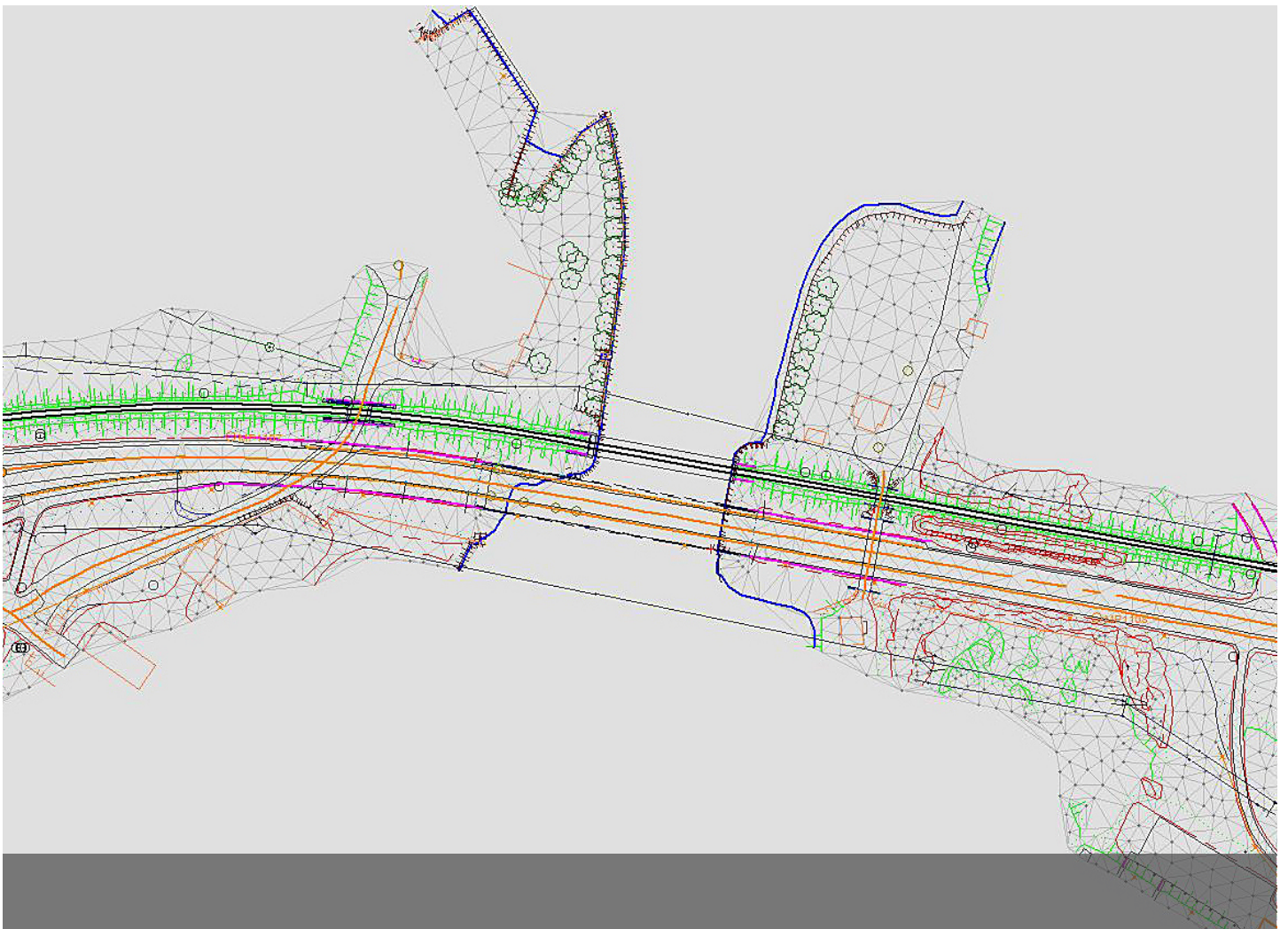


Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot Mittausohje



Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot Mittausohje

Liikenneviraston ohjeita 18/2017

Liikennevirasto
Helsinki 2017

Kannen kuva: Vt 14 Savonlinna, Laitaatsalmen maastomallioite

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-392-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Hankesuunnitteluosasto

Vastaanottaja
ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue

Korvaa/muuttaa
Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot -
Mittausohje, Liikenneviraston ohjeita 18/2011

Voimassa
5.4.2017 alkaen toistaiseksi

Kohdistuvuus
Liikenneviraston **Suunnittelu ja hankkeet** -toimiala
Liikenneviraston **Väylänpito** -toimiala
ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri
-vastuualue

Asiasanat
Tiet, radat, hankkeet, mittaus, mittausmenetelmät

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje

Ohje on päivitetty kokonaisuudessaan.

Tätä ohjetta noudatetaan Liikenneviraston ja ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri -vastuualueen maastomittausten tekemisessä.

Mittausohjeessa on kuvattu tie- ja ratahankkeiden suunnittelussa tarvittavat maastomittaukset, mittausten tekemisen yleiset ja yksityiskohtaiset ohjeet, laatuvaatimukset ja dokumentointi sekä laaduntarkastusmenettelyt.

Ohjeessa käsitellyt tuotteet ovat mittausperusta, maastomalli, yleispiirteinen maastomalli ja pohjakartta sekä ortokuvamosaiikki.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Kehittämispäällikkö

Matti Ryyänen

*Tämä ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.
Sähköisen allekirjoituksen merkintä on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA
Antti Castrén
Liikennevirasto
puh. 029 534 3430

Esipuhe

Ohje on päivitetty kokonaisuudessaan ohjeen "Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet" kanssa. Muutokset ja lisäykset on esitetty tekstissä vihreällä värillä.

Tienuunnittelussa käytössä ollut ohje maastomittauksista on monelta osin vanhentunut ja siitä puuttuu nykyisin pääsääntöisesti laserkeilauksella tehtävän maastomittauksen menetelmäkuvaus ja laatuvaatimukset. Ratahallintokeskuksen maastomittausohjeet ovat uudemmat kuin Tiehallinnossa noudatettu ohje. Liikennevirastouudistuksen myötä todettiin tarkoituksenmukaiseksi päivittää yhteiset ohjeet maastomittauksille tie- ja ratahankkeissa.

Tällä ohjeella korvataan vuodelta 1994 oleva Tielaitoksen "Maastomallimittaukset" -ohje, TIEL 2140008, sekä Ratahallintokeskuksen julkaisu "Geodeettiset mittaus-työt D 15" ja sitä täydentävä liite "Maastomallin mittausohje".

Tarkan maastomallin koodausohjeena on **Infra maastomalli -formaatti**. Formaatti on yleisesti tunnettu ja laajalti käytössä myös kuntasektorilla.

Mittausohjeessa on uutena tuotteena yleispiirteinen maastomalli. Yleispiirteistä maastomallia käytetään useimmiten yleissuunnitteluvaiheessa ja yhdistelmämalleissa visualisoinnin ja melulaskentojen apuna.

