



## ASIAKIRJA

Alla mainittu asiakirja on allekirjoitettu Väylävirasto sähköisen allekirjoituksen palvelussa. Voit varmistaa Adobe Acrobatilla sähköisen allekirjoituksen eheyden.

## ALLEKIRJOITUKSET

---

Allekirjoittaja	<b>Markku Nummelin</b>
Allekirjoitusaika	03.11.2020 15:17
Allekirjoittaja	<b>Panu Tolla</b>
Allekirjoitusaika	03.11.2020 15:22
Allekirjoittaja	<b>Minna Torkkeli</b>
Allekirjoitusaika	05.11.2020 16:52

## ASIAKIRJAT

---

Asiakirja	Inklinometrin asennusohje_3.11.2020.pdf
-----------	---





Väylävirasto  
Trafikledsverket

Ohje

1 (6)

3.11.2020

VÄYLÄ/7560/06.04.01/2020

Vastaanottaja

Väylävirasto, ELY-keskukset / liikenne- ja  
infrastruktuuri

Korvaa/muuttaa

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3, Radan rakenne  
(LO 13/2018), Liite 4, luku C

Kohdistuvuus

Liikenneväylien suunnittelu ja toteutus

Voimassa

15.11.2020 alkaen

Asiasanat

geotekniikka, pohjarakennus, seurantamittaus, ohjeet

## Inklinometrin asennusohje

Tässä ohjeessa esitetään vaatimukset radan seurantamittauksessa käytettävien inklinometriä asentamiselle. Ohje soveltuu myös muuhun tarkoitukseen käytettävän inklinometrin asentamiseen.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö      Minna Torkkeli

Rautatieliikennejohtaja      Markku Nummelin

Asiantuntija, geotekniikka      Panu Tolla

*Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää rautatietoimintojen osalta.*

Lisätietoja  
Panu Tolla  
Väylävirasto  
etunimi.sukunimi(at)vayla.fi

Väylävirasto

PL 33  
00521 HELSINKI

puh. 0295 34 3000  
faksi 0295 34 3700

kirjaamo@vayla.fi  
etunimi.sukunimi@vayla.fi

[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)

## Johdanto

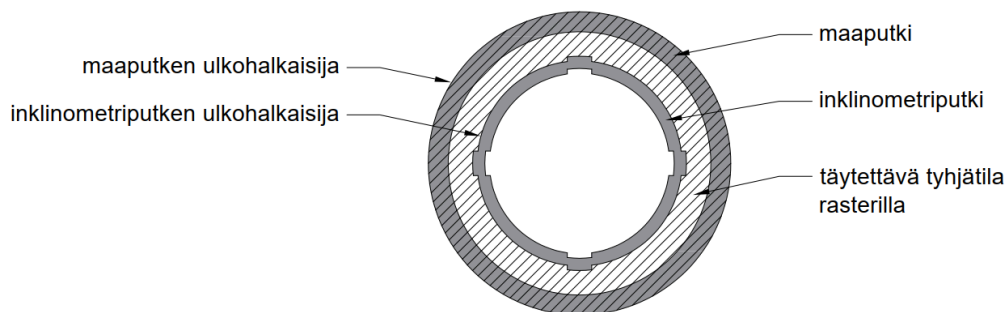
Inklinometrien asennus on vaativa tehtävä. Asennuksen puutteet vaikuttavat mittaus- tuloksiin ja vaikeuttavat seuranta. RATO 3 -ohjeet on laadittu ratapenkereeseen asennettaviin inklinometreihin, mutta ne soveltuvat myös muihin kohteisiin.

Asentamisessa tulee noudattaa standardia "EN ISO 18674-3 Geotechnical Investigation and testing – Geotechnical monitoring by field instrumentation – Part 3: Measurement of displacements across a line: Inclinometers".

