.553	1.922
7.50	0.42	1.373	1.657	2.053
7.75	0.43	1.458	1.764	2.190
8.00	0.45	1.546	1.875	2.330
8.25	0.46	1.637	1.989	2.475
8.50	0.47	1.729	2.107	2.624
8.75	0.49	1.824	2.228	2.778
9.00	0.50	1.922	2.352	2.936
9.25	0.52	2.022	2.479	3.098
9.50	0.53	2.125	2.610	3.265
9.75	0.54	2.229	2.744	3.436
10.00	0.56	2.337	2.882	3.611
10.50	0.59	2.559	3.166	3.975
11.00	0.61	2.790	3.465	4.356
11.50	0.64	3.031	3.776	4.755
12.00	0.67	3.282	4.101	5.171

DUKTUS

Q [l/s]	DN 150			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
12.50	0.70	3.542	4.439	5.604
13.00	0.73	3.812	4.791	6.055
13.50	0.75	4.091	5.155	6.523
14.00	0.78	4.380	5.533	7.009
14.50	0.81	4.678	5.925	7.512
15.00	0.84	4.986	6.329	8.033
15.50	0.87	5.303	6.747	8.571
16.00	0.89	5.630	7.179	9.126
16.50	0.92	5.967	7.623	9.699
17.00	0.95	6.313	8.081	10.29
17.50	0.98	6.668	8.552	10.90
18.00	1.01	7.033	9.037	11.52
18.50	1.03	7.407	9.535	12.17
19.00	1.06	7.791	10.05	12.83
19.50	1.09	8.184	10.57	13.50
20.00	1.12	8.587	11.11	14.20
20.50	1.14	8.999	11.66	14.91
21.00	1.17	9.421	12.22	15.64
21.50	1.20	9.852	12.80	16.39
22.00	1.23	10.29	13.39	17.15
22.50	1.26	10.74	14.00	17.93
23.00	1.28	11.20	14.61	18.73
23.50	1.31	11.67	15.24	19.55
24.00	1.34	12.15	15.89	20.38
24.50	1.37	12.64	16.55	21.24
25.00	1.40	13.13	17.22	22.10
25.50	1.42	13.64	17.90	22.99
26.00	1.45	14.16	18.60	23.89
26.50	1.48	14.68	19.31	24.82
27.00	1.51	15.22	20.03	25.75
27.50	1.54	15.76	20.77	26.71
28.00	1.56	16.31	21.52	27.68
28.50	1.59	16.88	22.28	28.68
29.00	1.62	17.45	23.06	29.68
29.50	1.65	18.03	23.85	30.71
30.00	1.68	18.62	24.65	31.75
30.50	1.70	19.22	25.47	32.81
31.00	1.73	19.83	26.30	33.89
31.50	1.76	20.45	27.14	34.99

Q [l/s]	DN 150			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
32.00	1.79	21.08	28.00	36.10
32.50	1.81	21.72	28.87	37.23
33.00	1.84	22.37	29.75	38.38
33.50	1.87	23.02	30.65	39.54
34.00	1.90	23.69	31.56	40.73
34.50	1.93	24.37	32.49	41.93
35.00	1.95	25.05	33.42	43.15
35.50	1.98	25.75	34.37	44.38
36.00	2.01	26.45	35.33	45.63
36.50	2.04	27.16	36.31	46.90
37.00	2.07	27.89	37.30	48.19
37.50	2.09	28.62	38.30	49.49
38.00	2.12	29.36	39.32	50.82
38.50	2.15	30.11	40.35	52.16
39.00	2.18	30.87	41.39	53.51
39.50	2.21	31.64	42.45	54.89
40.00	2.23	32.42	43.52	56.28
40.50	2.26	33.21	44.60	57.69
41.00	2.29	34.01	45.70	59.12
41.50	2.32	34.82	46.81	60.56
42.00	2.35	35.63	47.93	62.02
42.50	2.37	36.46	49.07	63.50
43.00	2.40	37.29	50.22	65.00
43.50	2.43	38.14	51.38	66.51
44.00	2.46	38.99	52.55	68.04
44.50	2.48	39.86	53.74	69.59
45.00	2.51	40.73	54.95	71.16
45.50	2.54	41.61	56.16	72.74
46.00	2.57	42.50	57.39	74.34
46.50	2.60	43.40	58.63	75.96
47.00	2.62	44.31	59.89	77.59
47.50	2.65	45.23	61.16	79.25
48.00	2.68	46.16	62.44	80.92
48.50	2.71	47.10	63.74	82.61
49.00	2.74	48.05	65.04	84.31
49.50	2.76	49.01	66.37	86.03
50.00	2.79	49.98	67.70	87.78
51.00	2.85	51.94	70.41	91.31

Painehäviötaulukko DN 200

DUKTUS

Q [l/s]	DN 200			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
2.50	0.08	0.045	0.048	0.054
3.00	0.09	0.062	0.067	0.076
3.50	0.11	0.081	0.089	0.102
4.00	0.12	0.103	0.114	0.131
4.50	0.14	0.127	0.141	0.164
5.00	0.15	0.154	0.172	0.200
5.50	0.17	0.183	0.205	0.240
6.00	0.18	0.214	0.241	0.284
6.50	0.20	0.247	0.280	0.331
7.00	0.22	0.282	0.321	0.382
7.50	0.23	0.319	0.366	0.436
8.00	0.25	0.359	0.413	0.494
8.50	0.26	0.401	0.463	0.556
9.00	0.28	0.445	0.516	0.621
10.00	0.31	0.539	0.630	0.762
11.00	0.34	0.642	0.755	0.917
12.00	0.37	0.753	0.892	1.087
13.00	0.40	0.872	1.039	1.271
14.00	0.43	1.000	1.197	1.470
15.00	0.46	1.136	1.367	1.682
16.00	0.49	1.280	1.548	1.909
17.00	0.52	1.432	1.740	2.151
18.00	0.55	1.593	1.942	2.407
19.00	0.58	1.762	2.156	2.677
20.00	0.62	1.938	2.381	2.961
21.00	0.65	2.123	2.618	3.260
22.00	0.68	2.316	2.865	3.573
23.00	0.71	2.517	3.123	3.901
24.00	0.74	2.726	3.392	4.242
25.00	0.77	2.943	3.673	4.598
26.00	0.80	3.168	3.964	4.969
27.00	0.83	3.402	4.267	5.354
28.00	0.86	3.643	4.581	5.753
29.00	0.89	3.892	4.905	6.166
30.00	0.92	4.149	5.241	6.594
31.00	0.95	4.414	5.588	7.036
32.00	0.98	4.688	5.946	7.493
33.00	1.02	4.969	6.315	7.964
34.00	1.05	5.258	6.695	8.449