Tilaaajan tarkastusmenettelyssä siirrytään tarkistuspoikkileikkauksiin perustuvasta tarkastuksesta näytepohjaiseen ISO-standardien mukaiseen tilastolliseen tarkastukseen. Aineistoilta edellytettävä laatutaso ilmaistaan hyväksyttävän laadun rajan ilmaisevalla AQL-luvulla (Acceptable quality limit). AQL-luku ilmoittaa sen rajan, jota pienempää määrää virheellisiä yksiköitä sataa tuoteyksikköä kohden pidetään hyväksyttävänä.

Ohjeen liitteinä ovat tilaaajan tarkastusmenettelykuvaksen lisäksi tarkan ja yleispiirteisen maastomallin koodilistat sekä asiakirjamallit mittaussuunnitelmien ja -raporttien sisältöluetteloiksi. Näiden asiakirjojen avulla pyritään yhtenäistämään käytäntöjä maastomittausten hankinnassa.

Mittausohjeen laatimistyötä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet:

Matti Rynnänen, pj	Liikennevirasto, Suunnittelun ohjaus -yksikkö
Hannes Mäkinen	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Kari Komi	Keski-Suomen ELY-keskus
Miikka Tast	VR-Track Oy

Mittausohje on laadittu Sito Tietotekniikka Oy:ssä, jossa työstä on vastannut Kyösti Laamanen ja asiantuntijana on ollut Erno Puupponen. Jorma Marttinen Geoaudit Oy:stä on laatinut Maastotietojen näytetarkastusohjeen (liite 7).

Mittausohjeen päivityksen laatimistyötä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet:

Matti Rynänen, pj	Liikennevirasto, Hankesuunnitteluosasto
Heidi Mäenpää	Liikennevirasto, Hankesuunnitteluosasto
Antti Castrén	Liikennevirasto, Tekniikka ja ympäristöosasto
Hannes Mäkinen	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Pasi Kråknäs	VR-Track Oy, Liikenneviraston asiantuntijana
Sami Jaakkola	VR-Track Oy, Liikenneviraston asiantuntijana

Ohjeen päivitys on laadittu Sito Oy:ssä, jossa työstä on vastannut Kyösti Laamanen ja asiantuntijana on ollut Milla Lötjönen. Kyösti Laamanen on päivittänyt myös Maastotietojen näytetarkastusohjeen (liite 7).

Helsingissä huhtikuussa 2017

Liikennevirasto
Hankesuunnitteluosasto

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	8
1.2	Tuotteiden kuvaus ja käyttötarkoitus	8
1.2.1	Mittausperusta	8
1.2.2	Maastomalli.....	9
1.2.3	Yleispiirteinen maastomalli	9
1.2.4	Pohjakartta.....	9
1.2.5	Ortokuva	9
1.3	Sovellettavat määräykset, standardit ja ohjeet	9
2	MITTAUSPERUSTA	10
2.1	Tasokoordinaatisto ja korkeusjärjestelmä	10
2.2	Mittausperustan rakenne ja hierarkia.....	10
2.2.1	Lähtöpisteet	10
2.2.2	Verkon rakenne ja pisteluokat	11
2.3	Mittausten suoritus	12
2.3.1	Mittaussuunnitelma.....	12
2.3.2	Pisteiden rakentaminen.....	12
2.3.3	Tasorunkomittaus.....	13
2.3.4	Korkeusmittaus	14
2.3.5	Laskenta.....	15
2.3.6	Dokumentointi, mittausraportti ja pistekortit	15
2.4	Laadun varmistus	17
2.5	Koordinaatistomuunnokset ja korkeusjärjestelmän vaihtaminen	17
2.6	Mittausperustan saneeraus	18
3	MAASTOMALLI	20
3.1	Maastomallin tietosisältö ja laatuvaatimukset.....	20
3.2	Mittaus.....	21
3.2.1	Mittausmenetelmät	21
3.2.2	Mittaussuunnitelma.....	21
3.2.3	Tiedon keruu	21
3.2.4	Maastomallin tuottaminen.....	24
3.2.5	Maastomallin editointi.....	27
3.3	Aineiston toimitus, dokumentointi ja raportointi.....	28
3.4	Laadun varmistus	29
4	YLEISPIIRTEINEN MAASTOMALLI.....	31
4.1	Yleispiirteisen maastomallin tietosisältö ja laatuvaatimukset.....	31
4.2	Mittaus.....	31
4.3	Aineiston toimitus, dokumentointi ja raportointi.....	31
4.4	Laadun varmistus	32
5	ORTOKUVAMOSAIIKKI.....	34
5.1	Ortokuvamosaiikin tietosisältö ja laatuvaatimukset	34
5.2	Ortokuvamosaiikin tuottaminen.....	34
5.3	Ortokuvamosaiikin toimitus, dokumentointi ja raportointi.....	35
5.4	Laadun varmistus	35
6	POHJAKARTTA	36
6.1	Pohjakartan tietosisältö ja laatuvaatimukset	36

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje

6.2	Pohjakartan tuottaminen ja ajantasaistaminen	36
6.3	Pohjakartan toimitus, dokumentointi ja raportointi.....	36
6.4	Laadun varmistus.....	37

LIITTEET

Liite 1	Tarkan maastomallin koodiluettelo
Liite 2	Maastomallin tarkastuslista
Liite 3	Yleispiirteisen maastomalliin koodiluettelo
Liite 4	Pohjakartan tasojako
Liite 5	Mittausperustan pistekorttimalli
Liite 6	Mittaussuunnitelmat ja -raportit
Liite 6.1	Mittausperustan mittaussuunnitelman sisältöluettelo
Liite 6.1.1	Mittausperustan suunnitelmalomake, pienet hankkeet
Liite 6.2	Maastomallien, pohjakartan ja ortokuvien mittaussuunnitelman sisältöluettelo
Liite 6.3	Mittausperustan mittausraportin sisältöluettelo
Liite 6.3.1	Mittausperustan mittausraporttilomake, pienet hankkeet
Liite 6.4	Maastomallien, pohjakartan ja ortokuvien mittausraportin sisältöluettelo
Liite 6.4.1	Maastomallien, pohjakartan ja ortokuvien mittausraportin lomake, pienet hankkeet
Liite 7	Maastotietojen näytetarkastusohje
Liite 8	Malleja ja esimerkkikuvia

1 Yleistä

1.1 Johdanto

Tässä ohjeessa on kuvattu tie- ja ratahankkeiden suunnittelussa tarvittavat maastomittaukset, mittausten tekemisen yleiset ja yksityiskohtaiset ohjeet, laatuvaatimukset sekä laaduntarkastusmenettelyt.

Maastomallit on jaettu tarkkaan ja yleispiirteiseen maastomalliin. Maastomallien tuottamisen menetelmät on kuvattu, ja raiteen kartoitus on erotettu omaksi kappaleekseen. Tarkan maastomallin koodiluettelo on tarkistettu ja yhtenäistetty entisen Ratahallintokeskuksen ohjeistuksen kanssa. Yleispiirteiselle maastomallille on kuvattu tietosisältö ja oma koodiluettelo.

