

## Asennusohje

### Nestor Optimus DB -mikrokanavat



## Yleiset käsittelyohjeet

- Tämä ohje koskee suoraan maahan asennettavien mikrokanavien asentamista.
  - Maahan asennettavan tuotteen tunnistat DB-merkinnästä (Direct Buried).
- Ohjeessa käsitellään sekä yksittäisten mikrokanavien että mikrokanavanippujen asentamista suoraan maahan.
- Asennuksessa on tärkeää huomioida tuotteiden vetolujuudet ja sallitut taivutukset:
  - Vetolujuus:
    - Mikrokanavat ja mikrokanavaniput ovat HDPE-muovia eikä niissä ole vetolujitteita, mikä on syytä ottaa asennuksessa huomioon.
    - Suurin sallittu vetokuormitus kullekin mikrokanavatyyppille voidaan laskea yksinkertaistettuna seuraavasti:  
 **$Vetolujuus [N] = 9,81 \times (\text{mikrokanavan massa kilometriä kohden [kg/km]})$**   
Tuotteen massa löytyy teknisestä tuotetietolomakkeesta.
  - Sallitut taivutukset asennuksen aikana ja kanavia käsiteltäessä:
    - Pienin sallittu halkaisija taivutuksen aikana saadaan laskettua kullekin mikrokanavatyyppille seuraavasti:  
 **$Pienin\ sallittu\ halkaisija\ taivutuksen\ aikana = 30 \times OD$**   
missä *OD* on kyseisen tuotteen ulkohalkaisija.
- Yllä olevat laskukaavat ja seuraavassa taulukossa annetut yleisimpien mikrokanavatuotteiden arvot pätevät lämpötila-alueella -15 ... +40 °C.

Mikrokanavatyyppe	OD [mm]	Vetolujuus	Pienin sallittu halkaisija taivutuksessa
Optimus DB 7/3,5mm (yksittäinen)	7,0	270 N (n. 27 kg)	210 mm = 21 cm
Optimus DB 1 x 7/3,5mm Extra jacket	9,0	500 N (n. 52 kg)	270 mm = 27 cm
Optimus DB 2 x 7/3,5mm	16,0	910 N (n. 93 kg)	480 mm = 48 cm
Optimus DB 4 x 7/3,5mm	19,0	1580 N (n. 162 kg)	570 mm = 57 cm
Optimus DB 7 x 7/3,5mm	23,0	2520 N (n. 258 kg)	690 mm = 69 cm
Optimus DB 12 x 7/3,5mm	30,0	4060 N (n. 415 kg)	900 mm = 90 cm
Optimus DB 14/10mm (yksittäinen)	14,0	710 N (n. 72 kg)	420 mm = 42 cm
Optimus DB 2 x 14/10mm	30,0	2100 N (n. 215 kg)	900 mm = 90 cm
Optimus DB 4 x 14/10mm	36,0	3780 N (n. 386 kg)	1080 mm = 108 cm
Optimus DB 7 x 14/10mm	44,0	6150 N (n. 628 kg)	1320 mm = 132 cm

**Huom. Nämä arvot koskevat vain asennuksen aikaisia vetoja ja taivutuksia. Lopullisessa asennuksessa mikrokanavia ei saa koskaan jättää näin pienille taivutushalkaisijoille!**

## Mikrokanavien päiden suojaus

- Yksittäisten mikrokanavien ja mikrokanavanippujen päät tulee aina suojata.
- Toimituspakkauksessa mikrokanavien ja mikrokanavanippujen päät on suojattu kutistesukilla. Kutistesukka on riittävä suoja mikrokanavan päähän.
- Kun mikrokanava tai mikrokanavanippu katkaistaan, kaikki avoimet mikrokanavien päät tulee sulkea sulkuliittimien avulla.
- **Teippi ei ole hyväksytty tapa mikrokanavien päiden sulkemiseen!**



*Sulje mikrokanavien päät oikeaoppisesti sulkuliittimillä.*



*Älä koskaan käytä teippiä päiden sulkemiseen.*

- Mikrokanavien päiden tulee olla suljettuina aina, myös seuraavissa tilanteissa:
  - Työmaalla varastoitavissa keloissa ja kiepeissä
  - Asennuksen aikana
  - Asennuksen jälkeen maassa ja myös kaapissa
- Mikrokanavien päät tulee sulkea myös heti kaapelien asentamisen jälkeen käyttämällä kaapelitiivistettä tai halkaistavaa kaapelitiivistettä.

## Kelan käsittely

- Mikrokanavakelojen käsittelyyn pätevät normaalit kelankäsittelyn säännöt.
- Mikrokanavat on aina purettava kelalta siten, että kela pyörii pukissa tai lähtötelineessä keskiakseliltaan.
- Mikrokanavia ei saa koskaan purkaa kelan laipan yli, koska kanavat menevät tällöin kierteelle.

## Mikrokanavien asentaminen maahan kaivamalla

- Tärkein asia mikrokanavien asentamisessa maahan kaivamalla on saada mikrokanavat ja mikrokanavaniput kulkemaan mahdollisimman suorassa linjassa.



- Mikrokanavien taivutukset sivuttaissuunnassa on minimoitava.
- Taivutukset ylös ja alas on minimoitava.
- Kaivannon on oltava niin suora kuin se asennusympäristö huomioiden on mahdollista.
- Kaivannon pohjan tulee olla suora ja tasainen.
- Mikäli kaivannon pohja on kivinen, irtokivet tulee poistaa ja pohjalle on asennettava hiekkapeti (kivetöntä maa-ainesta, kuten hiekkaa) ennen mikrokanavien asentamista.
- Reitillä olevat pakolliset käännökset toteutetaan mahdollisimman laajoina ja tasaisina kaarina.



- Mikrokanaviin ja mikrokanavanippuihin jää kelalla ollessaan muodonmuutoksia.
- Kun kanava vedetään kelalta suoraksi, se yleensä kiertyy kuvan mukaisesti.
- Tämä on normaalia ja johtuu mikrokanavien ominaisuuksista.
- Ilmiö korostuu erityisesti kylmissä lämpötiloissa.



- Kun kelaä jarrutetaan niin että mikrokanavaa joudutaan vetämään suuremmalla voimalla, kanava yleensä suoristuu paremmin.
- Vedolle täytyy antaa myös aikaa, jotta mikrokanava ehtii suoristua kunnolla ja ettei kanava palautuisi kierteelle kun veto lopetetaan.
- Mikrokanavaan kohdistuva vetokuormitus ei saa ylittää kanavan vetolujuutta!

- Kun mikrokanava tai -nippu on saatu suoristettua kunnolla, se asetellaan siististi kaivannon suoralle ja tasaiselle pohjalle.
  - Kaikki irtokivet ja maa-aineksen sortumat on poistettava kaivannosta ennen mikrokanavien asentamista.
- Mikäli kaivannosta kaivettu maa-aines sisältää kiviä, mikrokanavien suojaksi tulee asentaa 20 cm paksu kerros suojaavaa kivetöntä maa-ainesta, kuten hiekkaa.
- Myös savimaahan tai hyvin multaiseen maahan asennettaessa on suositeltavaa käyttää suojahiekkaa maaperän routimisen vuoksi.
- Kivettömässä hiekkapitoisessa maaperässä ei tarvitse käyttää erillistä suojahiekkaa.
- Kaapelivaroituss nauha asennetaan suojatäyttökerroksen päälle, noin 20 cm kanavien yläpuolelle.
- Kaivannon lopputäytön voi tehdä karkeammalla maa-aineksella, mutta sekään ei saa sisältää suuria kiviä.
- **Asennustyön tilaajalla tai paikallisilla viranomaisilla voi olla tarkempia vaatimuksia asennukseen liittyen ja näitä ohjeistuksia on aina noudatettava.**

### **Mikrokanavien asentaminen maahan mikrosahaamalla**

- Mikrosahaamalla tehtyihin asennuksiin pätevät edellä esitetyt periaatteet.
- Mikrosahauksessa käytetään tyypillisesti yksittäisiä mikrokanavia mikrokanavanippujen sijaan.
- Mikrosahaus on asennusmenetelmänä hyvä, koska sahattu ura on aina suora ja pohja luonnostaan tasainen.
- Ura on myös niin kapea, että mikrokanavat asettuvat lähes automaattisesti melko suoraan.
- Kanavien suoruteen on silti kiinnitettävä huomiota ja kiertyvät mikrokanavat tulee suoristaa ennen suojatäyttöä.
- Suojahiekkaa tulee käyttää kuten kaivaessakin ja varoituss nauha tulee asentaa suojatäytön yläpuolelle, riittävästi kanavien asennustason yläpuolelle.