DUKTUS

Q [l/s]	DN 200			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
35.00	1.08	5.555	7.086	8.948
36.00	1.11	5.860	7.488	9.462
37.00	1.14	6.174	7.901	9.990
38.00	1.17	6.495	8.326	10.53
39.00	1.20	6.824	8.761	11.09
40.00	1.23	7.161	9.208	11.66
41.00	1.26	7.506	9.665	12.25
42.00	1.29	7.859	10.13	12.85
43.00	1.32	8.219	10.61	13.46
44.00	1.35	8.588	11.10	14.09
45.00	1.38	8.965	11.61	14.73
46.00	1.42	9.350	12.12	15.39
47.00	1.45	9.742	12.64	16.06
48.00	1.48	10.14	13.18	16.75
49.00	1.51	10.55	13.72	17.45
50.00	1.54	10.97	14.28	18.16
52.50	1.62	12.04	15.72	20.01
55.00	1.69	13.17	17.23	21.95
57.50	1.77	14.34	18.81	23.98
60.00	1.85	15.57	20.46	26.09
62.50	1.92	16.84	22.18	28.30
65.00	2.00	18.17	23.97	30.60
70.00	2.15	20.96	27.75	35.46
75.00	2.31	23.96	31.80	40.68
80.00	2.46	27.15	36.14	46.26
85.00	2.62	30.54	40.75	52.20
90.00	2.77	34.12	45.64	58.49
95.00	2.92	37.91	50.80	65.15
100.00	3.08	41.89	56.24	72.16
105.00	3.23	46.07	61.96	79.53
110.00	3.39	50.44	67.95	87.26
115.00	3.54	55.02	74.23	95.35
120.00	3.69	59.79	80.77	103.8
125.00	3.85	64.76	87.60	112.6
130.00	4.00	69.93	94.70	121.8
135.00	4.15	75.29	102.1	131.3
140.00	4.31	80.85	109.7	141.2
145.00	4.46	86.61	117.7	151.4

Painehäviötaulukko DN 250

DUKTUS

Q [l/s]	DN 250			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
4.00	0.08	0.035	0.038	0.042
4.50	0.09	0.043	0.047	0.053
5.00	0.10	0.052	0.057	0.064
5.50	0.11	0.062	0.068	0.077
6.00	0.12	0.072	0.079	0.090
6.50	0.13	0.084	0.092	0.105
7.00	0.14	0.095	0.105	0.121
7.50	0.15	0.108	0.120	0.138
8.00	0.16	0.121	0.135	0.156
8.50	0.17	0.135	0.151	0.176
9.00	0.18	0.150	0.168	0.196
10.00	0.20	0.181	0.204	0.240
11.00	0.22	0.215	0.244	0.288
12.00	0.24	0.252	0.288	0.341
13.00	0.26	0.292	0.334	0.398
14.00	0.28	0.334	0.385	0.459
15.00	0.30	0.379	0.438	0.525
16.00	0.31	0.426	0.496	0.596
17.00	0.33	0.476	0.556	0.670
18.00	0.35	0.529	0.620	0.749
19.00	0.37	0.584	0.688	0.833
20.00	0.39	0.642	0.758	0.920
21.00	0.41	0.702	0.833	1.013
22.00	0.43	0.765	0.910	1.109
23.00	0.45	0.831	0.992	1.210
24.00	0.47	0.899	1.076	1.315
25.00	0.49	0.970	1.164	1.425
26.00	0.51	1.043	1.256	1.539
27.00	0.53	1.119	1.350	1.658
28.00	0.55	1.197	1.449	1.781
29.00	0.57	1.278	1.550	1.908
30.00	0.59	1.361	1.655	2.039
31.00	0.61	1.447	1.764	2.176
32.00	0.63	1.536	1.876	2.316
33.00	0.65	1.627	1.991	2.461
34.00	0.67	1.720	2.110	2.610
35.00	0.69	1.816	2.232	2.763
36.00	0.71	1.915	2.357	2.921
37.00	0.73	2.016	2.486	3.084

DUKTUS

Q [l/s]	DN 250			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
38.00	0.75	2.119	2.619	3.250
39.00	0.77	2.225	2.754	3.421
40.00	0.79	2.334	2.894	3.597
41.00	0.81	2.445	3.036	3.777
42.00	0.83	2.558	3.182	3.961
43.00	0.85	2.674	3.332	4.150
44.00	0.87	2.792	3.484	4.343
45.00	0.89	2.913	3.641	4.540
46.00	0.90	3.037	3.800	4.742
47.00	0.92	3.163	3.963	4.948
48.00	0.94	3.291	4.130	5.158
49.00	0.96	3.422	4.300	5.373
50.00	0.98	3.556	4.473	5.592
52.50	1.03	3.900	4.921	6.160
55.00	1.08	4.260	5.391	6.755
57.50	1.13	4.635	5.882	7.377
60.00	1.18	5.026	6.394	8.026
62.50	1.23	5.433	6.927	8.703
65.00	1.28	5.854	7.482	9.408
70.00	1.38	6.745	8.655	10.90
75.00	1.48	7.696	9.914	12.50
80.00	1.57	8.710	11.26	14.21
85.00	1.67	9.785	12.69	16.03
90.00	1.77	10.92	14.20	17.96
95.00	1.87	12.12	15.80	20.00
100.00	1.97	13.38	17.49	22.14
105.00	2.07	14.70	19.26	24.40
110.00	2.16	16.09	21.11	26.77
115.00	2.26	17.53	23.05	29.25
120.00	2.36	19.04	25.08	31.83
125.00	2.46	20.60	27.19	34.53
130.00	2.56	22.23	29.39	37.33
135.00	2.66	23.92	31.67	40.25
140.00	2.75	25.68	34.03	43.27
145.00	2.85	27.49	36.49	46.41
150.00	2.95	29.36	39.02	49.65
155.00	3.05	31.30	41.65	53.01
160.00	3.15	33.30	44.35	56.47

Painehäviötaulukko DN 300

DUKTUS

Q [l/s]	DN 300			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
6.00	0.08	0.030	0.032	0.036
7.00	0.10	0.039	0.043	0.048
8.00	0.11	0.050	0.054	0.061
9.00	0.12	0.062	0.067	0.077
10.00	0.14	0.075	0.082	0.094
11.00	0.15	0.089	0.098	0.113
12.00	0.16	0.104	0.115	0.133
13.00	0.18	0.120	0.133	0.155
14.00	0.19	0.137	0.153	0.179
15.00	0.20	0.155	0.174	0.204
16.00	0.22	0.174	0.197	0.231
17.00	0.23	0.194	0.220	0.260
18.00	0.25	0.216	0.246	0.290
19.00	0.26	0.238	0.272	0.322
20.00	0.27	0.261	0.300	0.356
22.00	0.30	0.311	0.359	0.428
24.00	0.33	0.365	0.424	0.507
26.00	0.35	0.423	0.493	0.593
28.00	0.38	0.485	0.568	0.685
30.00	0.41	0.551	0.649	0.784
32.00	0.44	0.620	0.734	0.889
34.00	0.46	0.694	0.825	1.002
36.00	0.49	0.772	0.921	1.121
38.00	0.52	0.853	1.022	1.246
40.00	0.55	0.939	1.128	1.378
42.00	0.57	1.028	1.240	1.517
44.00	0.60	1.121	1.357	1.663
46.00	0.63	1.218	1.479	1.815
48.00	0.65	1.319	1.606	1.974
50.00	0.68	1.424	1.738	2.139
52.50	0.72	1.561	1.911	2.355
55.00	0.75	1.703	2.092	2.582
57.50	0.78	1.852	2.281	2.819
60.00	0.82	2.006	2.479	3.066
62.50	0.85	2.167	2.684	3.324
65.00	0.89	2.333	2.898	3.592
70.00	0.95	2.684	3.349	4.159
75.00	1.02	3.059	3.833	4.768
80.00	1.09	3.458	4.350	5.418