Eri työvaiheiden dokumentointiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Aineistojen laadunvarmistus perustuu yhä enemmän aineiston tuottajan omaan laadunvarmistusmenettelyyn ja siitä laadittuihin dokumentteihin. Ohjeen liitteissä on esitetty mittaussuunnitelmien ja -raporttien sisältöluettelomalleja **sekä joidenkin tuotteiden kohdalla täytettäviä suunnitelma- ja raportointilomakkeita, joita voidaan käyttää erikseen sovittavissa pienissä hankkeissa.**

Tilaaajan tekemä aineistojen tarkastus tapahtuu näytepohjaisella tarkastuksella. Aineistoilta edellytettävä laatutaso ilmaistaan hyväksyttävän laadun rajan ilmaisevalla AQL-luvulla (Acceptable quality limit). AQL-luku ilmoittaa sen rajan, jota pienempää määrää virheellisiä yksiköitä sataa tuoteyksikköä kohden pidetään hyväksyttävänä. Näytetarkastus on kuvattu yksityiskohtaisesti tämän ohjeen liitteessä 7 (Maastotietojen näytetarkastusohje).

Tämän ohjeen rinnalla on uudistettu myös tie- ja ratahankkeiden maastotietojen hankinnan toimintaohjeet. Toimintaohjeessa on kuvattu eri suunnitteluvaiheissa tarvittavat maastotiedot ja niiden hankintaan kuuluvat tehtävät, laadunvarmistus, tulokset ja dokumentointi.

1.2 Tuotteiden kuvaus ja käyttötarkoitus

1.2.1 Mittausperusta

Mittausperusta muodostuu hankkeen alueelle rakennetuista pysyvistä kiintopisteistä ja niille geodeettisin mittauksin tuotetuista tasokoordinaateista ja korkeuksista. Mittausperustan avulla sidotaan kaikki hankkeen maastossa tehtävät mittaukset käytettävään tasokoordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään.

Mittausperusta tuotetaan kaikille hankkeille viimeistään siinä vaiheessa, kun hanke etenee tie- tai ratasuunnitteluvaiheeseen ja suunnittelutyön pohjaksi tarvitaan tarkkoja maastomalleja.

1.2.2 Maastomalli

Maastomalli on digitaalisessa muodossa oleva, taiteviivoista ja pisteistä ja niihin liittyvistä ominaisuustiedoista koostuva aineisto, jota käytetään tie-, rata- ja rakennussuunnitteluvaiheissa maaston pintaa ja rakenteita kuvaavana lähtötietona. Maastomalli on tarkin väyläsuunnittelussa käytettävä maastotietoaineisto.

1.2.3 Yleispiirteinen maastomalli

Yleispiirteinen maastomalli on digitaalisessa muodossa oleva, taiteviivoista ja pisteistä sekä niihin liittyvistä ominaisuustiedoista koostuva aineisto, jota käytetään väylähankkeiden yleissuunnittelussa maaston pintaa ja rakenteita kuvaavana maastotietona.

1.2.4 Pohjakartta

Pohjakartta on digitaalisessa muodossa oleva suunnitelmien esityspohja, jota käytetään myös suunnittelutyön aikana erilaisiin visuaalisiin tarkasteluihin ja arviointeihin. Pohjakartan esitystapa on yhtenäinen kaavoituksen pohjakarttojen kanssa.

1.2.5 Ortokuva

Ortokuva on koordinaatistoon oikaistu digitaalimuodossa oleva ilmakekuva. Ortokuvaa käytetään maastomallin tuotannossa sekä suunnittelussa visuaalisena oheisaineistona sekä suunnitelmien havainnollistamisessa.

1.3 Sovellettavat määräykset, standardit ja ohjeet

Väylähankkeiden maastotietojen tuottamisessa noudatetaan ja sovelletaan seuraavia määräyksiä, standardeja ja ohjeita:

- Julkisen hallinnon suositukset nrot 163, 184, 185, 196, 197
- Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen muunnoksissa, Geodeettisen Laitoksen tiedote 29, 2009
- Suomen geodeettiset koordinaatistot ja niiden väliset muunnokset, Geodeettisen Laitoksen tiedote 30, 2009
- ISO 2859 ja ISO 3951 -standardit, ISO 19157
- Ratatekniset ohjeet (RATO), osa 2, Radan geometria, Liikennevirasto 2010

2 Mittausperusta

2.1 Tasokoordinaatisto ja korkeusjärjestelmä

Tie- ja ratahankkeissa koordinaattijärjestelmänä käytetään yleiseurooppalaisen ETRS89 -järjestelmän suomalaista realisaatiota EUREF-FIN. Tasokoordinaatiston projektiona käytetään ETRS-GKnn -projektiota, jossa nn on projektion keskimeridiaani. Keskimeridiaanina käytetään **tasa-asteisia pituuspiirejä välillä 19 - 31 astetta**. Keskimeridiaaniksi voidaan valita hanketta lähin tasa-asteluvun pituuspiiri tai hankkeen kannalta muuten käytännöllisin keskimeridiaani. Esimerkiksi alueelta saatavilla olevat kunnan maastotietoaineistot ja niissä käytetty projektiokaista voivat vaikuttaa valintaan. Suurissa hankkeissa projektiokaistaa voidaan tarvittaessa **levytää 3 asteen levyiseksi**. Tällöin tulee huolehtia siitä, että projektio (mittakaava)korjaukset tehdään kaikkiin maastossa tapahtuviin mittauksiin.

Koordinaatit esitetään **lyhentämättöminä** kolmella desimaalilla, itäkoordinaatin edessä ilmoitetaan keskimeridiaani, esim. N = 6744392.371, E = 27486935.867.

Käytettävien tasokoordinaatistojen kansainväliset ESPG -koodit ovat:

3860 (ETRS-GK19), 3861 (ETRS-GK20), 3862 (ETRS-Gk21), 3863 (ETRS-GK22), 3864 (ETRS-GK23), 3865 (ETRS-GK24), 3866 (ETRS-GK25), 3867 (ETRS-GK26), 3868 (ETRS-GK27), 3869 (ETRS-GK28), 3870 (ETRS-GK29), 3871 (ETRS-GK310), 3872 (ETRS-GK31)

Korkeusjärjestelmänä käytetään N2000-järjestelmää. Muunnoksissa EUREF-FIN -järjestelmän ellipsoidikorkeuksista N2000-järjestelmän normaalikorkeuksiin käytetään **valtakunnallista FIN2005N00-geoidimallia** tai hankekohtaista erikseen määritettyä geoidimallia.

2.2 Mittausperustan rakenne ja hierarkia

2.2.1 Lähtöpisteet

Mittausperusta liitetään koordinaatistoon käyttäen lähtöpisteinä valtakunnallisia **E1-E3** -luokan kolmiopisteitä, joille on mitattu **EUREF-FIN** -koordinaatit. Lähtöpisteinä voidaan käyttää myös **lähimpiä jatkuvasti mittausdataa kerääviä pysyviä tukiasemia, joilla on valtakunnallinen E1-E2 -luokitus**. Lähtöpisteitä on oltava vähintään **3** kpl ja mittausperustan on jäätävä kokonaan niiden muodostaman kuvion sisään.