## Mikrokanavien asentaminen auraamalla

- Yksittäisiä eli paljaita mikrokanavia ei tule asentaa auraamalla.
  - Yksittäisten mikrokanavien veto- ja puristuslujuudet eivät ole riittäviä aurausasennukseen.
- Mikrokanavanippuja voi asentaa auraamalla.
- Reitti tulee aina esiaurata ja reitiltä löytyneet suuret kivet tulee poistaa.
- Jos maaperä on kivinen, aurausasennusta ei suositella.
- Mikrokanavanippu saadaan asennettua sopivan kivettömään maaperään esiaurauksen jälkeen auraamalla.
  - Aura aiheuttaa mikrokanavanippuun vetojännityksen, joka suoristaa nipun hyvin auran uraan.
  - Auran ura on myös kapea, joten mikrokanavanippu ei pääse mutkittelemaan urassa.
- Auratessa on huolehdittava, että kanavanippu asettuu urassa oikeaan syvyyteen.
  - Asennussyvyyden tulee pysyä vakiona.
- Auran on kuljettava suoraan, vakiosyvyydellä ja tasaisesti asennuksen aikana.
  - Kaikki nykiminen, taivuttelu tai kivien kiertäminen on kiellettyä.
- Mikrokanavanippu tulee syöttää auran käsin auttamalla, eikä aura saa vetää mikrokanavanippua suoraan kelalta.
  - Liian suuri vetorasitus voi vaurioittaa mikrokanavia.
  - Syöttämällä varmistetaan myös se, ettei mikrokanavaan pääse syntymään liian tiukkoja mutkia, kierteitä tai vaurioita.
- Aurausasennuksessakin on varmistettava, että mikrokanavanippu asettuu uraan mahdollisimman suoraan.
- Kaapelivaroituss nauha tulee asentaa auran uraan riittävästi kanavien asennustason yläpuolelle.

## Mikrokanavien asentaminen suojaputkeen

- Maahan asennettavat DB mikrokanavat voidaan asentaa myös suojaputkeen.
- Lyhyet asennukset, kuten esimerkiksi teiden alitukset, voidaan yleensä tehdä työntämällä mikrokanava suojaputkeen.
  - Mikrokanavien päät on suojattava sulkuliittimillä tai kutistesukilla.
  - Yksittäisten kanavien työntämistä voidaan helpottaa paineistamalla asennettava mikrokanava, sillä paineistaminen suoristaa ja jäykistää mikrokanavaa.
  - Suositeltava paine on noin 7 bar.



*Sulje mikrokanavan vapaa pää sulkuliittimellä.*



*Asenna mikrokanavan toiseen päähän venttiilillä varustettu liitin, jonka avulla kanava voidaan paineistaa.*

- Mikrokanavat ja mikrokanavaniput voidaan myös vetää suojaputkeen.
- Vetäessä on pyrittävä varmistamaan, ettei mikrokanavaan kohdistuva vetokuormitus ylitä kanavan vetolujuutta.
  - Vetämiseen ei tule käyttää ajoneuvoa, sillä tällöin mikrokanavaan kohdistuvaa vetokuormitusta on vaikeaa tai mahdotonta seurata.
- Ennen vetämistä, mikrokanavan tai mikrokanavanipun pää tulee sulkea.
  - Liimalla varustettu lämmitettävä kutistesukka on tähän sopiva, sillä se ei kasvata mikrokanavan halkaisijaa liikaa ja pysyy hyvin paikoillaan.



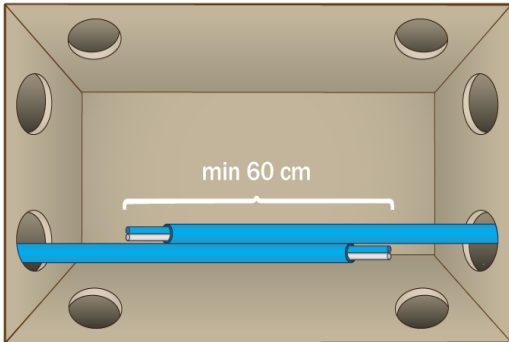
*Käytä vetämiseen sopivan kokoista, riittävän pitkää vetosukkaa sekä kiertoniveltä vetosukan ja vetonarun välillä.*

*Vetosukan pysymistä paikoillaan voi parantaa tekemällä kanavaan muutaman paksuntavan teippauksen ja teippaamalla sukan tiukalle paksumman kohdan takapuolelta.*

- Vetoasennusta voi helpottaa työntämällä mikrokanavaa toisesta päästä.
  - Työntäessä mikrokanava voidaan myös ohjata suoja-putkeen niin, ettei se raavi putken reunoja ja vaurioidu.
- On suositeltavaa käyttää taittopyöriä tai vastaavia välineitä kanavan ohjaamiseen jos on vaarana, että kanava raapii kaivon tai suoja-putken reunoja.
  - Taitto- tai ohjauspyörät myös varmistavat, että kanavan taivutushalkaisijat pysyvät tarpeeksi suurina vetoasennuksen aikana.
- Vetoasennuksen jälkeen kanavan vetopäästä on katkaistava pois kaksi kertaa vetosukan mittainen pituus (**vetosukan sisällä oleva osuus + vetosukan mitta**)
  - Suurin rasitus ja venyminen kohdistuvat mikrokanavan vetopäähän, joten tämä osuus on turvallisinta katkaista pois ennen kanavien liittämistä toisiinsa.
  - Tämä on myös huomioitava työvarassa, eli kanavaa on vedettävä suoja-putkireitin läpi riittävä määrä.
- Jos veto on helppo eikä voimaa tarvitse käyttää paljon, useimmiten riittää kun asennuksen jälkeen mikrokanavasta katkaistaan vetosukan sisällä ollut osuus.

## Mikrokanavanippujen kuorinta ja kanavien liittäminen

- Ennen mikrokanavanipun pään käsittelyä, kuten esimerkiksi liitosta, on aina varmistettava riittävä työvara.