Q [l/s]	DN 300			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
85	1.16	3.880	4.899	6.110
90	1.23	4.327	5.481	6.844
95	1.30	4.797	6.095	7.619
100	1.36	5.291	6.741	8.435
105	1.43	5.808	7.421	9.294
110	1.50	6.350	8.132	10.19
115	1.57	6.915	8.877	11.13
120	1.64	7.504	9.654	12.12
125	1.70	8.116	10.46	13.14
130	1.77	8.752	11.30	14.21
135	1.84	9.412	12.18	15.31
140	1.91	10.10	13.09	16.46
145	1.98	10.80	14.03	17.65
150	2.05	11.53	15.00	18.89
155	2.11	12.29	16.00	20.16
160	2.18	13.07	17.04	21.48
165	2.25	13.87	18.11	22.83
170	2.32	14.69	19.21	24.23
175	2.39	15.54	20.34	25.67
180	2.45	16.41	21.51	27.15
185	2.52	17.31	22.71	28.67
190	2.59	18.23	23.94	30.24
195	2.66	19.17	25.21	31.84
200	2.73	20.14	26.51	33.49
205	2.79	21.13	27.84	35.18
210	2.86	22.15	29.20	36.91
215	2.93	23.18	30.59	38.68
220	3.00	24.25	32.02	40.50
225	3.07	25.33	33.48	42.35
230	3.14	26.44	34.97	44.25
235	3.20	27.57	36.50	46.19
240	3.27	28.73	38.05	48.17
245	3.34	29.91	39.64	50.19
250	3.41	31.11	41.27	52.25
255	3.48	32.34	42.92	54.36
260	3.54	33.59	44.61	56.50
265	3.61	34.86	46.33	58.69
270	3.68	36.16	48.08	60.92

Painehäviötaulukko DN 400

DUKTUS

Q [l/s]	DN 400			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
9.00	0.07	0.016	0.017	0.019
10.00	0.08	0.020	0.021	0.023
12.50	0.10	0.029	0.032	0.035
15.00	0.12	0.041	0.044	0.050
17.50	0.14	0.054	0.059	0.067
20.00	0.16	0.068	0.075	0.086
25.00	0.20	0.102	0.114	0.132
30.00	0.24	0.142	0.161	0.188
35.00	0.27	0.189	0.215	0.253
40.00	0.31	0.241	0.277	0.328
45.00	0.35	0.300	0.347	0.413
50.00	0.39	0.364	0.424	0.508
55.00	0.43	0.434	0.509	0.612
60.00	0.47	0.510	0.602	0.726
65.00	0.51	0.592	0.703	0.849
70.00	0.55	0.679	0.811	0.982
75.00	0.59	0.773	0.926	1.125
80.00	0.63	0.872	1.050	1.277
85.00	0.67	0.977	1.181	1.440
90.00	0.71	1.088	1.319	1.611
95.00	0.75	1.204	1.466	1.793
100.00	0.78	1.326	1.620	1.984
105.00	0.82	1.454	1.781	2.185
110.00	0.86	1.587	1.950	2.395
115.00	0.90	1.726	2.127	2.615
120.00	0.94	1.871	2.312	2.845
125.00	0.98	2.022	2.504	3.085
130.00	1.02	2.178	2.704	3.334
135.00	1.06	2.339	2.911	3.593
140.00	1.10	2.507	3.126	3.861
145.00	1.14	2.680	3.349	4.140
150.00	1.18	2.859	3.579	4.427
155.00	1.22	3.043	3.817	4.725
160.00	1.26	3.233	4.063	5.032
165.00	1.29	3.429	4.316	5.349
170.00	1.33	3.630	4.577	5.675
175.00	1.37	3.837	4.846	6.012
180.00	1.41	4.050	5.122	6.358
185.00	1.45	4.268	5.406	6.713

Q [l/s]	DN 400			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
190	1.49	4.492	5.697	7.078
195	1.53	4.721	5.996	7.453
200	1.57	4.956	6.303	7.838
205	1.61	5.197	6.617	8.232
210	1.65	5.443	6.939	8.636
215	1.69	5.695	7.269	9.049
220	1.73	5.953	7.606	9.473
225	1.77	6.216	7.951	9.905
230	1.80	6.484	8.303	10.35
235	1.84	6.759	8.664	10.80
240	1.88	7.039	9.031	11.26
245	1.92	7.324	9.407	11.73
250	1.96	7.616	9.790	12.21
260	2.04	8.215	10.58	13.21
270	2.12	8.837	11.40	14.24
280	2.20	9.481	12.25	15.31
290	2.28	10.15	13.13	16.41
300	2.35	10.84	14.04	17.56
310	2.43	11.55	14.98	18.74
320	2.51	12.28	15.95	19.97
330	2.59	13.04	16.96	21.23
340	2.67	13.82	17.99	22.53
350	2.75	14.62	19.05	23.87
360	2.83	15.44	20.15	25.25
370	2.90	16.29	21.27	26.67
380	2.98	17.15	22.43	28.12
390	3.06	18.05	23.62	29.62
400	3.14	18.96	24.83	31.15
410	3.22	19.89	26.08	32.72
420	3.30	20.85	27.36	34.33
430	3.37	21.83	28.67	35.98
440	3.45	22.83	30.00	37.67
450	3.53	23.86	31.37	39.39
460	3.61	24.91	32.77	41.16
470	3.69	25.98	34.20	42.96
480	3.77	27.07	35.67	44.80
490	3.85	28.18	37.16	46.69
500	3.92	29.32	38.68	48.61

Painehäviötaulukko DN 500

DUKTUS

Q [l/s]	DN 500			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
15.00	0.08	0.014	0.015	0.016
17.50	0.09	0.018	0.019	0.022
20.00	0.10	0.023	0.025	0.028
25.00	0.13	0.035	0.037	0.042
30.00	0.15	0.048	0.052	0.060
35.00	0.18	0.063	0.070	0.080
40.00	0.20	0.081	0.090	0.104
45.00	0.23	0.100	0.112	0.130
50.00	0.25	0.121	0.137	0.160
55.00	0.28	0.145	0.164	0.192
60.00	0.30	0.170	0.193	0.227
65.00	0.33	0.197	0.225	0.266
70.00	0.35	0.225	0.259	0.307
75.00	0.38	0.256	0.296	0.351
80.00	0.40	0.288	0.335	0.398
85.00	0.43	0.323	0.376	0.449
90.00	0.45	0.359	0.420	0.502
95.00	0.48	0.397	0.466	0.558
100.00	0.50	0.436	0.514	0.617
105.00	0.53	0.478	0.565	0.679
110.00	0.55	0.521	0.618	0.744
115.00	0.58	0.566	0.674	0.812
120.00	0.60	0.613	0.732	0.883
125.00	0.63	0.662	0.792	0.957
130.00	0.65	0.713	0.854	1.034
135.00	0.68	0.765	0.919	1.114
140.00	0.70	0.819	0.987	1.197
145.00	0.73	0.875	1.056	1.283
150.00	0.75	0.932	1.128	1.372
155.00	0.78	0.992	1.203	1.463
160.00	0.80	1.053	1.280	1.558
165.00	0.83	1.116	1.359	1.656
170.00	0.85	1.181	1.440	1.757
175.00	0.88	1.247	1.524	1.860
180.00	0.90	1.316	1.610	1.967
185.00	0.93	1.386	1.699	2.076
190.00	0.95	1.457	1.790	2.189
195.00	0.98	1.531	1.883	2.304
200.00	1.00	1.606	1.979	2.423