Lähtöpisteiksi **valitaan** pisteitä, joiden **GNSS** -sopivuus on Maanmittauslaitoksen kiintopisterekisterissä luokiteltu luokkiin "erinomainen" tai "hyvä". Jollei tällaisia ole sopivasti tarjolla, voidaan käyttää luokan "tyydyttävä" pisteitä. Pisteiden sopivuus GNSS -mittaukseen varmistetaan aina maastossa jolloin myös luokan "välttävä" lähtöpisteet voidaan todeta käyttökelpoisiksi esim. metsän hakkuun ansiosta.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje

Korkeusmittauksen lähtöpisteinä käytetään valtakunnallisia I-III -luokan korkeuskiintopisteitä. Tilaajan suostumuksella voidaan poikkeustapauksissa käyttää kuntien korkeuskiintopisteitä, jollei mittausalueen läheisyydessä ole valtakunnallisia korkeuskiintopisteitä

2.2.2 Verkon rakenne ja pisteluokat

Mittausperusta muodostuu yhdistetyistä taso- ja korkeuskiintopisteistä. Mittausperusta muodostetaan hierarkkisesti kaksitasoiseksi. Ylempi luokka muodostuu 1-1,5 km välein mitattavista peruspisteistä. **Jonomaisessa peruspisteverkossa joka viides piste tehdään pistepariksi, jolloin verkkoon saadaan myös suuntasulkuja esim. käyttöpisteiden jonomittaukseen takymetrillä.**

Alempi luokka muodostuu 100 - 400 m välein sijaitsevista käyttöpisteistä, jotka sijaitsevat peruspisteparien välissä. Vierekkäisillä pisteillä tulee olla keskinäinen näkyvyys. Käyttöpisteiden on sijoitettava maastomallialueella siten, että ne sijaitsevat mahdollisimman keskellä aluetta.

Apupisteet ovat mittaustyön aikaisia pisteitä, joita ei rakenneta pysyvästi maastoon. Tukipisteet ovat ilmakehuusta varten näkyvöitettäviä piisteitä. Niiden rakentamisessa noudatetaan normaalia pisteen rakentamiskäytäntöä.

Mittausperustan on katettava koko hankealue siten että uloimmat pisteet ovat alueen ulkopuolella.

Mittausperustan on katettava myös esim. risteävien liikenneväylien kohdalla olevat maastomallin haarakkeet siten, että verkko ulottuu haarakkeen pään ulkopuolelle.

Mittausperustan minimipistemäärä pienissä hankkeissa on 3 pistettä.

Mittausperusta tuotetaan noudattaen Julkisen hallinnon suosituksia JHS184, (Kiintopistemittaus EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmässä) siten, että lopputuloksena saadaan pisteluokan E4-E6 -mukaisia EUREF-FIN -järjestelmässä tunnettuja pisteitä. Luokituksen edellyttämät ellipsoidiset korkeudet voidaan luokissa E5-E6 tuottaa vaaituista korkeuksista geoidimallin avulla.

Pisteiden tarkkuusvaatimus määritellään suhteellisena tarkkuutena, joka lasketaan pistevirheen suhteesta etäisyyteen saman luokan naapuripisteeseen ja ilmoitetaan ppm (parts per million) -lukuna.

Pisteiden tarkkuusvaatimus on

Taso:

Peruspisteet	10 ppm
Käyttöpisteet	20 ppm (alle 200 m pisteväli, keskivirhe enintään 4 mm)
Apupisteet, tukipisteet	50 ppm

Korkeus:

Perus- ja käyttöpisteet	10 ppm (alle 200 m pisteväli, keskivirhe enintään 2 mm)
Apupisteet, tukipisteet	50 ppm

2.3 Mittausten suoritus

2.3.1 Mittaussuunnitelma

Ennen mittausten aloittamista laaditaan mittaussuunnitelma, joka esitetään tilaajalle. Mittausperustan mittaussuunnitelman sisältöluettelo on esitetty liitteessä 6.1.

Mittaussuunnitelmassa esitetään:

- Lähtöpistetiedot
- Mittaustapa ja kalusto
- Havaintojen suoritustapa
- Laskentamenetelmä ja -ohjelmat
- Mittausorganisaatio
- Numeerisessa muodossa olevat suunnitelmakartat, joilla esitetään:
 - Hankkeen aluerajaus
 - Lähtöpisteet, taso ja korkeuskiintopisteet
 - Peruspisteiden suunniteltu sijainti
 - Käyttöpisteiden suunniteltu sijainti

Pienissä hankkeissa mittaussuunnitelma voidaan tilaajan suostumuksella korvata liitteessä 6.1.1 esitetyllä lomakkeella.

2.3.2 Pisteiden rakentaminen

Pisteet on rakennettava ensisijaisesti kallioon, isoon maakiveen tai kiinteään rakenteeseen. Jos pisteet merkitään maastoon, pisteenä käytetään vähintään 90 mm x 16 mm ankkuroitavaa pulttia. Jos pisteitä ei vaadita merkittäväksi, voidaan pulttipisteenä vähintään käyttää 50 x 12 mm ankkuroitavaa pulttia.

Käyttöpisteenä ja vain erityisestä syystä peruspisteenä voidaan käyttää maaperään lyötävää putkea. Putken pituus on vähintään 1 metri ja siinä on oltava uloslyötävät harukset ja kauluslevy. Putki upotetaan maahan 5-20 cm syvyyteen. Pisteestä tulee olla koneruuvikierre. Putkipisteille on saatavilla putkeen lyötäviä kierrekappaleita.

Pulttipisteet voidaan tilaajan vaatimuksesta merkitä pisteeseen ruuvattavalla n. 800 x 50 mm keltaisella muovipaalulla ja putkipisteet putken viereen lyötävällä keltaisella muovipaalulla tai keltaiseksi maalatulla 5 x 5 cm puupaalulla. Paaluun kirjoitetaan pistenumero ja etäisyys pisteeseen. Tällöin kallioon tai kiveen rakennettavan pisteen minimikoko on 90x16 mm. Paalua ei saa sijoittaa sisä- tai ulkoluiskaan, vaan paalu sijoitetaan luiskan taakse.

Tiekohteissa pisteitä ei saa rakentaa tien pinnoille tai sisäluiskaan. Poikkeuksiin on saatava tilaajan suostumus. Ratakohteissa penkereellä olevan radan kohdalla käyttöpisteet voidaan rakentaa ratapenkereelle, jollei niitä käytettävyyden huomioon ottaen voida sijoittaa muualle.

Ratakohteissa käyttöpisteinä voidaan käyttää sähköratapylvään perustuksessa olevia pultteja, joihin tehdään keskistystä varten merkkireikä.