## Inklinometriputken poraus

Inklinometriputken asennuksesta tulee laatia Inframodel-tiedosto ja inklinometriputki-kortti, joka sisältää vähintään seuraavat asiat:

- asennuskalusto ja työmenetelmäkuvaus
- asennuspäivä, asentajan nimi ja yhteystiedot, suunnittelija (yritys ja henkilö)
- ratakilometri ja sivuetäisyys (oikealle tai vasemmalle) - tiessä mittaussuunta vastavasti tierekisteriosoitteen tai hankkeen paalutuksen mukaan
- inklinometriputken sijainti x-, y- ja z-koordinaatteina sekä käytetty korkeus- ja koordinaattijärjestelmä
- putken pituus (maanpinnasta alaspäin ja maanpinnan yläpuolelle jäävä osuus)
- havaitut täyttö- ja maakerrosrajat
- huomiot pohjavedestä ja arvio pohjaveden syvyydestä
- inklinometriputken materiaali ja koko (ulkohalkaisija & sisähalkaisija)
- asennuksessa käytetyn maaputken sisä- ja ulkohalkaisija sekä kruunun ulkohalkaisija
- maaputken ja inklinometriputken välinen täyttö; täytön osalta on raportoitava täyttömateriaalin tyyppi, menekki sekä laskennallinen menekki
- laskentakaava:  $(d_{\text{maaputki ulko}}^2 - d_{\text{inklinometri ulko}}^2) * \pi/4 * l_{\text{pituus}}$
- mittaushahlojen suunnat (pyritään asentamaan hahlo kohtisuoraan rataa tai tietä ellei asennussuunnitelmassa toisin mainita)
- muut huomiot asennuksen aikana.



3.11.2020

VÄYLÄ/7560/06.04.01/2020

Inklinometriputken asennuksesta tulee toimittaa Liikenneviraston ohjeen 10/2015 liitteen 3 mukainen työraportti.

Inklinometreista esitetään karttatuloste, jossa on esitetty inklinometrieni positiiviset A- ja B-suunnat. Suunnat asetetaan ja esitetään kuvan L4.1. mukaisesti.

Maaputkea nostettaessa ei tule käyttää pyöritystä. Pyöritys saattaa johtaa inklinometriputken kiertymiseen, jota ei saa tapahtua. Asentajan on kirjattava ylös, mikäli nostessa kuitenkin on jouduttu käyttämään pyöritystä. Mikäli inklinometriputken havaitaan kiertyvän, asennus on aloitettava alusta. Inklinometriputki tulee täyttää vedellä nosteen vähentämiseksi heti putken asentamisen jälkeen. Putken painaminen alaspäin nostetta vasten voi heikentää mittaustarkkuutta. Putkeen ei tule tehdä reikiä, koska tällöin putki myös liettyy, mikä haittaa mittausta.

Inklinometriputken ympärille jäävä tyhjätila tulee täyttää huolellisesti, jotta putki asettuu mahdollisimman nopeasti ja hyvin asentamisen jälkeen. Tavoitteena on poistaa epäily vaillinaisesta ympäristäytöstä ja sen vaikutuksesta mittaustulosten laatuun. Tyhjätila putken ympärillä voi aiheuttaa pitkään jatkuvaa putken asettumista, mikä heikentää tulosten tarkkuutta ja luotettavuutta. Reikä ei välttämättä sorru ja umpeudu pidemmänpäin ajan kuluessa. Tämä voi pahimmassa tilanteessa aiheuttaa todellisten siirtymien tulkitsemisen asettumiseksi.

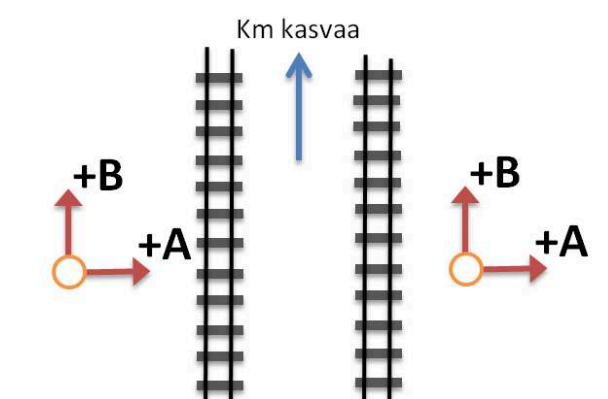
Maaputkea nostettaessa on riski, että myös inklinometriputki nousee mukana. Tätä riskiä voidaan pienentää tekemällä täyttöä vähän kerrallaan putkea nostettaessa. Koko maa- ja inklinometriputken välistä osuutta ei saa täyttää kerralla. Lisäksi on mittaamalla tarkistettava, ettei inklinometriputki ole noussut asennuksen aikana.