Q [l/s]	DN 500			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
205	1.03	1.683	2.077	2.544
210	1.05	1.762	2.177	2.669
215	1.08	1.843	2.280	2.796
220	1.10	1.925	2.385	2.927
225	1.13	2.009	2.492	3.060
230	1.15	2.095	2.602	3.196
235	1.18	2.183	2.714	3.335
240	1.20	2.272	2.829	3.478
245	1.23	2.364	2.946	3.623
250	1.25	2.457	3.065	3.771
260	1.30	2.648	3.311	4.076
270	1.35	2.846	3.566	4.393
280	1.40	3.051	3.830	4.722
290	1.45	3.263	4.104	5.063
300	1.50	3.482	4.387	5.416
310	1.55	3.709	4.680	5.780
320	1.60	3.942	4.982	6.157
330	1.65	4.182	5.294	6.545
340	1.70	4.429	5.615	6.945
350	1.75	4.683	5.945	7.358
360	1.80	4.945	6.285	7.782
370	1.85	5.213	6.635	8.217
380	1.90	5.488	6.994	8.665
390	1.95	5.770	7.362	9.125
400	2.00	6.059	7.740	9.596
410	2.06	6.355	8.127	10.08
420	2.11	6.659	8.523	10.57
430	2.16	6.969	8.929	11.08
440	2.21	7.286	9.345	11.60
450	2.26	7.610	9.770	12.13
460	2.31	7.941	10.20	12.67
470	2.36	8.279	10.65	13.23
480	2.41	8.624	11.10	13.79
490	2.46	8.976	11.56	14.37
500	2.51	9.335	12.04	14.96
525	2.63	10.26	13.26	16.49
550	2.76	11.23	14.54	18.09
575	2.88	12.25	15.88	19.77
600	3.01	13.31	17.28	21.52

Painehäviötaulukko DN 600

DUKTUS

Q [l/s]	DN 600			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
25	0.09	0.014	0.015	0.017
30	0.10	0.020	0.021	0.024
35	0.12	0.026	0.028	0.032
40	0.14	0.033	0.036	0.041
45	0.16	0.041	0.045	0.051
50	0.17	0.050	0.055	0.063
55	0.19	0.059	0.066	0.075
60	0.21	0.069	0.077	0.089
65	0.23	0.080	0.090	0.104
70	0.24	0.092	0.103	0.120
75	0.26	0.104	0.118	0.137
80	0.28	0.118	0.133	0.155
85	0.30	0.131	0.149	0.174
90	0.31	0.146	0.166	0.195
95	0.33	0.161	0.184	0.216
100	0.35	0.177	0.203	0.239
110	0.38	0.212	0.244	0.288
120	0.42	0.249	0.288	0.342
130	0.45	0.288	0.336	0.400
140	0.49	0.331	0.388	0.462
150	0.52	0.376	0.443	0.529
160	0.56	0.425	0.501	0.601
170	0.59	0.476	0.564	0.677
180	0.63	0.529	0.630	0.758
190	0.66	0.586	0.700	0.843
200	0.70	0.645	0.773	0.933
210	0.73	0.707	0.850	1.027
220	0.76	0.772	0.930	1.126
230	0.80	0.840	1.015	1.229
240	0.83	0.910	1.102	1.337
250	0.87	0.983	1.194	1.450
260	0.90	1.059	1.289	1.567
270	0.94	1.137	1.388	1.688
280	0.97	1.218	1.490	1.814
290	1.01	1.302	1.596	1.945
300	1.04	1.389	1.705	2.080
310	1.08	1.478	1.819	2.219
320	1.11	1.570	1.935	2.363
330	1.15	1.665	2.056	2.512

Q [l/s]	DN 600			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
340	1.18	1.763	2.180	2.665
350	1.22	1.863	2.308	2.823
360	1.25	1.966	2.439	2.985
370	1.29	2.071	2.574	3.152
380	1.32	2.180	2.712	3.324
390	1.36	2.291	2.854	3.499
400	1.39	2.405	3.000	3.680
410	1.43	2.521	3.150	3.865
420	1.46	2.640	3.303	4.054
430	1.49	2.762	3.459	4.248
440	1.53	2.887	3.620	4.447
450	1.56	3.014	3.783	4.650
460	1.60	3.144	3.951	4.857
470	1.63	3.277	4.122	5.070
480	1.67	3.412	4.297	5.286
490	1.70	3.550	4.475	5.507
500	1.74	3.691	4.657	5.733
520	1.81	3.981	5.032	6.198
540	1.88	4.282	5.422	6.681
560	1.95	4.593	5.825	7.183
580	2.02	4.915	6.244	7.702
600	2.09	5.248	6.676	8.240
625	2.17	5.679	7.238	8.937
650	2.26	6.127	7.822	9.663
675	2.35	6.592	8.429	10.42
700	2.43	7.074	9.058	11.20
725	2.52	7.573	9.710	12.01
750	2.61	8.089	10.38	12.85
775	2.69	8.621	11.08	13.72
800	2.78	9.170	11.80	14.61
825	2.87	9.736	12.54	15.54
850	2.95	10.32	13.31	16.49
875	3.04	10.92	14.10	17.47
900	3.13	11.54	14.91	18.48
925	3.22	12.17	15.74	19.52
950	3.30	12.82	16.60	20.58
975	3.39	13.49	17.47	21.68
1000	3.48	14.17	18.37	22.80
1050	3.65	15.59	20.24	25.13

Painehäviötaulukko DN 700

DUKTUS

Q [l/s]	DN 700			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
30	0.08	0.010	0.010	0.011
35	0.09	0.013	0.013	0.015
40	0.10	0.016	0.017	0.019
45	0.12	0.020	0.021	0.024
50	0.13	0.024	0.026	0.029
55	0.14	0.028	0.031	0.035
60	0.15	0.033	0.036	0.041
65	0.17	0.038	0.042	0.048
70	0.18	0.044	0.048	0.055
75	0.19	0.050	0.055	0.063
80	0.21	0.056	0.062	0.071
85	0.22	0.063	0.070	0.080
90	0.23	0.070	0.077	0.089
95	0.24	0.077	0.086	0.099
100	0.26	0.084	0.095	0.110
110	0.28	0.101	0.113	0.132
120	0.31	0.118	0.134	0.156
130	0.33	0.137	0.156	0.182
140	0.36	0.157	0.179	0.211
150	0.38	0.178	0.205	0.241
160	0.41	0.201	0.232	0.274
170	0.44	0.225	0.260	0.308
180	0.46	0.250	0.291	0.345
190	0.49	0.277	0.323	0.383
200	0.51	0.304	0.356	0.424
210	0.54	0.333	0.391	0.467
220	0.56	0.364	0.428	0.511
230	0.59	0.395	0.467	0.558
240	0.62	0.428	0.507	0.607
250	0.64	0.462	0.549	0.658
260	0.67	0.497	0.592	0.711
270	0.69	0.534	0.637	0.766
280	0.72	0.572	0.684	0.822
290	0.74	0.611	0.732	0.881
300	0.77	0.651	0.782	0.943
310	0.80	0.693	0.834	1.006
320	0.82	0.736	0.887	1.071
330	0.85	0.780	0.942	1.138
340	0.87	0.825	0.998	1.207