*Mikrokanavien liitokseen on hyvä varata aina vähintään 60 cm työvaraa.*

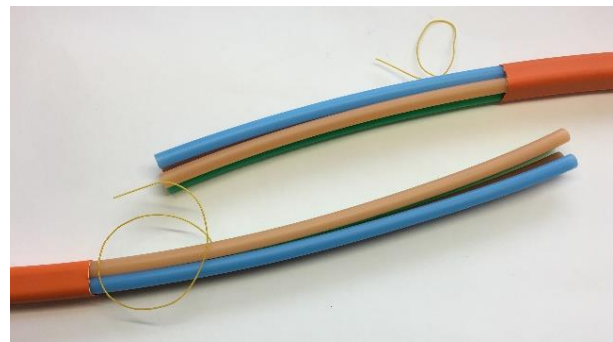
*Suurempien mikrokanavanippujen, kuten 12 x 7/3,5mm ja 7 x 14/10mm liitokseen on syytä varata vähintään 1m työvaraa.*



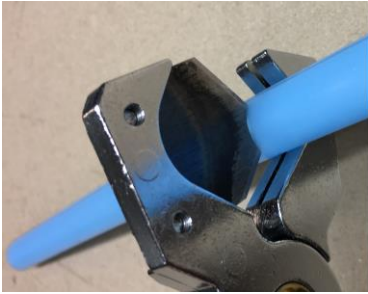
*Katkaise mikrokanavanippu aina tarkoituksenmukaisilla muoviputken katkaisuun tarkoitetuilla leikkureilla. Älä käytä sahaa tai pihtejä.*



*Halkaise mikrokanavanipun ulkovaippa mikrokanavien välistä. Koukkuterällä varustettu kaapelin kuorintatyökalu toimii tässä hyvin, kuten myös koukkuteräinen puukko. Nämä työkalut eivät vaurioita vaipan alla olevia kanavia. Ole silti aina tarkkana, etteivät kanavat vaurioidu!*



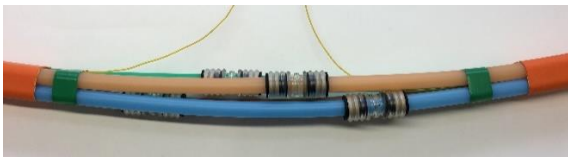
*Halkaisun jälkeen tee puukolla tai mattoveitsellä viilto ulkovaipan ympäri. Älä viillä kokonaan ulkovaipan läpi, pieni naarmu riittää. Levitä aiemmin halkaistua vaipan osaa ja revi se irti naarmun kohdalta.*



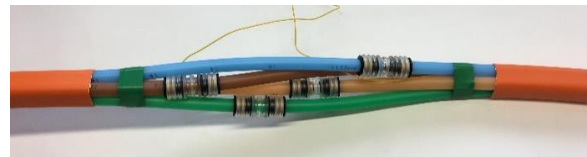
*Ennen liittimen tai sulkuliittimen asennusta, katkaise yksittäiset mikrokanavat mikrokanavan katkaisupihdeillä. Katkaise kanavat tarkasti 90° kulmaan. Huolehdi, että työkalu on terävä ja että katkaisujälki on siisti ja kanavan pää pyöreä.*

*Kun kumpikin liitettävä kanava on katkaistu siististi, työnnä kanavat liittimeen yksi kerrallaan. Varmista että kanavat asettuvat liittimen pohjaan saakka. Sulkuliitin asennetaan samalla tavalla. Tarkemmat ohjeet liittimien ja sulkuliittimien käytöstä löytyvät kyseisten tuotteiden asennusohjeista.*

- On erittäin tärkeää, että mikrokanavien liittimet asennetaan aina mikrokanavan suoralle osuudelle. Liittimiä ei saa koskaan asentaa mutkaan tai kaarteeseen.
- Mikäli mutka ja liitos tulevat samaan kohtaan, on liittimet sijoitettava mutkan etu- tai takapuolelle, ei keskelle mutkaa. Näin voidaan tehdä esimerkiksi tilanteessa, jossa mikrokanavanipusta haaroitetaan kanavia eri suuntaan.



*Mikrokanavanippujen liitoksessa kanavat liitetään värikohtaisesti ja liittimet tulee porrastaa siten, että ne sijaitsevat eri kohdilla. Tällöin liitoskohdasta saadaan siisti, tasainen ja liittimet saadaan suoraan. Liitoksissa täytyy muistaa huomioida riittävät työvarat.*



*Mikäli liitettävien mikrokanavanippujen värijärjestykset kiertävät eri suuntiin, työvara tarvitaan yleensä enemmän. Mikrokanavia täytyy järjestellä, jotta samanväriset kanavat saadaan liitettyä siististi toisiinsa.*

- Mikäli mikrokanavanipussa on sisällä signaalijohdin, tulee se myös liittää mikrokanavanippujen liitoskohdissa.
- Signaalijohtimen liitoksen voi tehdä maahan asennettavalla ja sään kestäväällä pikaliittimellä.
- Mikrokanavien ja mikrokanavanippujen liitoskohdan voi tarvittaessa suojata.
  - Yksittäisen liittimen suojaksi on saatavilla kumisia suojahuppuja.
  - Liittimen päälle voi halutessaan laittaa myös teippiä, kiristekalvoa tai pakkausmuovia.
  - Mikrokanavanippujen liitoskohdan suojaksi voi laittaa esimerkiksi kanavien kuorinnassa poistetut halkaistut ulkovaipat ja kiinnittää ne teipillä liitoskohtaan.
- Liitoskohtien suojaaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, mutta siitä on hyötyä jos liittimiin halutaan päästä käsiksi tulevaisuudessa.
- Liitoskohtien suojaamisen pääasiallisena tarkoituksena on estää hienojakoisen maa-aineksen työntyminen mikrokanavaliittimien vapautuslaippojen alle tai muihin ulkopinnan aukkoihin.
  - Mikrokanavaliittimen vapautuslaippojen alle työntyvä hienojakoinen maa-aines voi vaikeuttaa tai estää liittimen irrottamisen myöhemmin.
  - Mikrokanavaliittimet on suunniteltu suoraan maahan asennettaviksi, eivätkä hiekka, vesi tai muut aineet voi päästä liittimestä kanavan sisään, mikäli liitin on asennettu oikein.

# Maanrakennusohje

## Sisällys

1.	Versiohistoria .....	3
2.	Yleistä.....	3
3.	Reitti .....	3
3.1.	Mikrokanavaoja, raskas .....	3
3.2.	Mikrokanavaojat, kevyt.....	4
3.3.	Mikro-ojitus .....	4
3.4.	Mikrokanavaoja, tontti .....	5
3.5.	Signaalinauhan käsittely .....	6
3.6.	Kaapeliasennus auraamalla.....	6
3.7.	Kaapelin asentaminen siltoihin.....	8
3.8.	Suojaukset.....	8
3.9.	Betonointi.....	8
3.10.	Louhinta .....	9
3.11.	Alitustunkkaukset ja poraukset.....	9
3.12.	Asvaltti .....	9
3.13.	Kaivujälki ja jälkityöt.....	9
3.14.	Teiden poikitukset kaivamalla .....	10
3.15.	Maa-aineisten käsittely .....	10
4.	Kaapelin käsittely .....	10
4.1.	Puhallus.....	10
4.2.	Sijoitus muuhun maanalaiseen infraan nähden.....	10
4.3.	Mikrokaapelimerkinnot .....	10
4.4.	Kelojen käsittely .....	10
4.5.	Hukkapätkät.....	12
4.6.	Kaapelin vaurioituminen .....	12
4.7.	Työmaan ylläpito .....	12
5.	Jakokaapit .....	13
5.1.	Mikrokanavien tuonti .....	13
6.	Aktiivilaitekaapit.....	14
6.1.	Jalustan asennus .....	14



Laatinut Ville Mäki  
Tarkastanut Juho Tornberg  
Hyväksynyt Henrik Suomi

Hyväksymispäivä 2.8.2021

## Ohje Luottamuksellinen

Päivä  
02.08.2021

Tunniste  
VER-010

Voimassaolo toistaiseksi

Sivu  
2 (14)

Versio  
1.1 Hyväksytty

6.2.	Maadoitus .....	14
6.3.	Ulkoinen sähkösyöttökaappi .....	14
7.	Turvallisuus ja ympäristö .....	14

## 1. Versiohistoria

Päivitykset versioon 1.0 verrattuna:

- Lisätty signaalinauhan jatko-ohjeet, lisätty kappale 3.5

## 2. Yleistä

Rakennustyö suoritetaan lait ja määräykset huomioon ottaen hyvien asennustapojen mukaisesti InfraRYL-ohjetta sekä soveltuvin osin Traficomien ohjetta: sähkö-, telejohdot ja maantiet.