Tyhjätilan täyttämiseen käytettävän hiekan tulee olla tasarakeista ja holvautumatonta. Toimivimmaksi on havaittu suodatinhiekkä 1–3 mm, mutta tuote tulee tilata. Ympäristäyttöä voidaan tiivistää esim. vesihuuhTELulla. Tyhjätila tulee täyttää vedellä hiekan asentamisen jälkeen. Hiekkatäytön määrästä tulee pitää kirjaa. Määrä tulee ilmoittaa kg, kg/m tai litroissa. Paineellisen pohjaveden aiheuttaman vuodon tukkimiseen voi käyttää bentoniittia.

Toimivimmaksi havaittu ympäristäytön työvaiheistus:

1. Maaputken poraus ja inklinometriputken asennus.
2. Maaputki nostetaan siten, että maaputkea on maassa 5–8 m.
3. Hiekkatäyttöä tehdessä hiekan korkeutta mitataan riittävän pitkällä rullamitalalla, josta on poistettu pää.
4. Hiekkaa lisätään, kunnes hiekka on noin 1 m maaputken alapään alapuolella
  - Inklinometriputken heiluttaminen on sallittua hiekan holvautumisen estämiseksi.
5. Maaputkea nostetaan 1–2 m ja täyttöä jatketaan vastaavasti.
6. Lopputäyttö ja veden lisäys ympäristäyttöön tehdään vandaaliputken asennuksen jälkeen.

Inklinometriputki pyritään asentamaan riittävän aikaisin ennen mittausten suorittamista, jotta putki ehtii asettua, eikä tästä aiheudu virheellisiä siirtymiä. Inklinometriputki tulisi asentaa noin 3 kk ennen mittausten aloitusta ja/tai valita referenssimittaukseksi sellainen mittaus, joka on asettuneesta putkesta.



*Kuva L4.1. Inklinometrien + suunnan asettaminen radalla. Tiessä mittaussuunta vastaavasti tierekisteriosoitteen tai hankkeen paalutuksen mukaan*