Pehmeikköalueilla voidaan tarvittaessa käyttää putkipaaluperustusta. Tällöin pisteen perustamiseen käytetään vähintään 100 mm halkaisijaltaan olevaa, kantavaan maahan asti upotettua teräsputkea. **Malliesimerkki putkipaaluperustuksesta on liitteessä 8.**

GNSS -satelliittimittauksella mitattavat pisteet tulee sijoittaa niin, että niiltä on **hyvä satelliittinäkyvyys siten, että näkemäesteitä on mahdollisimman vähän 20° horisontin yläpuolella.**

2.3.3 Tasorunkomittaus

2.3.3.1 Peruspisteet

Mittaukset tehdään staattisena GNSS -mittauksena kaksitaajuus -vastaanottimilla.

Mittauksissa noudatetaan Julkisen hallinnon suosituksia JHS184 siten, että lopputuloksena saadaan vähintään pisteluokan E4 mukaisia kiintopisteitä.

Mittauksista laaditaan mittauspöytäkirjat, joista selviävät pistekohtaisen havaintoajat, antennikorkeudet, mittausten suorittaja.

2.3.3.2 Käyttöpisteet

Mittaukset tehdään JHS184 suositusten mukaan takymetrilla käyttäen lähtöpisteinä peruspisteitä siten, että lopputuloksena saadaan E5 -luokan kiintopisteitä.

Jos kaikille käyttöpisteille voidaan varmistaa hyvä satelliittimittauskelpoisuus, voidaan mittaukset tilaajan suostumuksella tehdä staattisena GNSS -mittauksena JHS184 suositusten mukaan pisteluokan E5 vaatimusten mukaisesti. GNSS -mittauksen käyttö ei kuitenkaan saa vaikuttaa pisteiden sijoitteluun niin että niiden käytettävyys hankkeen eri vaiheissa heikkenee.

Ratahankkeissa, joissa käyttöpisteet on rakennettu sähköistyspylväiden perustuksiin, voidaan niiden mittaus tehdä peruspisteisiin sidottuna verkkona vapailta asemapisteiltä suunta- ja etäisyshavainnoilla pisteeseen kiinnitettyyn prismaan. Mittaustapaa havainnollistava kuva on esitetty liitteessä 8.

Pienissä hankkeissa, joissa staattinen GNSS -mittaus muodostuisi hankkeen kokoon nähden kohtuuttoman raskaaksi, voidaan mittausperusta mitata reaaliaikaisella GNSS -menetelmällä JHS184:ssä esitetyllä tavalla. Tällöin mittausperusta muodostuu E5-E6 -luokan käyttöpisteistä. Kyseiseen mittaustapaan on oltava ehdottomasti tilaajan suostumus. Pieniä hankkeita ovat esimerkiksi liittymän parantamis- ja lyhyet jalkukku- ja pyörätiehankkeet, joiden pituus on alle 500 m.

2.3.4 Korkeusmittaus

Vaaitus

Peruspisteiden ja käyttöpisteiden korkeuden mittaus tehdään jonovaaituksena. Lähtöpisteinä on käytettävä vähintään kahta korkeuskiintopistettä. Mittaus tehdään jonomaisena tai rinnakkaisina linjoina, joilla on vähintään yksi yhteinen solmupiste. Jos korkeuden mittauksessa käytetään lähtöpisteinä sekä valtakunnallisia että kunnan korkeuskiintopisteitä on niiden välinen yhteensopivuus varmistettava yhdistämällä vaaituslinjat.

Jos vaaituksen laskennassa ei saavuteta vaadittua 10 ppm tarkkuutta, tehdään uusintavaaitus tarvittavilla vaaituslinjoilla. Jos uusintavaaituksen jälkeen todetaan virheen olevan lähtöpisteessä, poistetaan epäluotettaviksi arvioidut lähtöpisteet laskennasta.

Kojeasemien tähtäsetäisyyksien ero ei saa olla yli 20 m ja pisin tähtäys saa olla enintään 100 m. Korkeus mitataan pultin pintaan, mahdollinen kiinnitysruuvi poistetaan ennen mittausta.

Trigonometrinen korkeusmittaus

Trigonometrinen menetelmä voidaan käyttää, jos korkeusmittaus ei ole työturvallisuuskäytännön huomioita ottaen mahdollista vaaitsemalla, esimerkiksi vilkkaat rataosuudet. Menetelmässä määritetään mittauspisteen korkeus pystykulman ja etäisyyden avulla. Havaintokojena on takymetri. Se pystytetään korkeudeltaan tunnetulle pisteelle tai käytetään vapaa asemapiste -menetelmää. Takymetrillä mitataan pystykulma mittauspisteellä olevaan prismaan ja kojeen ja prisman välinen vinoetäisyys. Lisäksi mitataan kojeen ja prisman korkeudet. Kojen pystytetään kolmijalan ja luodin avulla suoraan mitattavan pisteen yläpuolelle tai vaihtoehtoisesti käytetään vapaa asemapiste -menetelmää.

Trigonometrinen korkeuden mittausta suoritettaessa on mittausten suorittamiseen kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta vaadittu 10 ppm tarkkuus saavutetaan. On myös huomiotava, että mittauksissa käytettävän kojeen kulmanlukutarkkuuden on oltava vähintään 0.5 mgon ja mitattavien etäisyyksien on oltava alle 150 m, keliolosuhteet huomioiden lyhyempikin. Mikäli korkeutta viedään jonomittauksen yhteydessä, jolloin havainnot otetaan sarjoina molempiin suuntiin, voi kojeasemien väli olla pidempi, mikäli keliolosuhteet sarjojen välillä pysyvät stabiilina. Laskenta tehdään jälkilaskentana. Korkeudenmittaus tehdään aikana, jolloin keliolosuhteet ovat mittaukselle suotuisat (esim. huomattavaa väreilyä ei saa olla).

Havainnot tehdään kohde kerrallaan välittömästi molemmissa kojeasemissa pystykehän indeksivirheen minimoimiseksi. Kojen- ja tähykorkeudet pultista mitataan yleensä vinosti (ei luotiviivan suuntaisesti), joten korkeudet on redukoitava pystysuoriksi etäisyyksiksi. Tätä varten on lisäksi mitattava tai tiedettävä kojeen ja/tai tähyksen korkeusindeksin ja pystyakselin välinen vaakaetäisyys. Tarkistuksena korkeudet mitataan kojeen ja/tai tähyksen molemmilta puolilta. Lopullisena korkeutena käytetään redukoitujen korkeuksien keskiarvoa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erityistä tehdasvalmisteista koje-/tähykorkeusmittaria, joka avulla saadaan suoraan kojeen/tähyksen redukoitu korkeus. Molemmissa tapauksissa korkeus pultista on määritettävä

+/- 1 mm tarkkuudella. Sekä kojeen että tähysten korkeudet mitataan ennen havaintojen aloittamista ja havaintojakson jälkeen. Mittauksen tiedot on talletettava tiedostoon tai havaintolomakkeelle.

Käytettäessä vapaa asemapistemenetelmää koje ei ole missään vaiheessa pultilla, jolloin kojeen korkeuksia ei tarvitse mitata.

Havaintotyössä käytetyn kojeen pitää olla kalibroitu ja sen virheet on tunnettava. Samoin jonomittauskaluston pakkokeskitysalustat on kalibroitava. Takymetrin kanssa on käytettävä saman koje- eli laitekorkeuden käsittävää prisma- ja tähyssarjaa alustoi-neen. Epäkeskisten prismojen käyttöä on syytä välttää.