Ennen töiden aloitusta urakoitsija allekirjoittaa urakkasopimuksen, turvallisuussuunnitelman ja riskienarvioinnin. Jokaisen työntekijän tulee olla perehdytetty pääurakoitsijan toimesta ennen töidensä aloittamista. Pääurakoitsijan kuuluu ilmoittaa verottajalle työntekijänsä joka kuukausi ja valvoa, että hänen aliurakoitsijansa ilmoittavat myös. Pääurakoitsija luo työmaan Vastuugroupiin, jonne syötettävä työmaa-avain toimitetaan Valokuituselle.

Kaikkien urakoitsijoiden ja aliurakoitsijoiden sekä näiden työntekijöiden on toimittava turvallisesti ja vastuullisesti sekä tunnettava Valokuituisen yritys vastuuvaatimukset ja noudatettava niitä työskennellessään Valokuituselle.

Valokuituisen urakoitsijan tehtävä on huolehtia siitä, että kaikki työturvallisuuteen liittyvät ohjeet ja määräykset ovat henkilöstön tiedossa ja noudatettavissa ja että sen henkilökunta ja aliurakoitsijat ovat saaneet töiden suorittamiseksi vaadittavat koulutukset ja heillä on siihen riittävä pätevyys.

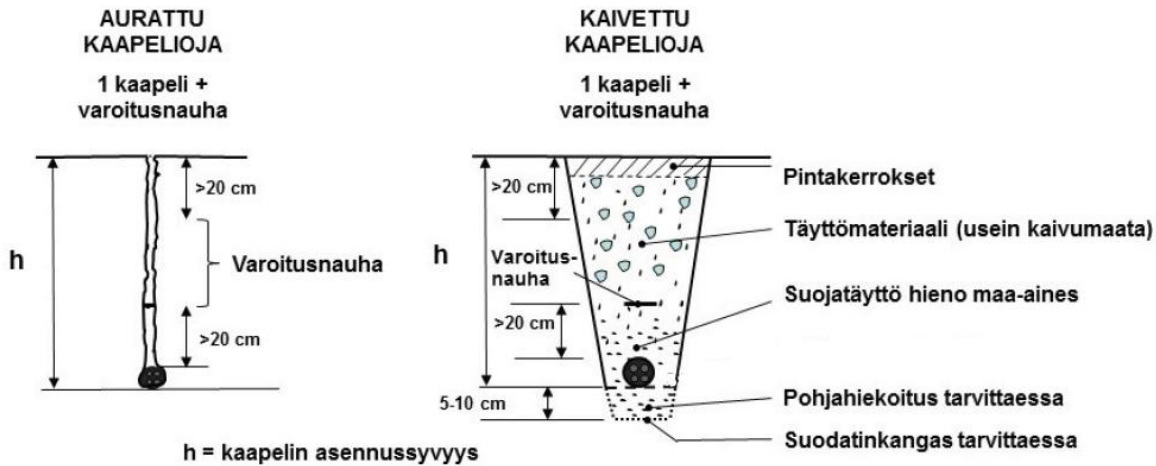
Pääurakoitsija toimittaa kaikki materiaalit ennalta sovittuun varastopaikkaan, josta urakoitsija siirtää ne omalla kustannuksellaan työkohteeseen. Varastopaikka osoitetaan kartalla, ja se pidetään aidattuna.

## 3. Reitti

Vesistöjen sekä rautateiden alituksissa noudatetaan luvanmyöntäjän määräyksiä ja ohjeistuksia.

### 3.1. Mikrokanavaaja, raskas

Lähtökohtaisesti mikrokanava asennetaan kuvan 1 mukaisella tavalla. Kanavan upotussyvyys on oltava vähintään 70 cm mikrokanavan päältä mitattuna. ELY-alueella asennettaessa luvan vaatimuksena on usein 100 cm upotussyvyys. Ojasta poistetaan kivet ennen ojan peittoa.



Kuva 1 Mikrokanavaoja, raskas

Kanavan varoitus- tai signaalinauha asennetaan noin 20 cm kanavan yläpuolelle, ellei luvan antaja toisin määrää. Mikrokanava suojataan A-luokan suojakourulla tai suojatäytöllä. Suojatäyttömaa-aineksessa ei saa olla yli 5 cm halkaisijaltaan olevia kiviä tai pienempiä teräväreunaisia kiviä. Suojatäytön voi tehdä esimerkiksi seulotulla maa-aineksella, hiekalla tai kivituhkalla.

Yksityishenkilöiden tontilla mikrokanava asennetaan vähintään 30 cm syvyyteen. Alle 30 cm asennuksista urakoitsija on velvollinen sopimaan kirjallisesti tontin omistajan kanssa. Kirjalliset sopimukset tallennetaan projektihallintajärjestelmään kyseisen osoitteen alle.

Mikrokanavan asennusvaatimukset voivat poiketa kuvan mukaisesta, mikäli luvan antaja niin vaatii. Syitä voi olla esim. ojien perkaus- ja syventämisvara tai myöhemmin tehtävä tien saneeraus.

### 3.2. Mikrokanavaojat, kevyt

Mikäli viranomainen antaa luvan, voidaan työssä soveltaa kevyttä menetelmää. Kevyessä menetelmässä asennussyvyys oltava vähintään 40 cm mikrokanavan päältä mitattuna. Muilta osin noudatetaan samoja ohjeistuksia raskaan menetelmän kanssa.

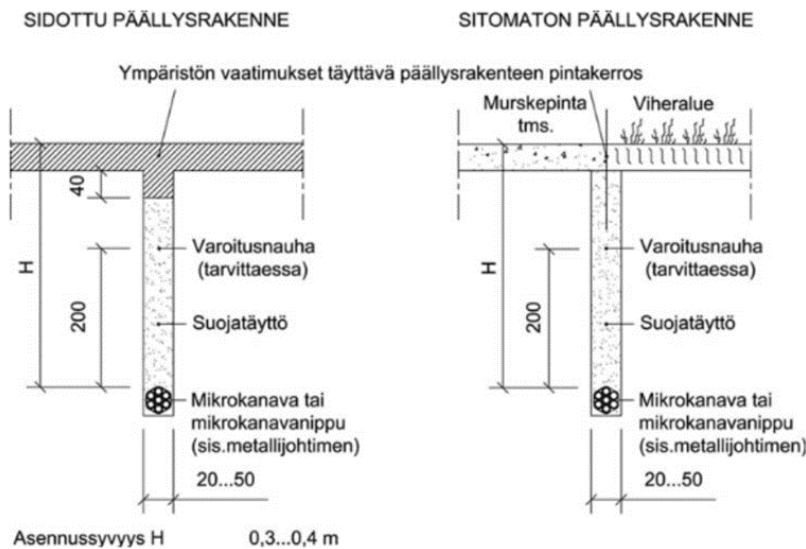
### 3.3. Mikro-ojitus

Mikro-ojitusta käytettäessä kanavan upotussyvyys on oltava kadun kantavassa kerroksessa 30 – 40 cm syvyydessä mikroputken päältä mitattuna (kuva2). Sahausrassa asetetaan mikroputkia tai putkipattereita niin, että runkoputket ovat alla ja tilaajaputket päällä.

Suojatäyttönä sahausurassa käytetään suojakerroksen vaatimukset täyttävää hienorakeista ja routimatonta maa-ainesta. Suojatäytön päälle asennetaan 0-12...16 murske ja tämä tiivistetään.

Päällysteeseen sahattu mikroura juotetaan kiinni bitumilla tai muulla alkuperäistä päällyspintaa vastaavalla menetelmällä.