Q [l/s]	DN 700			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
350	0.90	0.871	1.056	1.278
360	0.92	0.919	1.116	1.352
370	0.95	0.968	1.177	1.427
380	0.98	1.019	1.241	1.504
390	1.00	1.070	1.305	1.584
400	1.03	1.123	1.372	1.665
410	1.05	1.177	1.440	1.749
420	1.08	1.232	1.509	1.834
430	1.10	1.288	1.580	1.922
440	1.13	1.346	1.653	2.011
450	1.15	1.405	1.728	2.103
460	1.18	1.465	1.804	2.197
470	1.21	1.527	1.882	2.293
480	1.23	1.589	1.961	2.390
490	1.26	1.653	2.042	2.490
500	1.28	1.718	2.125	2.592
520	1.33	1.852	2.295	2.802
540	1.39	1.991	2.472	3.020
560	1.44	2.134	2.656	3.246
580	1.49	2.283	2.846	3.480
600	1.54	2.437	3.042	3.723
625	1.60	2.635	3.297	4.037
650	1.67	2.842	3.562	4.365
675	1.73	3.056	3.838	4.705
700	1.80	3.278	4.123	5.058
725	1.86	3.507	4.419	5.423
750	1.92	3.745	4.725	5.802
775	1.99	3.989	5.042	6.193
800	2.05	4.242	5.368	6.597
825	2.12	4.502	5.705	7.014
850	2.18	4.770	6.052	7.443
875	2.25	5.045	6.409	7.885
900	2.31	5.329	6.777	8.340
925	2.37	5.619	7.154	8.808
950	2.44	5.918	7.542	9.288
975	2.50	6.224	7.941	9.781
1000	2.57	6.538	8.349	10.29
1050	2.69	7.188	9.197	11.34
1100	2.82	7.869	10.09	12.44

Painehäviötaulukko DN 800

DUKTUS

Q [l/s]	DN 800			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
40	0.08	0.008	0.009	0.010
50	0.10	0.012	0.013	0.015
60	0.12	0.017	0.019	0.021
70	0.14	0.023	0.025	0.028
80	0.16	0.029	0.032	0.036
90	0.18	0.036	0.039	0.045
100	0.20	0.044	0.048	0.055
110	0.22	0.052	0.057	0.066
120	0.23	0.061	0.068	0.078
130	0.25	0.071	0.079	0.091
140	0.27	0.081	0.091	0.105
150	0.29	0.092	0.103	0.120
160	0.31	0.103	0.117	0.136
170	0.33	0.116	0.131	0.153
180	0.35	0.128	0.146	0.171
190	0.37	0.142	0.162	0.190
200	0.39	0.156	0.179	0.210
210	0.41	0.171	0.197	0.231
220	0.43	0.186	0.215	0.253
230	0.45	0.202	0.234	0.277
240	0.47	0.219	0.254	0.301
250	0.49	0.236	0.275	0.326
260	0.51	0.254	0.297	0.352
270	0.53	0.273	0.319	0.379
280	0.55	0.292	0.342	0.407
290	0.57	0.312	0.366	0.436
300	0.59	0.332	0.391	0.466
310	0.61	0.354	0.417	0.497
320	0.63	0.375	0.443	0.529
330	0.65	0.398	0.471	0.562
340	0.67	0.421	0.499	0.597
350	0.68	0.444	0.528	0.632
375	0.73	0.506	0.603	0.724
400	0.78	0.571	0.684	0.822
425	0.83	0.641	0.770	0.927
450	0.88	0.714	0.861	1.038
475	0.93	0.791	0.957	1.155
500	0.98	0.872	1.058	1.278
525	1.03	0.956	1.164	1.408

Q [l/s]	DN 800			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
550	1.08	1.045	1.275	1.544
575	1.13	1.137	1.391	1.686
600	1.17	1.233	1.512	1.835
625	1.22	1.333	1.638	1.990
650	1.27	1.437	1.770	2.151
675	1.32	1.544	1.906	2.318
700	1.37	1.656	2.047	2.491
725	1.42	1.771	2.194	2.671
750	1.47	1.890	2.345	2.857
775	1.52	2.013	2.502	3.050
800	1.57	2.139	2.663	3.248
825	1.61	2.270	2.830	3.453
850	1.66	2.404	3.001	3.664
875	1.71	2.542	3.178	3.881
900	1.76	2.684	3.359	4.105
925	1.81	2.829	3.546	4.335
950	1.86	2.979	3.738	4.571
975	1.91	3.132	3.935	4.814
1000	1.96	3.289	4.137	5.062
1050	2.05	3.614	4.555	5.578
1100	2.15	3.954	4.994	6.120
1150	2.25	4.310	5.453	6.686
1200	2.35	4.680	5.933	7.277
1250	2.45	5.066	6.432	7.893
1300	2.54	5.467	6.952	8.535
1350	2.64	5.883	7.492	9.201
1400	2.74	6.315	8.052	9.893
1450	2.84	6.761	8.632	10.61
1500	2.94	7.222	9.232	11.35
1550	3.03	7.699	9.852	12.12
1600	3.13	8.191	10.49	12.91
1650	3.23	8.698	11.15	13.73
1700	3.33	9.220	11.83	14.57
1750	3.42	9.757	12.54	15.43
1800	3.52	10.31	13.26	16.33
1850	3.62	10.88	14.00	17.24
1900	3.72	11.46	14.76	18.18
1950	3.82	12.06	15.54	19.15
2000	3.91	12.67	16.34	20.14

Painehäviötaulukko DN 900

DUKTUS

Q [l/s]	DN 900			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
50	0.08	0.007	0.007	0.008
60	0.09	0.010	0.010	0.011
70	0.11	0.013	0.014	0.015
80	0.12	0.016	0.018	0.020
90	0.14	0.020	0.022	0.025
100	0.15	0.025	0.027	0.030
110	0.17	0.029	0.032	0.036
120	0.19	0.034	0.038	0.043
130	0.20	0.040	0.044	0.050
140	0.22	0.045	0.050	0.057
150	0.23	0.052	0.057	0.065
160	0.25	0.058	0.065	0.074
170	0.26	0.065	0.072	0.083
180	0.28	0.072	0.081	0.093
190	0.29	0.080	0.089	0.104
200	0.31	0.087	0.099	0.114
210	0.32	0.096	0.108	0.126
220	0.34	0.104	0.118	0.138
230	0.36	0.113	0.129	0.150
240	0.37	0.123	0.140	0.163
250	0.39	0.132	0.151	0.177
260	0.40	0.142	0.163	0.191
270	0.42	0.152	0.175	0.206
280	0.43	0.163	0.188	0.221
290	0.45	0.174	0.201	0.236
300	0.46	0.185	0.214	0.253
310	0.48	0.197	0.228	0.270
320	0.49	0.209	0.243	0.287
330	0.51	0.222	0.258	0.305
340	0.53	0.234	0.273	0.323
350	0.54	0.247	0.289	0.342
375	0.58	0.281	0.330	0.392
400	0.62	0.318	0.374	0.445
425	0.66	0.356	0.421	0.501
450	0.70	0.396	0.470	0.561
475	0.73	0.439	0.522	0.624
500	0.77	0.484	0.577	0.691
525	0.81	0.530	0.634	0.761
550	0.85	0.579	0.695	0.834

DUKTUS

Q [l/s]	DN 900			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
575	0.89	0.630	0.758	0.911
600	0.93	0.683	0.824	0.991
625	0.97	0.738	0.892	1.074
650	1.00	0.795	0.963	1.161
675	1.04	0.854	1.037	1.251
700	1.08	0.915	1.114	1.345
725	1.12	0.979	1.193	1.442
750	1.16	1.044	1.275	1.542
775	1.20	1.111	1.360	1.646
800	1.24	1.181	1.447	1.753
825	1.27	1.252	1.538	1.863
850	1.31	1.326	1.630	1.977
875	1.35	1.402	1.726	2.094
900	1.39	1.479	1.825	2.214
925	1.43	1.559	1.926	2.338
950	1.47	1.641	2.029	2.465
975	1.51	1.725	2.136	2.596
1000	1.55	1.811	2.245	2.730
1050	1.62	1.989	2.472	3.008
1100	1.70	2.175	2.709	3.299
1150	1.78	2.370	2.958	3.604
1200	1.85	2.572	3.217	3.922
1250	1.93	2.783	3.487	4.254
1300	2.01	3.003	3.768	4.600
1350	2.09	3.230	4.060	4.958
1400	2.16	3.466	4.363	5.331
1450	2.24	3.709	4.677	5.716
1500	2.32	3.961	5.001	6.115
1550	2.39	4.221	5.337	6.528
1600	2.47	4.490	5.683	6.954
1650	2.55	4.766	6.040	7.394
1700	2.63	5.051	6.409	7.847
1750	2.70	5.344	6.787	8.313
1800	2.78	5.645	7.177	8.793
1850	2.86	5.954	7.578	9.287
1900	2.94	6.272	7.990	9.794
1950	3.01	6.598	8.412	10.31
2000	3.09	6.931	8.845	10.85
2050	3.17	7.274	9.290	11.40