**D: Malli Inframodel -tiedonsiirtoformaatin mukaisesta Inklinometriputkitiedostosta**

FO 2.2 Novapoint\_Soundings\_Editor 3.0.7

KJ GK24 N2000

TY INKLI

TT PO - 1 - -

XY 6821616.652 24489681.990 111.975 26112015 - 0.00 0 srHk

HM Inklinometri, manuaali

1.35 0 Sa

8.40 0 Sa

11.40 0 Hk

17.55 0 Hk

18.00 0 Hk

18.20 0

18.40 0

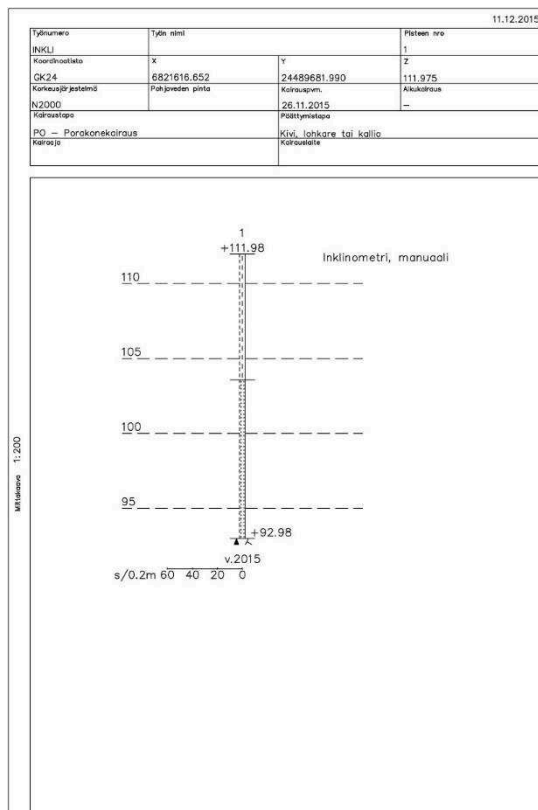
18.60 0

18.80 0

19.00 0

-1KL

Siirtotiedosto kairausdiagrammina alla



## Automaatti-inklinometrin asentaminen inklinometriputkeen

Automaatti-inklinometri tulee asentaa inklinometriputkeen siten, että mittaussuunnat voidaan varmistaa asennuksen yhteydessä. Asennettuun inklinometriin merkitään asennussuunnat näkyvälle paikalle suojaputken pintaan. Mittauslaitteiston rakenteen tulee olla kiertymätön. Laitteisto asennetaan mittaamaan radan suuntaista ja radan poikisuuntaista siirtymää. Inklinometriputken tyhjätilan täyttämiseen käytettävän hiekan tulee olla tasarakeista ja holvautumatonta esim. suodatinhiekkä 1–3 mm. Hiekka valuteaan vedellä täytettyyn putkeen. Sekä putkeen menevä laskennallinen hiekan määrä että toteutunut määrä raportoidaan.

Automaatti-inklinometrin asennuksesta tulee toimittaa asennuspöytäkirja, johon merkitään

- asennuspäivämäärä, asentajan nimi ja yhteystiedot
- ratakilometri ja sivuetaisyys (tiessä mittaussuunta vastaavasti tierekisteriosoitteen tai hankkeen paalutuksen mukaan)
- automaatti-inklinometrin pituus
- ylimmän anturin syvyys ja tieto, onko se mitattu maanpinnasta vai vandaaliputken yläpäästä
- inklinometriputken täyttömateriaalin tyyppi, menekki sekä laskennallinen menekki
- huomiot pohjavedestä
- muut huomiot, mm pysyykö vesipinta putkessa ennen täyttöä
- anturiputken ja suojaputken välinen etäisyys syvyysuunnassa.

Suomessa yleisesti käytössä oleva automaatti-inklinometri koostuu kolmemetrisistä toisiinsa liitetyistä osista. Liitososan ollessa auki kolmemetriset osat saa kuljetuksen ajaksi nippuun. Lukitusosan ollessa kiinni osat lukittuvat toisiinsa yhtenäiseksi sauvaksi, jossa kaikki anturit ovat toisiinsa nähden samassa suunnassa. Suunta on merkitty jokaiseen anturiin, jotta antureiden suunnan varmistaminen asennuksen yhteydessä on mahdollista.

Automaatti-inklinometri asennetaan inklinometriputkeen siten, että alin osa nostetaan pystyyn ja lasketaan inklinometriputkeen. Seuraavaksi toinen osa nostetaan pystyyn alimman osan päälle ja lukitusosa lukitaan. Tämä toistetaan, kunnes kaikki inklinometrin osat ovat inklinometriputken sisällä. Ylimmän anturin yläpuolelle asennetaan ruuviliitoksella oikeanmittainen tyhjä putki, jolla ylin anturi painetaan oikealle syvyydelle. Ylimmässä anturissa on suuntamerkki, joka kohdistetaan tyhjän putken kyljessä olevan viivan kanssa.

Kun tyhjä ylin putki on paikallaan, automaatti-inklinometrin suunta säädetään maastoon nähden oikeaksi ja lukitaan lukitustyökalulla vandaaliputkeen. Inklinometriputken ja automaatti-inklinometrin välinen tyhjätila täytetään ensin vedellä ja sitten suodatinhiekkalla. Hiekan menekin tulisi olla noin 1 säkki/8 m inklinometriä. Kun inklinometriputki on täynnä hiekkaa, asennus on valmis. Asennettuun inklinometriin merkitään asennussuunnat näkyvälle paikalle.