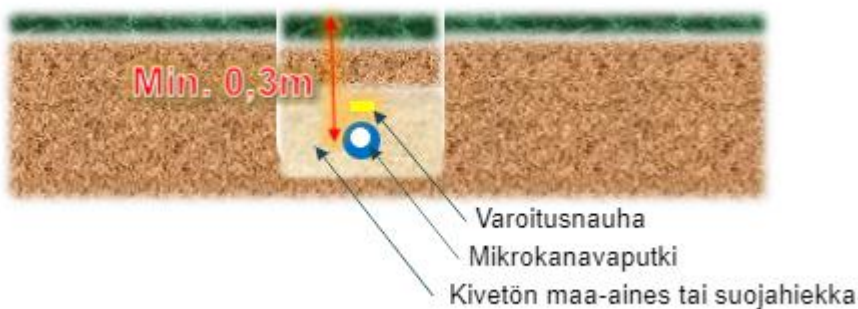
Sahausta suoritettaessa urakoitsijan tulee huomioida veden tarve. Sahausuraa ja terää tulee kastella vedellä jatkuvasti pölyämisen estämiseksi.



Kuva 2 Mikrosahausran poikkileikkaus

### 3.4. Mikrokanavaoja, tontti

Asennussyvyytenä tonttiosuuksilla käytetään lähtökohtaisesti 30 cm kanavan päältä mitattuna. Ojan pohjan tulee olla suora, tasainen ja siitä tulee poistaa irtokivet. Putken päälle tulee asentaa varoitusnauha. Suojatäyttöön tulee täyttää kivetöntä maa-ainesta, kuten suojahiekkaa. Lopputäytössä voidaan käyttää karkeampaa maa-ainesta, mutta siitä tulee poistaa suuret kivet, jotka voivat aiheuttaa putken painauman.

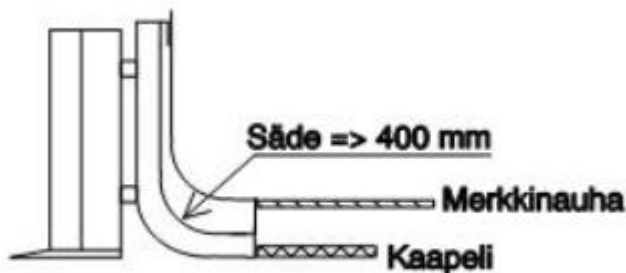


### 3.5. Signaalinauhan käsittely

Signaalinauhaa tule käsitellä siten etteivät siinä kulkevat teräslangat pääse katkeamaan. Lankojen katkeaminen estää signaalin kulun nauhassa, ja sitä kautta vaikeuttavat sen jäljittämistä hakulaitteella. Mikäli langat katkeavat tai nauharulla loppuu kesken, tulee lankojen jatkamisessa käyttää SCOTCHLOK -liitintä, liitos suojataan sähköteipillä. Myös tonttiosuuksilta tulevat signaalinauhat liitetään käyttäen samaa menetelmää.

### 3.6. Kaapeliasennus auramalla

Auran rakenne ei saa vaurioittaa kaapelia asennusvaiheessa. Kaapelin kanssa yhtä aikaa on pystyttävä asentamaan merkinauha. Merkinauha tulee aurasta omasta putkesta kaapelin yläpuolella (kuva 3).



Kuva 3 Periaatekuva auraus

Aurussyvyys määritellään tienpitäjän vaatimuksen mukaisiksi. Aurauksen jälkeen aurausviilto suljetaan ja tiivistetään siten että maakerrokset tiivistyvät. Maanpinnan tulee olla tasainen. Tienluiskassa siirtyneet maamassat tulee kauhalla vetäen siirtää aurausviiltoon ja tiivistää aurausviilto. Tiivistämisen jälkeen luiskan on oltava alkuperäisen muotoinen (kuva 5).

Maavalokaapelin taivutussäde vedossa on 400mm ja asennettuna 300mm. Alin asennustemperatuurina -15 °C. Suurin sallittu vetomassa sukalla kaapeleita vedettäessä on 5000N.

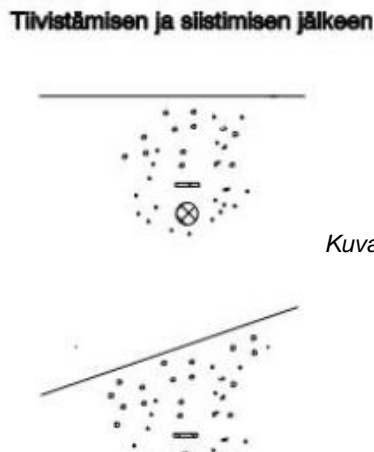
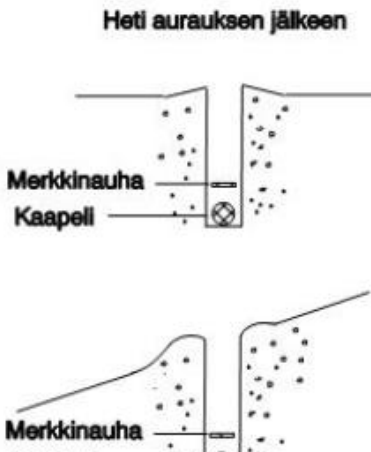
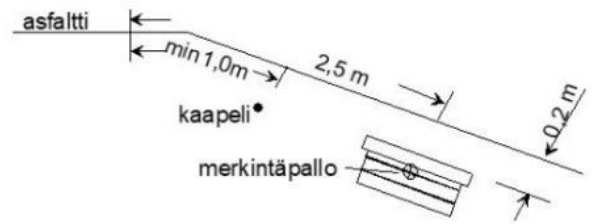
Jatkoskaivoa (kuva 4) voidaan käyttää tienvarsireiteillä valokaapelijatkosten suojana. Kaivossa jatkettaviin kaapeleihin jätetään 10 metrin jatkosvara per kaapeli. Kaapeli sijoitetaan lenkillä kaivon pohjalle, ja siihen on merkittävä selvästi mihin se menee. Kaikki jatkot maadoitetaan yhdistämällä kaapelin metalliosat kotelon maadoituspisteeseen, joka yhdistetään maadoituselektrodiin.

Maadoituselektrodina käytetään 16mm<sup>2</sup> kuparia. Maadoituselektrodi voi olla

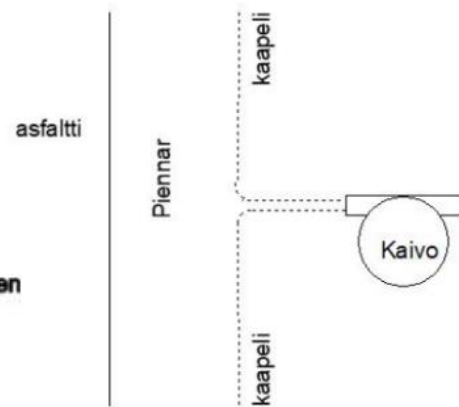
- 20m vaakamaadoitus yhteen suuntaan jatkosta
- 2kpl 10m vaakamaadoituksia eri suuntiin jatkoista
- pysty- ja maadoitus vähintään 5m ja enintään 10m.

Laitetiloissa metallia sisältävät valokaapelit maadoitetaan aseman maadoittimeen.

JATKOSKAIVO TIENSISÄLUISKASSA



Kuva 4



Kuva 5

### 3.7. Kaapelin asentaminen siltoihin

Kiinnitystavan ja paikan määrää sillan omistaja.

Mikäli sillassa ei ole valmiina olevia johtoteitä (putket, hyllyt, tikastukset ja vastaavat) käytetään tarkoitukseen kehitettyä metallista johtokourua (esim. LT15545 kouru+kansi) silta-asennuksiin (59x85x2500). Johtokouru kiinnitetään siihen tarkoitetuilla katto- tai seinäkannattimilla.