Painehäviötaulukko DN 1000

DUKTUS

Q [l/s]	DN 1000			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
60	0.08	0.006	0.006	0.007
70	0.09	0.008	0.008	0.009
80	0.10	0.010	0.010	0.012
90	0.11	0.012	0.013	0.014
100	0.13	0.015	0.016	0.018
110	0.14	0.018	0.019	0.021
120	0.15	0.021	0.022	0.025
130	0.16	0.024	0.026	0.029
140	0.18	0.027	0.030	0.033
150	0.19	0.031	0.034	0.038
160	0.20	0.035	0.038	0.043
170	0.21	0.039	0.043	0.049
180	0.23	0.043	0.047	0.054
190	0.24	0.047	0.053	0.060
200	0.25	0.052	0.058	0.067
210	0.26	0.057	0.064	0.073
220	0.28	0.062	0.069	0.080
230	0.29	0.067	0.076	0.087
240	0.30	0.073	0.082	0.095
250	0.31	0.079	0.089	0.103
260	0.33	0.085	0.095	0.111
270	0.34	0.091	0.103	0.119
280	0.35	0.097	0.110	0.128
290	0.36	0.104	0.118	0.137
300	0.38	0.110	0.126	0.146
325	0.41	0.128	0.146	0.171
350	0.44	0.147	0.169	0.198
375	0.47	0.167	0.193	0.227
400	0.50	0.188	0.218	0.257
425	0.53	0.211	0.245	0.290
450	0.56	0.235	0.274	0.324
475	0.59	0.260	0.304	0.361
500	0.63	0.286	0.336	0.399
525	0.66	0.314	0.370	0.440
550	0.69	0.342	0.405	0.482
575	0.72	0.372	0.441	0.526
600	0.75	0.403	0.479	0.572
625	0.78	0.436	0.519	0.620
650	0.81	0.469	0.560	0.670

DUKTUS

Q [l/s]	DN 1000			
	v [m/s]	k_i=0.1 J [m/km]	k_i=0.4 J [m/km]	k_i=1.0 J [m/km]
675	0.84	0.504	0.603	0.722
700	0.88	0.540	0.647	0.776
725	0.91	0.577	0.693	0.832
750	0.94	0.615	0.741	0.889
775	0.97	0.655	0.790	0.949
800	1.00	0.696	0.840	1.011
825	1.03	0.738	0.893	1.074
850	1.06	0.781	0.946	1.140
875	1.09	0.825	1.002	1.207
900	1.13	0.870	1.059	1.276
925	1.16	0.917	1.117	1.348
950	1.19	0.965	1.177	1.421
1000	1.25	1.064	1.302	1.573
1050	1.31	1.169	1.433	1.733
1100	1.38	1.278	1.570	1.901
1150	1.44	1.391	1.714	2.076
1200	1.50	1.510	1.864	2.259
1250	1.56	1.633	2.020	2.450
1300	1.63	1.761	2.182	2.649
1350	1.69	1.893	2.351	2.855
1400	1.75	2.031	2.526	3.069
1450	1.81	2.173	2.707	3.291
1500	1.88	2.320	2.894	3.520
1550	1.94	2.472	3.088	3.758
1600	2.00	2.628	3.288	4.003
1650	2.06	2.789	3.494	4.255
1700	2.13	2.955	3.707	4.516
1750	2.19	3.126	3.926	4.784
1800	2.25	3.301	4.151	5.060
1850	2.31	3.481	4.382	5.344
1900	2.38	3.666	4.619	5.635
1950	2.44	3.855	4.863	5.935
2000	2.50	4.050	5.113	6.242
2050	2.56	4.249	5.370	6.556
2100	2.63	4.453	5.632	6.879
2150	2.69	4.661	5.901	7.209
2200	2.75	4.874	6.176	7.547
2250	2.81	5.092	6.458	7.892
2300	2.88	5.315	6.745	8.246

DUKTUS

Katkaistavaksi soveltuvuus - yleistä

Periaatteessa keskipakovaletut muhviputket DN 300 asti ovat aina katkaisuun sopivia. DN 350:sta alkaen katkaistavissa olevat muhviputket on tehtaalla nimenomaisesti merkitty sellaisiksi. Katso seuraavat kaksi osaa.

Muhviputkia > DN 300, joita ei ole merkitty katkaistavaksi kelpaaviksi, ja F- ja FF-laipalliset putkia, jotka on valmistettu putkituubeista (tunnistettavissa sementtilaastivuorauksesta) koskien, on ennen katkaisua tärkeää tarkistaa sopivatko ne katkaistaviksi. Valettua F- ja FF-laipallista putkia (epoksi sisä- ja ulkopuolella) ei saa käyttää katkaistavina putkina.

Muhviputket ja laippaputket soveltuvat katkaisuun, jos putken ulkohalkaisija katkaistavassa kohdassa on seuraavan taulukon sallituissa toleransseissa:

DN	Da	Da_{max}	Da_{min}	U_{nenn}	U_{max}	U_{min}
80	98 $^{+1}_{-2,7}$	99	95,3	307,9	311,0	299,4
100	118 $^{+1}_{-2,8}$	119	115,2	370,7	373,8	361,9
125	144 $^{+1}_{-2,8}$	145	141,2	452,4	455,5	443,6
150	170 $^{+1}_{-2,9}$	171	167,1	534,1	537,2	525,0
200	222 $^{+1}_{-3,0}$	223	219,0	697,4	700,6	688,0
250	274 $^{+1}_{-3,1}$	275	270,9	860,8	863,9	851,1
300	326 $^{+1}_{-3,3}$	327	322,7	1.024,2	1.027,3	1.013,8
400	429 $^{+1}_{-3,5}$	430	425,5	1.347,7	1.350,9	1.336,7
500	532 $^{+1}_{-3,8}$	533	528,2	1.671,3	1.674,5	1.659,4
600	635 $^{+1}_{-4,0}$	636	631,0	1.994,9	1.998,1	1.982,3
700	738 $^{+1}_{-4,3}$	739	733,7	2.318,5	2.321,6	2.305,0
800	842 $^{+1}_{-4,5}$	843	837,5	2.645,2	2.648,4	2.631,1
900	945 $^{+1}_{-4,8}$	946	940,2	2.968,8	2.971,9	2.953,7
1000	1.048 $^{+1}_{-5,0}$	1.049	1.043,0	3.292,4	3.295,5	3.276,7

Da = ulkohalkaisija; U = ympärysmitta

Lisäksi ovaalius putken päässä ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- 1 % DN 250 - DN 600
- 2 % DN 600 - DN 1000

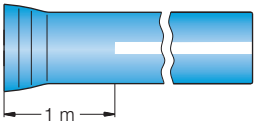
esim.: ovaalisuus = $100 \cdot \left(\frac{738,5 - 735}{738,5 + 735} \right) = 0,24\%$

Ovaaliuden laskeminen

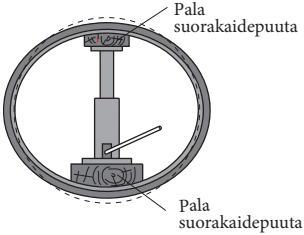
ovaalisuus: $100 \cdot \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$

A_1 = pisin läpimitta milimetreissä
A_2 = lyhin läpimitta millimetreissä

Katkaistavaksi soveltuvuus (6 m putket)
DN 300 nimelliskokoon asti putket voidaan leikata putken pään alueelta yli 1 m:n etäisyydellä muhvista kohdista, joissa putken pää voidaan muokata liitoksen muodostamista varten. Nimelliskoon DN 300 yläpuolella voidaan leikata vain putkia, joissa on jatkuva pitkittäinen raita. Tällaiset putket ("Schnittrohre") on tilattava erikseen. Lisätunniste leikattavalle putkelle on "SR", joka on merkitty muhvin päähän.