Takymetrihavaintojen yhteydessä kirjataan säätilatiedot ja ne huomioidaan tasoituslaskennassa. Havainnot tallennetaan alkuperäisinä eli niihin ei lasketa maastossa korjauksia.

Korkeuden määrittäminen staattisella GNSS -mittauksella

Jos valtakunnallisia tai käyttökelpoisia kunnan N2000 – korkeuskiintopisteitä ei ole käytettävissä vaaitusten kannalta kohtuullisen (alle 10 km) matkan päässä mittausalueesta, voidaan poikkeustapauksissa, tilaajan suostumuksella korkeusmittausperustan pisteille tuottaa staattisella GNSS -mittauksella jolloin N2000 – korkeus määritetään valtakunnallisen FIN2005N00 - geoidimallin avulla staattisen mittauksen tuloksena saaduista ellipsoidikorkeuksista. Korkeuden määrittäminen staattisella GNSS – mittauksen avulla on kontrolloitava joko ottamalla mittaukseen mukaan lähimmät (vähintään 2) satelliittimittaukseen soveltuvat, luotettavaksi todetut valtakunnalliset korkeuskiintopisteet tai tehtävä erillinen staattinen mittaus tällaisilla pisteillä. Vaaitun ja lasketun N2000 – korkeuden ero tällaisella kontrollipisteellä saa olla korkeintaan 3 cm.

2.3.5 Laskenta

Mittausperustan verkkojen taso- ja korkeusmittausten tasoituslaskenta tehdään **pienimmän neliösumman** virheyhtälötasoituksena. Yksittäiset vaaitusjonot voidaan laskea myös jonotasoituksena.

GNSS -mitatut verkot tasoitetaan ensin vapaina verkkoina mitausten sisäisen tarkkuuden arvioimiseksi ja tämän jälkeen kiinteään verkon tasoituksena, jossa lähtöpisteet ovat kiinteinä. Vaaitusverkkojen tasoituksessa lähtöpisteet on pidettävä aina kiinteinä.

2.3.6 Dokumentointi, mittausraportti ja pistekortit

Mittausaineisto dokumentoidaan ja luovutetaan numeerisessa muodossa. Luovutettava aineisto sisältää mittausraportin, pistekortit ja havaintotiedostot.

Mittausraportin sisältönä on:

- Lähtöpisteet ja niiden pistekortit
- Mittausten suoritustapa- ja kalusto
- Tasoituslaskennan tulokset, analysointi ja pistekohtaiset tarkkuusluvut (suhteellinen tarkkuus)
- Verkkopiirroskartat, joissa esitetään hankealue, liitosmittaukset lähtöpisteisiin, mitatut pisteet sekä lopulliset vektorit

- Verkkopiirroskartat tuotetaan erikseen peruspisteille ja käyttöpisteille. Vaaituslinjat esitetään erillisillä verkkopiirroksilla.
- Mitattujen pisteiden koordinaatit **Infra maastomittaus** -formaattissa. **Tiedostot nimitään: tiedostonimi.txt. Tiedostonimeen sisällytetään hankkeen nimi, sisältö ja käytetty koordinaatisto**
 - esim. kt51_runko_gk25_n2000.txt

Mittausraportti allekirjoitetaan ja allekirjoituksen yhteydessä todetaan, että työ on tehty Liikenneviraston ohjeita (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot- Mittausohje) noudattaen sekä niiden tarkkuus- että laatuvaatimukset täyttyvät. Esimerkki mittausraportin sisältöluettelosta on liitteenä 6.3.

Pienissä hankkeissa voidaan tilaajan suostumuksella raportointi tehdä liitteessä 6.3.1 annetun lomakkeen avulla.

Pistekortit laaditaan liitteessä 5 esitettyyn muotoon. Pistekorteissa pistekarttana voidaan käyttää ortokuvaa, suurimittakaavaista karttaa tai maastomallista tuotettua kuvaa. Jollei tällaisia ole käytettävissä, laaditaan pisteen sijainnista piirros, jossa sidemittaukset esitetään. Sidemittauskohdat esitetään kartassa/piirroksessa symbolein (esim. puu, pylvä). Pienimittakaavaisen rasterikartan suurennos ei kelpaa pistekartaksi.

Pisteiden sidemittaukset (**3 kpl**) on mitattava maastossa. Sidemittaukset voidaan myös laskea kohteiden koordinaateista. Kohteet tulee tässä tapauksessa valita siten, että sidemittojen käyttö pisteen etsiminen niiden avulla on mahdollista. Sidemittauskohdat **merkitään** maastoon keltaisella maalilla.

Pistekortit talletetaan koottuna yhteen pdf-muotoiseen tiedostoon.

Ratakohteissa pistekortteja ei vaadita. Pisteiden tiedot esitetään Excel -taulukossa liitteessä 8 esitetyssä muodossa.

Mittaushavainnot luovutetaan numeerisena seuraavasti:

- GNSS-mittausten pöytäkirjat
- GNSS-havainnot rinex- formaattissa
- Vaaitushavainnot ascii -muotoisina tiedostoina, joista selviää lähtö- ja sulkupisteet, taakse-eteen -havainnot ja kojeasemien välimatkat

Luovutetuissa aineistoissa pistenumeroiden tulee olla samat kuin koordinaattilistoissa ja pistekorteissa esitetyt.

Pisteet toimitetaan tilaajan vaatiessa myös Liikenneviraston kiintopisterekeriiniin.

Ennen toimitusta tilaajalle suoritetaan ns. itselleluovutus, jossa todetaan kaikki tehdyt työvaiheet ja listataan toimitettavat aineistot ja dokumentit. Itselleluovutuksesta laaditaan dokumentti, joka liitetään allekirjoitettuna toimitukseen.

2.4 Laadun varmistus

Toimittajan tekemä laadunvarmistus

Lähtökohtana mittausperustan tekijän sisäiselle laadunvalvonnalle on, että tekijällä on laatujärjestelmä tms. dokumentoitu menettelyohjeisto, joka sisältää mittauslaitteiden kalibrointikäytännön, pakkokeskistyslaitteiden säännölliset tarkistukset sekä mittaus-ten suorittamismenettelyn.

Tarkastetaan, että kaikista mitatuista pisteistä on laadittu pistekortit ja ne ovat ohjeen liitteen 5 mukaiset.

Tilaaajan tekemä aineiston tarkastus

Mittausperustan lopputulosten tarkkuuden laadun tarkastus perustuu käytettyjen lähtöpisteiden arviointiin, verkkojen rakenteen tutkimiseen ja laskentatulosten sekä saavutettujen tarkkuuden tunnuslukujen arviointiin.

Mittausperustan pisteiden rakentamien ja merkitseminen tarkastetaan maastossa otannalla.