### 3.8. Suojaukset

Jos mikrokanavan upottamisessa ei päästä minimisyvyyteen, tarvitsee asia ilmoittaa projektin vastuullisen henkilön kautta tilaajalle. Poikkeustapauksissa tilaaja voi antaa luvan asentaa kaapelin matalammalle, alla olevien ehtojen mukaisesti:

- Alle 0,3m: betonointi tai teräslevy.

Asennettaessa mikrokanavaa matalammalle täytyy kanava asentaa niin syväälle kuin mahdollista. Asennettaessa -kanavaa liittyymiin tai liikennöitävän tien alle, pitää kaapeli suojata aina A-luokan suojauksella. Lisäsuojauksen vahvuudessa on huomioitava asennuspaikka ja ympäristö. Suojauksena voidaan käyttää alkutäytön yläpuolella betonivalua (20 cm), 40 cm \* 40 cm betonilaattoja tai teräslevyillä (5–10 mm) kaivetun ojan leveydeltä.

Ympäristö huomioiden voidaan suojaus tehdä myös kallioon kiinnitettyä sinkittyä metallikourua käyttäen (SRE-putkitus).

Kaikki alle 0,6 m matala-asennukset on suojattava, pois lukien mikro-ojitus ja erikseen sovitut poikkeukset. Suojauksena voidaan käyttää myös muovikourua ympäristö huomioiden. Kaikki alle 0,5 m asennetut matala-asennukset tulee dokumentoida (syvyys ja suojauksen tyyppi).

Kaikista matala-asennuksista on sovittava etukäteen tilaajan kanssa.

### 3.9. Betonointi

Liikennöitävillä alueilla betonipaksuus on vähintään 10 cm ja muualla 5 cm.

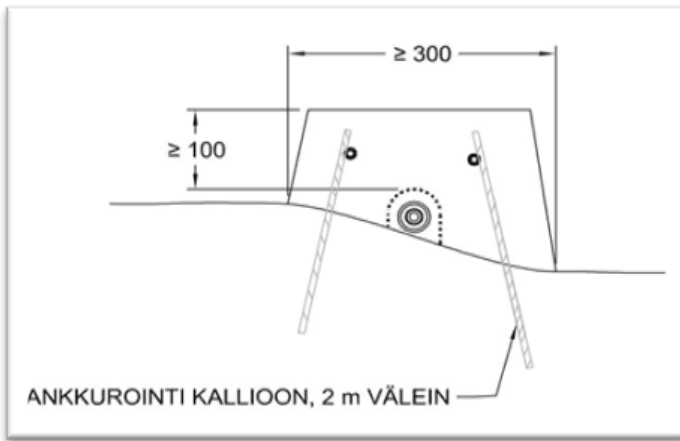
Ennen asennusta alusta puhdistetaan irtonaisesta maa-aineksesta. Alusta tasataan suojatäytöllä tai soralla ja terävät kivet tai kallionpinnat poistetaan.

Laatta tai kourusuojauksessa betonipaksuus on oltava vähintään 5 cm. Betonilaattaa tai betonikourua ei saa käyttää, mikäli on vaarana, että betoni jää näkyviin. Laattaa tai kourua ei saa käyttää suojauksena liikennöitävällä alueella eikä ELY alueella saa käyttää betonilaattaa

Valubetonin on oltava luokkaa K40, käyttöikävaatimus on 50 vuotta ja rasitusluokat ovat XC4 ja XF3. Suurin raekoko on 32. Betoni on tiivistettävä sauvatäryttimellä. Betoni on suojattava kovettumisen ajaksi muovikalvoilla.

Mikrokanava suojataan aina A-luokan putkella, ennen kun sen päälle lasketaan valubetoni. Kalliopinnan vaatiessa kanavan ympärille tehdään muotti.

Mikäli valetaan liikennöitävälle alueelle, pitää mikrokanavan molemmille puolille asentaa 8mm harjateräs A500HW pitkittäin ja ankkuroida se kallioon 2 metrin välein (kuva 6). harjaterästen päiden on ulotuttava vähintään metrin liikennöitävä alueen ulkopuolelle, kuitenkin niin, että harjaterästen minimi pituus on 6 metriä. Terästen on oltava 5 cm etäisyydellä kaapelista ja 5 cm etäisyydellä betonin pinnasta. Valettaessa alle 5 asteen lämpötilassa on betoni lämmitettävä kovettumisen ajaksi.



Kuva 6 Betonointi liikennöitävällä alueella

### 3.10. Louhinta

Louhinnasta tulee tehdä ilmoitus pääurakoitsijan kautta tilaajalle ennen työn aloittamista. Ilmoituksen yhteydessä tulee toimittaa louhittavalta osuudelta kuvia, ilmoittaa paikka ja arvioida louhinnan määrä. Louhinnan saa suorittaa vasta luvan jälkeen. Louhintakohdassa ojan pohja tasoitetaan vähintään 10cm paksulla kivettömällä kerroksella.

Jos louhittavan alueen läheisyydessä menee käytössä olevia sähkökaapeleita tai kaasuputkia, on urakoitsijan otettava yhteys verkon ylläpitäjään ja ilmoitettava louhinnasta.

### 3.11. Alitustunkkaukset ja poraukset

Tiet ja liittymät pyritään ensisijaisesti alittamaan suuntaporauksella tai tunkkaamalla. Alitus tehdään luvan mukaisesti ja alitusputki on oltava aina A-luokkaa.

### 3.12. Asvaltti

ELY:n hallinnoimilla teillä asfaltin leikkaus on sallittua vain erikseen sovituissa tilanteissa. Jos asfalttiin syntyy vaurioita, tulee siitä ilmoittaa ELY:n valvojalle ja sopia korjauksesta. Kuntien alueella tulee asfaltin leikkauksesta sopia katumestarin kanssa esimerkiksi aloituskatselmuksen yhteydessä. Mikäli asfalttia leikataan, tulee se tehdä kunnan kaivuluvan- ja ohjeen mukaisesti.

Asfalttoinnissa noudatetaan aina kaupungin, kunnan tai ELY-keskuksen vaatimuksia.

### 3.13. Kaivujälki ja jälkityöt

Urakoitsijan on siivottava kaikki jälkensä ja tarpeen tullen pystyttävä näyttämään, että työalue vastaa samaa kuin se ennen työn aloitusta oli. Tähän hyviä tapoja ovat alueen valokuvaus tai videointi. Lämpimään aikaan jälkitöiden suunnittelu tehdään projektipäällikön kanssa. Multaukset ja nurmetukset hoidetaan 2 viikon sisällä kaivuusta. Multauksen paksuus tulee olla kaivulupaohjeiden mukainen, kuitenkin vähintään tarpeeksi paksu jotta kylvetty nurmikko voi kasvaa. Ennen työmaan luovutusta toimitetaan lista siirtävistä/tekemättömistä jälkikorjauksista.

Yksityishenkilöiden tonteilla tehtyjen kaivuiden osalta jälkityöt (multaus / nurmetus / kivituhka) suoritetaan välittömästi kaivuiden jälkeen, ellei niitä voi tehdä olosuhteiden takia (esim. talvirakentaminen).

Päällystettyjen pintojen osalta pinnoitteet tulee olla tehtynä n. 3 viikon kuluessa kaivuista, mikäli viranomaisen ei toisin määrää.

### **3.14. Teiden poikitukset kaivamalla**

Mikäli kyseessä on vilkas tie, on kaivuu toteutettava osissa. Urakoitsijan on paikattava auki kaivetut poikitukset saman tien. Tarvittaessa käytettävä puhdasta mursketta ja tärytettävä kerroksittain. Päällystetyillä teillä poikitukset paikataan aina väliaikaisella pinnoitteella (öljysora), mikäli viranomaisen ei toisin määritle. Poikutuksissa mikrokanava suojataan aina A-luokan putkella.