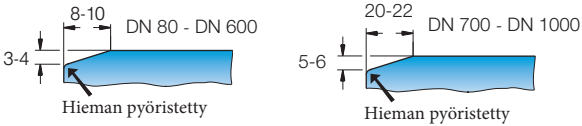
Työkalut
Paras tapa pallografiittivalurautaputkien leikkaamiseen on leikkurit, joissa käytetään hiomalaikkoja ja joilla on useita voimanlähteitä, esim. paineilma, sähkömoottori tai bensiinimoottori. Suosittelemamme leikkuulaikka on piikarbidista valmistettu C 24 RT Spezial -tyyppinen katkaisulevy. Tämä on kiven katkaisulaikka, mutta on osoittautunut onnistuneiksi valinnaksi pallografiikkarautaputkien leikkaamiseen. Suojalaseja ja hengityssuojainta on käytettävä, kun leikkaat putkia, joissa on sementtilaastipinnoite tai vuoraus. Kaikki lastut on poistettava huolellisesti putken sisältä.
Melko isojen nimelliskokojen putkien kohdalla voi tapahtua, että muodostuneet uudet putkenpäät ovat hieman soikeita putkien katkaisun jälkeen. Jos näin tapahtuu, päät tulee pyöristää uudelleen sopivilla laitteilla, jotka asennetaan putken sisä- tai ulkopuolelle, esim. hydrauliset tunkit tai pyöristyspuristimet.
Laitetta ei saa poistaa ennen kuin liitos on kokonaan koottu.



Katkaistujen päiden hionta

Työmaalla lyhennettyjen putkien päät on viistettava hiomalaikalla alkuperäisten putkien päiden mukaisiksi.

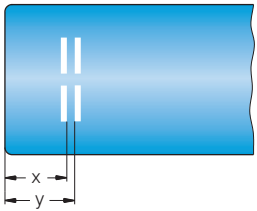
Viiste tulee tehdä seuraavia kaavioita noudattaen.



Maalaa paljas metallipinta uudelleen maalilla, joka vastaa putken ulkoista suojausta. Tähän tarkoitukseen sopii nopeasti kuivuva viimeistelykerros, joka täyttää Saksan elintarvikelain vaatimukset.

Kuivumisen nopeuttamiseksi on suositeltavaa lämmittää ensin kaasuliekillä putkenpäät ja sitten maali, kun se on levitetty.

Kopioi sitten alkuperäisen putken pään viivamerkinnät uuteen putken päähän, joka on leikattu.



Viivamerkintöjen mitat

	DN	80	100	125	150	200	250	300	350
Form A	X	69	73	76	79	85	90	95	95
Standardi muhvi	Y	82	86	89	92	98	103	108	108

	DN	400	500	600	700	800	900	1000
Form A	X	95	105	105	135	145	160	170
Standardi muhvi	Y	108	118	118	148	158	173	183
Form B	X	–	–	–	148	157	167	177
Pitkä muhvi	Y	–	–	–	161	170	180	190

Linjamerkintöjä ei käytetä putkissa, joissa on BLS®-liitokset. Sen tilalle on tehtävä hitsauspalko katkaistaessa tällaisten putkien päitä. Katso BLS®-liitosten asennusohjeet (luku 2) ja hitsauksen tekniset suositukset (luku 9).

Sementtilaastipinnoitettujen putkien leikkaamista koskevia ohjeita sivulta 236 lähtien luvussa 6 on myös noudatettava.

9.9 Tekniset suositukset metallin kaarihitsaukseen [1)]

Soveltuvuus
Hitsaustöitä voidaan tehdä pallografiittivalurautaputkille standardin EN 545 mukaisesti seuraavissa tapauksissa:

- vesiputkissa, joiden sallittu käyttöpaine (PFA) on enintään 16 baaria
- DN 2" pallografiittivalurauta tai teräsliitosten hitsaukseen
- DN 80 - DN 300 koon pallografiittivalurauta tai teräs ulostulojen hitsaukseen
- vuodonhallintalaipat putkien rakentamiseen kiinni rakenteisiin
- hitsauspalkot vetoakestäviin push-in liitoksiin

Nämä suositukset eivät koske hiekkavalettuja liittimiä ja putkia tai harmaavalurautaputkia.

Putkia, joiden seinämän paksuus on alle 4,5 mm, ei saa hitsata!

Prosessi ja elektrodit
Prosessin tulisi olla manuaalinen metallikaarihitsaus käyttämällä nikkelipohjaisia puikkoelektrodeja, mieluiten EN ISO 1071 -standardin mukaisia.

Suositeltavat elektrodityypit ovat esimerkiksi:
Castolin 7330-EC, UTP FN 86, ESAB OK 92.58, Gricast 31 tai 32.

Lähtökohtaisesti seuraavat Saksan hitsausyhdistyksen (DVS) standardit pätevät:

DVS 1502, Osat 1 & 2
DVS 1148

Käytettävien hitsaajien tulee olla pätevyydeltään DVS 1148:n mukaisia.

1) Valmistajaa tulisi kosultoida ennen kuin hitsaukseen ryhdytään ensimmäistä kertaa.

Hitsaustyön valmistelu
Hitsauksen aikana putken seinämän lämpötila ei saa olla alle +20 °C.
Työskentelypaikan tulee olla kuiva.
Hitsattavan alueen tulee olla kirkasta metallia. Poista kaikki liat tai sinkkipinnoitteet viilaamalla tai hiomalla.
Huokosreikien päälle ei tule hitsata. Ne on hiottava kiinteään metalliin asti ja täytettävä hitsatulla metallilla. Liittimet tulee sovittaa putken pään ulkohalkaisijaan siten, että väliin jäävä rako ei ole yli 0,5 mm, jos mahdollista.

Hitsaustyön suorittaminen
Virtatyyppi
Hitsaustöihin voidaan käyttää joko vaihtovirtaa tai tasavirtaa. Noudata elektrodin valmistajan antamia käyttöohjeita.

Hitsausparametrit
Elektrodin valmistajan ilmoittamat virtatasot ja kerrostumisnopeudet tulee ottaa huomioon ohjearvoina.

Esilämmitys
Esilämmitys on yleensä eduksi. Hitsattava alue tulee esilämmittää taulukossa 1 kuvatulla tavalla ennen siltahitsausta ja ennen kuin juurihitsaus tehdään.

Taulukko 1
Olosuhteet pallografiittirautaputkien halkeamattomaan hitsaukseen.