Maastossa suoritetaan tarkastusmittauksia, jos laskentatulokset tai muu dokumentointi antaa aiheutta epäillä, että laatuvaatimukset eivät täyty. Tarkastusmittausmenetelmänä käytetään vähintään yhtä tarkkaa kalustoa kuin itse mittauksessa. Mittausmenetelmiä ovat staattinen GNSS -mittaus, kulma- ja etäisyysmittaukset takymetrillä ja tarkkavaaitus.

2.5 Koordinaatistomuunnokset ja korkeusjärjestelmän vaihtaminen

2.5.1 Tasokoordinaattien muuntaminen

Väylähankkeiden suunnittelussa käytetään paljon ulkopuolisten toimijoiden, kuten kuntien paikkatietoaineistoja. Samoin voidaan tarvita aiemmin tehtyjen suunnitelmien maastotietoja. Tällaisten aineistojen käyttäminen johtaa usein koordinaattimuunnoksiin.

Tasokoordinaattien muuntaminen KKJ- tai VVJ-järjestelmistä ETRS-GK-koordinaateiksi tehdään 4-parametrisella Helmert -muunnoksella. Muunnoksen laskemiseen käytetään molemmissa järjestelmissä tunnettuja vähintään neljää yhteistä pistettä, jotka sulkevat muunnettavan alueen sisäänsä. Muunnospisteiden koordinaattien tulee perustua mittauksiin tai ne on mitattava staattisella GNSS -mittauksella lähtien valtakunnallisista E1-E3 lk:n kolmiopisteistä.

Tasomuunnosten parametreja määritettäessä ja muunnoksia suoritettaessa tulee aina huolehtia, että laskenta tapahtuu samalla keskimeridiaanilla. Tarvittaessa tehdään ensin lähtökoordinaateille kaistan vaihto samaan kaistaan ETRS-GK-koordinaattien kanssa.

Kartta- ja yleispiirteisen maastomalliaineiston muuntamisessa voidaan käyttää myös alueen ympärillä olevia **valtakunnallisia** kolmiopisteitä, joille tunnetaan koordinaatit molemmissa järjestelmissä. Jos hankealueen lähellä (alle 10 km) ei ole käytettävissä valtakunnallisia kolmiopisteitä, voidaan koordinaatiston vaihtaminen tehdä Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen ylläpitämällä laskentapalvelulla tai sitä vastaavalla affiinisella kolmioittaisella muunnoksella.

Olemassa olevien, esim. kunnan/kaupungin omien muunnoskertoimien käyttämisessä on varmistettava huolellisesti niiden käyttökelpoisuus. Valmiiden muunnoskertoimien riskinä on, että ne eivät ole hankkeen kannalta riittävän tarkkoja johtuen parametrien laskennassa käytettyjen lähtöpisteiden sijainnista tai epätarkkuudesta.

Raidegeometrian muuntaminen ETRS-GNnn -tasokoordinaatistoon tehdään laske-
malla geometria uudelleen halutussa järjestelmässä. Jos uudelleenlaskenta ei ole mahdollista, on rata mitattava uudestaan.

2.5.2 Korkeusjärjestelmän vaihtaminen

Lyhyissä (alle 30 km) hankkeissa korkeusjärjestelmän vaihto tehdään vakiokorjauksella, joka lasketaan alueen lähellä olevien valtakunnallisten korkeuskiintopisteiden korkeustiedoista eri järjestelmissä. Pitkissä (yli 30 km) hankkeissa, etenkin itä-länsisuuntaisissa kohteissa on korjaus tehtävä osissa, koska maan nousun muutos on liian suuri hallittavaksi yhdellä korjauksella.

Jos hankealueen lähellä (alle 10 km) ei ole käytettävissä valtakunnallisia korkeuskiintopisteitä, tehdään korkeusjärjestelmän vaihtaminen N43, N60 ja N2000 -järjestelmien välillä Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen ylläpitämällä laskentapalvelulla tai sitä vastaavalla kolmiomenetelmään perustuvana laskentaohjelmalla. On huomattava, että N43 -järjestelmän kohdalla ko. menetelmällä ei toimi koko Lapin läänin alueella.

2.6 Mittausperustan saneeraus

Ratahankkeissa saatetaan joissakin tilanteissa joutua saneeraamaan olemassa olevaa mittausperustaa, jos kiintopisteitä on tuhoutunut paikoissa, joissa niitä tarvitaan maastomittausten lähtöpisteinä.

Saneerauksen edellytykset

Monesti rataverkon vanha mittaperusta ei ole absoluuttisesti oikealla paikalla, joten saneerattavia pisteitä ei voi sijoittaa pelkästään maanmittauslaitoksen tai geodeettisen laitoksen pisteisiin. Saneerattavien pisteiden yhteensopivuus olemassa olevan mittaperustan kanssa tulee varmistaa sitomalla mittaukset ympäröivään mittaperustaan.

Saneerattavat pisteet ovat aina luokkaa E5-E6.

Pisteiden saneerauksessa on huomioitava saneerattavan verkon tarkkuusvaatimukset suhteessa sidottavaan (vanhaan) mittaperustaan:

Tasotarkkuus 20 ppm

Korkeustarkkuus 10 ppm

Mikäli saneerattavia kiintopisteitä ei pystytä riittävällä tarkkuudella sitomaan olemassa olevaan kiintopisteverkkoon, tulee tehdä kokonaan uusi mittaperusta. Lähes aina tästä on seurauksena myös raidegeometrian ja siihen liittyvien ratalaitteiden mittaus, sekä raidegeometrian uudelleenlaskenta.

Takymetrillä tehtävä saneeraus

Takymetrillä kiintopisteiden saneeraus tulee tehdä aina siten, että mittaus suoritetaan jonomittauksena lähtien ja sulkien mittaukset lähimpiin hyväkuntoisiin olemassa olevaan paripisteeseen. Takymetrillä tehtävässä jonossa maksimipituus saa olla korkeintaan 2 km kahden olemassa olevan pisteparin välillä. Mikäli 2 km matkalla löytyy vain yksi hyväkuntoinen piste, jatketaan jonomittaukselta kunnes em. etäisyyden sisältä löydetään paripisteet. Tällaisen ”ylipitkän” jonon tasoituslaskentaan pitää ottaa mukaan myös yksittäiset jonon keskellä olevat hyväkuntoiset pisteet.

Staattisella GNSS -mittauksella tehtävä saneeraus

Staattisen GNSS -mittauksen periaate on sama kuin takymetrillä tehtävässä saneerausmittauksessa, eli mitataan saneerattavan osan lisäksi myös vähintään kaksi lähintä pistettä saneerausalueen molemmin puolin. Tunnettujen pisteiden alkuperäisten ja mitattujen koordinaattien eroista voidaan päätellä, voiko kyseistä menetelmää käyttää pisteiden saneerauksessa kyseisessä kohteessa. Staattinen mittaus tulee kysymykseen lähinnä uusien verkkojen ja laajojen saneerausten yhteydessä.

Reaaliaikainen GNSS -mittauksella tehtävä saneeraus

Kontrollimittauksilla tarkistetaan menetelmän sopivuus saneeraukseen (tasotarkkuus <20 ppm ja korkeustarkkuus <10 ppm). Pisteiden korkeus vaaitaan tai viedään trigonometrisesti. Katso tarkemmat ohjeet Reaaliaikaisesta pisteiden mittauksesta JHS 184.