### **3.15. Maa-aineisten käsittely**

Kaivumaita saa käyttää peitossa, mikäli luvissa ei sitä kielletä. Suojatäytön seassa ei saa olla mikrokanavaa vaurioittavia kiviä. Suojatäytön voi tehdä karkealla maa-aineksella, mikäli mikrokanava on asennettu A-luokan putkeen. Tiealueella olevia rakennekerroksia ei saa sekoittaa keskenään ja rakenne on tiivistettävä kerroksittain. Piha-alueiden ja peltojen päällikerroksia ei saa sekoittaa muihin kerroksiin.

Suojatäyttö ei ole pakollista, mikäli mikrokanava suojataan A-luokan kourulla. On kuitenkin olemassa tilanteita, jolloin pelkkä suojakouru ei riitä. Tällöin urakoitsija on velvollinen käyttämään suojatäyttöä.

Jätteiden, maakasojen ja muiden vastaavien varastoinnissa ja kuljetuksessa on noudatettava projektin HSE-suunnitelmaa sekä HSEQ-toimintaperiaatteita.

## **4. Kaapelin käsittely**

### **4.1. Puhallus**

Nano- ja mikrokanavakaapelit puhalletaan valmistajan hyväksymillä puhalluslaitteilla. Puhalluksessa noudatetaan valmistajan antamia raja-arvoja ja ohjeita. Jakokaapille jätetään asentajalle 4-5 m työvaroja. Kiinteistön päähän puhalletaan asentajalle 3-5 m työvaroja. Urakoitsija vastaa liian pitkien tai lyhyiden työvarojen aiheuttamista kustannuksista.

### **4.2. Sijoitus muuhun maanalaiseen infraan nähden**

Urakoitsija on velvollinen selvittämään kaivureitillä olevan maanalaisen infran. Maanalaisen infran paikantamispalvelun voi tilata verkkonhaltijalta. Suurimmat operaattorit, saa usein selville: Kaivulupa, – ja johtotieto palveluista.

Mikäli reitillä on esim. kaasuputki tai vesijohto, on urakoitsijan tarvittaessa pidettävä kaasuyhtiön tai vesilaitoksen edustajan kanssa katselmus, jossa sovitaan suojaetäisyyksistä ja toiminnasta mahdollisessa putki tai johtovaurio tilanteessa. Urakoitsija on vastuussa rikkomastaan maanalaisesta infrasta, sen korjauksesta ja tapahtuneesta syntyvistä kuluista.

Sähkökaapelien risteyksessä laitetaan suurempijännitteinen kaapeli aina alemmaksi ja telekaapelit ylimmäksi.

### **4.3. Mikrokaapelimerkinnät**

Mikrokaapelin merkinnässä noudatetaan Valokuitusen virallista merkintä- ja valokuvausohjetta.

### **4.4. Kelojen käsittely**

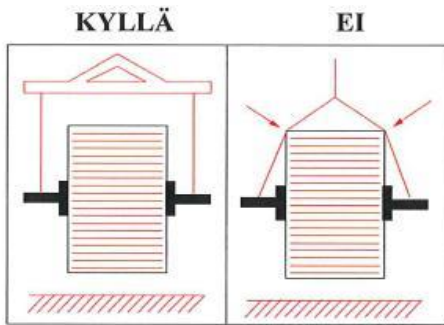
Kaapelikelojen käsittelyssä ja varastoinnissa on huolehdittava siitä, ettei keloille ja kaapeleille aiheudu vaurioita. Urakoitsijan on tarkastettava kelat ennen niiden kuljetusta pois varastoalueelta.

Mikäli urakoitsija huomaa varastoalueella puretuissa keloissa vaurioita, tulee ne kuvata ja ilmoittaa heti pääurakoitsijalle.

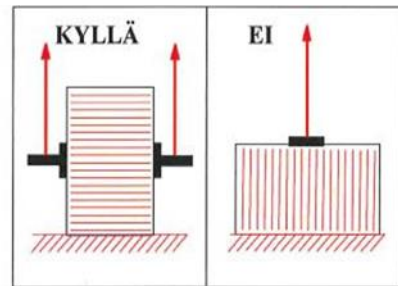
Pantittomien kelojen osalta urakoitsija vastaa kelojen kierrätyksestä työmaalta omakustanteisesti asianmukaisena.

Kelojen pinoamista tulee välttää. Mikäli se on tarpeellista, tulee pinoaminen toteuttaa siten ettei kelojen kaatuminen ole mahdollista.

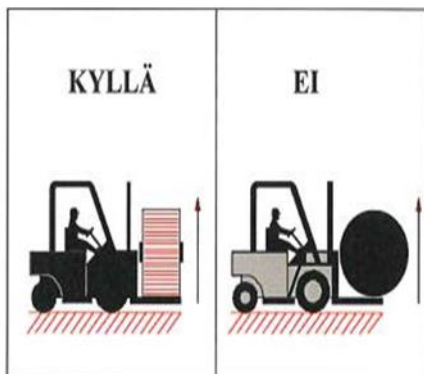
Alla käsittelyohjeet:



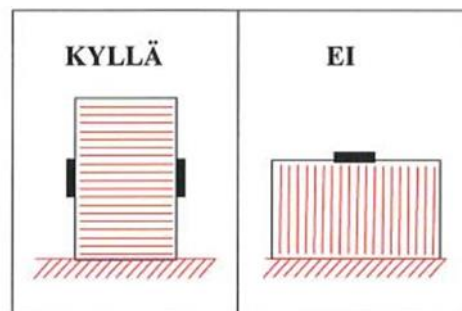
Keloja nostettaessa tulee huolehtia esim. ylätukea käyttäen siitä, ettei kelan laippoihin kohdistu noston aiheuttamia rasituksia.



Keloja tulee nostaa vain pystyasennossa kelan reiän kautta työnnetystä tangosta joko ketjujen tai köysien avulla.



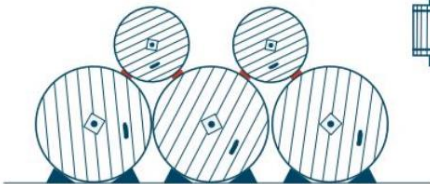
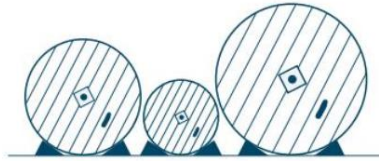
Keloja tulee nostaa trukilla haarukka suunnattuna vain kohtisuoraan laippoja vastaan



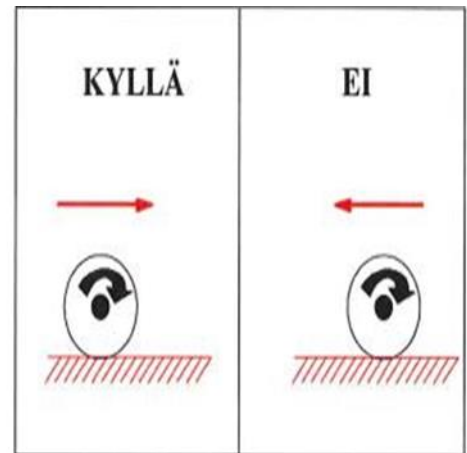
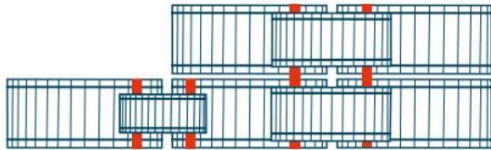
Keloja on säilytettävä vain pystyasennossa, ei lappeellaan

### Vältä pinoamista.

Kelojen asettamista päällekkäin tulisi välttää. Mikäli näin kuitenkin joudutaan tekemään, saman levyisten päälle sijoitettavien kelojen on oltava tarkasti alempien kohdalla.



Jos suurempien kelojen päälle lastataan pienempiä keloja, kelojen väliin on asetettava alemman kelan levyiset tukilankut kelan suojaamiseksi. Viimeksi mainittu toimenpide on suositeltavaa myös saman levyisille keloille.