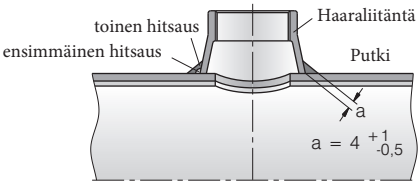
Putkiseinämän paksuus (todellinen)	Vähintään kaksi hitsauskertaa (mukaalukien liitokset)		
	Ei täytetty vedellä*)		Täytetty vedellä
	Ei sementtilaastivuorausta	Sementtilaastivuoraus	Sementtilaastivuorattu
≥ 4,7 ... 6 mm	20 °C:ssa	20 °C:ssa	Ei sallittu
6 ... 10 mm	20 °C:ssa	20 °C:ssa	20 °C:ssa **)
10 ... 12 mm	Esilämmitys 150 °C	20 °C:ssa	20 °C:ssa **)
>12 mm	Esilämmitys 150 °C	Esilämmitys 150 °C	Esilämmitys 150 °C

*) Koskee myös osittain täytettyjä putkia, kun hitsausalueet ovat pohjaveden yläpuolella
**) Esilämmitys on suositeltavaa, kun putken seinämän lämpötila on alle 20 °C

Kiinnehitsaus
Kiinnitä hitsattavat osat paikoilleen sopivilla kiinnityslaitteilla. Ne on hitsattava vähintään kahdesta kohdasta. Kiinnityssaumojen kulmien tulee olla mahdollisimman matalat, jotta niiden päältä voidaan hitsata; tämä voidaan saavuttaa hiomalla niitä tarvittaessa. Tarkista hitsaussaumat varmistaaksesi, että niissä ei ole halkeamia. Kaikki hitsausten halkeamat on hiottava.

Hitsaus
Kaikki hitsit on tehtävä mahdollisimman pitkälle yhdellä kertaa. Hitsaustyön keskeytyksiä tulee välttää. Varmista, että esilämmityslämpötila on pysynyt hitsauksen aikana. Jos hitsaustyössä on keskeytyksiä, esilämmitä uudelleen taulukon 1 mukaisesti ennen kuin jatkat hitsausta.

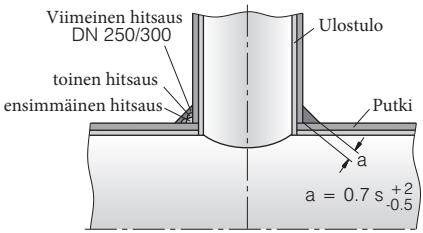
DN 2” pallografiittivalurauta tai teräs haaraliitosten hitsaus
Haaraliitännät toimitetaan hitsausvalmiina ja ne voidaan hitsata pintahitsauksilla, kun hitsausvyöhyke on valmisteltu ja haaraliitos on sovitettu pääputken ulkohalkaisijaan. Hitsaus tulee tehdä kahdella kerralla. Ensimmäisen hitsauksen (juurihitsauksen) koon tulee olla 3 mm. Toisen hitsauskerran tulee mutkitella putken ja haaraliitoksen välillä juurihitsauksen päällä. Valmiin hitsin tulee olla tasainen tai hieman kovera. Hitsauksen tiiviystesti tulee suorittaa ennen reiän poraamista pääputkeen. Vesiputkissa se tulee tehdä järjestelmän testipaineella (STP), joka on nimellispaine + 5 baaria.



DN 80 - DN 300 pallografiittivalurauta tai teräs ulostulojen hitsaus
Ulostulojen nimelliskoko saa olla enintään puolet pääputken nimelliskoosta.
Ulostulot hitsataan pienahitsauksilla. Hitsaus tulee yleensä tehdä kaksikertaisena. Ensimmäisen hitsauksen (juurihitsaus) koon tulee olla vähintään 3 mm. Toisen hitsauksen tulee mutkitella ensin juurihitsauksen ja putken välillä ja sitten juurihitsauksen ja ulostulon välillä. Valmiin hitsin tulee olla tasainen

Valmiin hitsin tulee olla litteä tai hieman kovera ja sen mitat olla 0,7s+2-0,5 (s = ulostulon paksuus). Nimelliskoon DN 250 ja DN 300 ulostuloissa voidaan myös hitsata loppuläpimitta.

Melko suurikokoisten ulostulojen hitsauksessa voi olla etua tehdä se puskurikerroksella. Hitsin tiiviystesti on suoritettava ennen reiän poraamista pääputkeen. Vesiputkissa se tulee tehdä järjestelmän testipaineella (STP), joka on nimellispaine + 5 baaria.
Uusia putkia asennettaessa on suositeltavaa hitsata ulostulot ennen putkikaivantoon asettamista. Tässä tapauksessa putken reikä voidaan porata ennen ulostulon hitsaamista. Ulostulon sisäinen painetesti voidaan sitten suorittaa yhdessä putkilinjan painetestin kanssa.

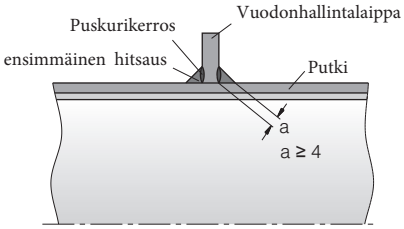


Pallografiittivalurauta- tai teräs vuodonhallintalaippojen hitsaus
Vuodonhallintalaipallisia putkia käytetään mahdollistamaan putkien rakentaminen kiinni rakenteisiin. Hitsaamalla on mahdollista kiinnittää hallintalaipat paikoilleen mihin tahansa haluttuun kohtaan.

Vuodonhallintalaipat toimitetaan rengasmaisina osina ja ne tulee kiinnittää tiukasti putkeen.

Hitsaus
Vuodonhallintalaipat tulee hitsata vähintään kaksikertaisesti pienahitsinä ja hitsien halkaisija ei saa olla alle 4 mm. Melko suurikokoisille putkille vastaavilla seinämäpaksuuksilla on suositeltavaa käyttää puskurikerrosta.

Hitsauksen pituus on päätettävä käyttövaatimuksen mukaisesti
(sallittu työntövoima τ_{zul} = 130 N/mm²).
Hitsauksen jälkeen rengasmaiset osat tulee hitsata yhteen.



Hitsauspalkojen muodostaminen
Kun putkia, joissa on positiivisen vetoakestävät push-in liitokset katkaistaan työmaalla, hitsauspalkot on muodostettava uusiin putkien päihin.
Menettelytapa, varusteet ja mitat on annettu kohdassa "Putkien katkaiseminen".

Lämpökäsittely hitsauksen jälkeen
Hitsattujen liitosten tai hitsattujen osien lämpökäsittelyä ei tarvita hitsauksen jälkeen.
Hitsin alue tulee puhdistaa sen jäähtymisen jälkeen ja maalata tarkastuksen jälkeen huolellisesti uudelleen suojamaalilla, esimerkiksi bitumipohjaisella.

Hitsausten tarkastus
Hitsauksille on yleensä tehtävä silmämääräinen tarkastus ja tarvittaessa testi pintavirheiden ja halkeamien varalta.
Hitsaukset, joita ei vaadita tiiviiksi, kuten vuodonhallintalaippojen kiinnitys pitäisi tarkistaa satunnaisesti pintavirheiden varalta.
Tarkastuksen tai testauksen aikana havaitut puutteet, kuten pintahuokoset tai halkeamat hitsauksessa tai sen vieressä, tulee hioa kokonaan pois ennen niiden korjaamista.
Viat voidaan korjata vain kerran.

vonRoll hydro (deutschland) gmbh & co. kg

Sophienstr. 52-54
35576 Wetzlar
Germany

T +49 6441 49 2401
F +49 6441 49 1455

www.vonroll-hydro.world

DUKTUS KEULA ALTECNO

ZERO WATERLOSS
vonroll-hydro.world