Keloja tulee pyörittää vain laipassa olevan nuolen suuntaan

### 4.5. Hukkapätkät

Kaikki alle 100 metrin mittaiset valokaapelit ja kaikki alle 50 metrin mittaiset mikrokanavat kelataan jätteeksi. 7/3,5mm putkea voidaan säilöä lyhyempiäkin pätkiä. Tästä pidemmät kaapelit jätetään keloille varastoalueelle ja niiden lukumäärä, tyyppi ja pituus ilmoitetaan. Hukkamateriaalin saa kelata jätelavalle vasta työmaan päätyttyä tai niin erikseen sovittaessa projektipäällikön kanssa. Mikrokanavien hukkapätkät tulee pyrkiä hyödyntämään.

### 4.6. Kaapelin vaurioituminen

Urakoitsija on vastuussa voimassa olevasta infrasta sekä asennettavien kaapelien kunnosta. Mikäli urakoitsija havaitsee kaapelissa vaurion, tulee tämän viipymättä ilmoittaa tästä tilaajalle.

Jos urakoitsija vaurioittaa käytössä olevaa infraa, vauriokohdan luota on poistuttava välittömästi, kaivinkoneen kauha on siirrettävä pois kaivannosta ja estettävä sivullista pääsy kaivannon läheisyyteen. Vauriosta on ilmoitettava heti verkonhaltijalle sekä tilaajan projekti-insinöörille sekä hankepäällikölle.

### 4.7. Työmaan ylläpito

Työkuviissa noudatetaan työkuva/punakynäohjetta.

Työkuviin (punakynä) piirretään niin tarkasti kuin mahdollista:

- Kaapelipituudet
- Reittimuutokset
- Jatkokset
- Suojaukset

- Maadoitukset
- Louhinnat
- Muuttuneet kaivuolosuhteet
- Alle 40cm syvyydelle asennettujen kaapelien asennus syvyydet ja suojaukset

Työkuviin on merkittävä suojauksen tyyppi ja -metrimäärät. Suunnitelmapoikkeamat ruksataan, esim. toteutumattomat kaapelireitit tai pylvää, joita ei asennettu. Punakynäkuvat lähetetään pääurakoitsijalle viikoittain, joka ilmoittaa tilanteen tilaajalle.

Urakoitsija sitoutuu täyttämään työmaapäiväkirjaa. Päiväkirjaan kirjataan vähintään seuraavat:

- Poikkeamat (Ilmoitetaan muutoksen hallinnan menettelyiden mukaisesti)
- Tapaturmat (lisäksi ilmoitetaan välittömästi turvallisuussuunnitelman mukaisesti)
- Läheltä piti -tilanteet, vaaratilanteet ja turvallisuuteen vaikuttavat asiat (ilmoitetaan myös turvallisuussuunnitelman mukaisesti)
- Materiaali- ja ympäristövauriot
- Työmaalla sovitut asiat

Urakoitsija täyttää ja lähettää tarvittaessa työmaapäiväkirjan sovittuna ajankohtana pääurakoitsijalle.

Järjestelmät pidetään ajan tasalla ja niitä päivitetään päivittäin toteuman mukaan.

## 5. Jakokaapit

Jakokaapit kasataan valmistajan ohjeiden mukaan. Jakokaappiin tulee asentaa kaikki sen mukana tulleet osat ja mahdolliset teleskooppijalat tulee vetää suoraksi. Jalustan alaosassa oleviin reikiin asennetaan painekyllästetyt poikki puut tukemaan kaappia.

Jakokaappeihin asennetaan aina 25 metrin pituinen 16 mm<sup>2</sup> kupari (Cu 16). Kupari asennetaan kaapille tulevien kaapeleiden ja/tai mikrokanavien kanssa samaan monttuun ja sitä jätetään kaapin sisään niin paljon, että se yltää kaapin kattoon.

Signaalinauha kiinnitetään jakokaapissa sille määritettyyn paikkaan Valokuitusen valokuvaus- ja merkintäohjeen mukaisesti.

Jakokaappi asennetaan suoraan ja suoruus tarkastetaan vatupassilla. Jakokaapin tulee upottaa sivussa olevaan merkkiin asti. Jakokaapin ympärille ei saa tehdä kakkua, vaan sen on oltava maanpinnan tasossa. Jakokaapissa käytetään kosteuden eristämiseksi Leca-soraa. Jakokaappi täytetään sisältä Leca-soralla kiskojen ja liittosten alapintaan. Kiskot ja liittimet täytyy olla puhtaina Leca-sorasta, joten täyttö pitää tehdä varoen esimerkiksi kaatamalla Leca-soraa ohuen putken avulla jakokaapin pohjalle.

### 5.1. Mikrokanavien tuonti

Mikrokanavat tuodaan jakokaappiin sisään jakokaapin pohjasta, vähintään 0,4 metrin syvyydestä. Mikrokanavat lyhennetään sopivaan mittaan, vaippa poistetaan ja yksittäiset mikrokanavat asetetaan niille tarkoitettuihin hahloihin. Mikrokanaviin asetetaan merkkitaskut ja merkkitaskun sisälle tulostetaan DYMO-tarra Valokuitusen merkintä- ja valokuvausohjeen mukaisesti.

## 6. Aktiivilaitekaapit

Aktiivikaappi kasataan valmistajan ohjeiden mukaan. MIDI-kaapin runkoon tulee keltavihreä naarasbanaaniliitin sähkönsyöttökaapin alapuolelle vasempaan reunaan, johon signaalinauhat kytketään.

### 6.1. Jalustan asennus

Jalusta kiinnitetään täkkipulteilla painekyllästettyihin 2x4 lankkuihin.

- Jalustan alareunasta n.650mm olevat painaumat osoittavat maantäyttörajan.
- Jalustan ympäristö täytetään soralla raekoko n.10mm
- Jalustan alla pitää olla vähintään 100mm sorakerros
- Jalustan ristimita tarkastetaan ennen ja jälkeen maatäytön
- Kaapeliputkien tuonnin jälkeen jalustan sisäosa täytetään Leca-soralla maarajaan saakka.

### 6.2. Maadoitus

Aktiivilaitekaapissa on rungossa kaksi kappaletta päämaadoituskiskoja, jotka yhdistetään toisiinsa kaapin maadoittavalla 16 mm<sup>2</sup>:n kupariköydellä. Kaapin ulkopuolella olevasta sähkölaitekaapista kytketään 16 mm<sup>2</sup>:n maadoitusjohdin (kevi) kaapin päämaakiskoon, tämä tehdään jo tehtaalla. Aktiivilaitteet maadoitetaan kaappien välissä olevien vaakarautojen maadoituskiskoihin. Nämä kiskot yhdistetään päämaakiskoihin 6 mm<sup>2</sup>:n maadoitusjohtimella asentajan toimesta.

### 6.3. Ulkoinen sähkönsyöttökaappi

Ulkoiseen sähkönsyöttökaappiin tulee tariffimittari ja Kolmiokara-lukitus. Nousukaapelit sähkökaappiin suojataan metallikannella (potkusuoja).

## 7. Turvallisuus ja ympäristö

Urakoitsijan on aina noudatettava sekä tilaajan että päätoteuttajan HSEQ-toimintaperiaatteita. Lisäksi noudatetaan lupaohjeissa olevia liikennejärjestysuunnitelmia.

Mikäli työmaalle tulee sähköyhtiön- tai median edustaja tai kolmas osapuoli haastattelemaan urakoitsijaa, urakoitsija ei kommentoi tilaajiin liittyviä asioita, vaan pyytää haastattelijaa ottamaan Valokuituseen yhteyttä. Mikäli media tai sähköyhtiö on käynyt työmaalla, urakoitsija ilmoittaa siitä pääurakoitsijan kautta tilaajalle.