3 Maastomalli

3.1 Maastomallin tietosisältö ja laatuvaatimukset

Tarkassa maastomallissa kuvattavat kohteet ja niiden luokittelu on esitetty koodiluettelossa liite 1.

Tie-, rata- ja rakennussuunnittelussa käytettävä tarkka maastomalli muodostetaan luokitelluista taiteviivoista ja hajapisteistä, joiden avulla tuotetaan pintamallit maanpinnalle sekä kalliopinnalle. Lisäksi malliin kuuluu **muuta mitattavia kohteita ja** kartoitustietoja, joita ei käytetä pintamallin muodostamiseen.

Kartoitustiedot ovat maanpäällisiä tai maanalaisia rakenteita, mutta myös maanpinnalla olevia kuviorajoja, joita ei ole mitattu pintaa pitkin.

Mittaamalla kartoitetaan maanpinta, kalliopinnan maanpinnalla olevat osat sekä pintoihin kuulumattomat rakenteet. Maastomalliin sisältyvät alle 5 metriä leveiden ojien ja purojen pohjat. Muiden vesistöjen pohjien mittauksesta sovitaan hankekohtaisesti.

Mitattavat kohteet jaotellaan viivamaisiin taiteviivoihin ja pistemäisiin kohteisiin, joita ovat maapinnan ja kallion hajapisteet sekä kartoituskohteet. **Maan pintamalli muodostetaan maanpinnan hajapisteistä ja taiteviivoista kolmioverkkomallina, jossa hajapisteiden välille rakennetaan mahdollisimman tasasivuinen epäsäännöllinen kolmioverkko (ns. Delaunayn kolmioverkko). Kolmiointia kuitenkin ohjataan siten, että taiteviivojen osat pakotetaan aina kolmioiden sivuiksi.**

Maastomallin tuottamisessa kolmiverkon ominaispiirteet on otettava huomioon jo mitausvaiheessa siten, että maanpinnan ja rakenteiden muodot kuvautuvat oikein. Esimerkiksi teiden pinnoille ja luiskiin tarvitaan hajapisteitä, jos rakennetta kuvaavat taiteviivat ovat kaukana (yli 10 m.) toisistaan. Samoin oikeaa pinnan kuvaamista tukemaan mitataan teille pysäkkien ja liittymien kohdalle ns. valereunoja ja muita taiteviivoja, jotka pakottavat kolmiverkon muodostumaan oikein ko. paikoissa.

Maastomallin tarkkuusmäärittelyssä yksikäsitteisten kohteiden mittauksen keskivirhe saa olla enintään 50 mm. Mittaustarkkuus koskee pistemäisiä kohteita ja viivamaisten kohteiden taitepisteitä. Korkeuden mittauksessa vaatimus koskee ns. kovia pintoja joiden korkeusasema voidaan yksiselitteisesti määrittää. Rakentamattomassa maastossa maanpinnan korkeuden tulkintaepävarmuus otetaan huomioon tarkastuksessa.

Sillan eräiden kiinteiden rakenteiden mittauksen keskivirhe saa olla enintään 25 mm. Raiteen kartoituksessa vaaditaan RATO 2:n mukaista erikoistarkkuutta: maksimivirhe +/- 20 mm. Nämä rakenteet on yksilöity koodiluettelossa.

Maastomallissa pinnan korkeuden interpoloinnin keskivirhe saa olla enintään 100 mm. Interpolointitarkkuus määrää taiteviivojen pistetiheyden kaarevissa kohteissa ja pistetiheyden maastomallin hajapistealueilla. Pisteväli ei kuitenkaan saa ylittää 10 metriä.

Maastomallin mittauksessa pisteväli sekä taiteviivoissa että hajapisteissä saa olla enintään 10 m, poikkeuksena raiteen kartoitus (ks. kohta 3.2.4.5). Laatutarkastuksessa yli 10 m pistevälejä taiteviivoissa saa olla enintään 10 % kaikista taiteviivoista. **Ylitys saa olla enintään 1 m ja interpoloinnin tarkkuusvaatimuksen (10 cm) tulee täytyä.** Hajapisteitä ja taiteviivoja tulee mitata siten, että siitä muodostettu kolmioverkko kattaa koko rajatun alueen.

Jos hankkeen suunnittelu perustuu tietomallipohjaiseen menetelmään, maastomallin tietyiltä kartoituskohteilta voidaan edellyttää kolmiulotteista mittausta ja mallinnusta. Tällaisia kohteita voivat olla esim. portaalit, valaisinpylväät, rakennukset, puut ym. Kolmiulotteisuus toteutetaan muodostamalla kohteista 3D-viivoja, jolloin ne saavat oman taiteviivanumeronsa. Tietomallipohjaisten suunnitteluhankkeiden edellyttämät 3D-kartoituskohteet määritellään hankinta-asiakirjoissa.

3.2 Mittaus

3.2.1 Mittausmenetelmät

Maastomallin mittaus on kaksivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan valitun tekniikan mukainen tiedonkeruu ja toisessa vaiheessa kerätyn datan jatkojalostus maastomalliksi sekä tuotetun mallin sisäinen laatukontrolli.

Mallin tuottamiseen käytettävät tekniikat ovat laserkeilaus **ilma-aluksesta**, ajoneuvo-laserkeilaus, maalaserkeilaus, fotogrammetrinen mittaus sekä maastokartoitus. Sallitut mittausmenetelmät maastomallikohteittain on esitetty tarkan maastomallin koodiluettelossa liite 1. Eräät maastomallikohteet on kartoitettava aina maastossa takymetrikartoituksena. Kyseiset kohteet on esitetty tarkan maastomallin koodiluettelossa liite 1.

Maastomittausta lukuun ottamatta tulisi tiedon keruuvaihe ajoittaa lehdettömän puun aikaan ja ajankohtaan, jolloin maa ei ole roudassa. Edullisin ajankohta on alkukevät, jolloin aluskasvillisuuden vaikutus on pienimmillään.

3.2.2 Mittaussuunnitelma

Ennen mittauksen aloittamista laaditaan mittaussuunnitelma, jossa esitetään mittauksen alueellinen laajuus, mittausmenetelmä, käytettävät kalustot ja ohjelmistot sekä henkilöstö ja aikataulu. Mittaussuunnitelmasta on käytävä ilmi suoritettavat laadunvarmistustoimenpiteet. Maastomallin mittaussuunnitelman sisältöluettelo on esitetty liitteessä 6.2.

3.2.3 Tiedon keruu

3.2.3.1 Laserkeilaus **ilma-aluksesta**

Keilaus tehdään siten, että pistetiheys nadiirissa on vähintään 20 p/m² ja maastojalanjälki (eng. footprint) on halkaisijaltaan enintään 15 cm. Pisteiden on jakauduttava tasaisesti koko keilattavalle alueelle. Aineistossa ei saa esiintyä vyöhykkeitä tai kaistoja, jossa pistetiheys (20p/m² nadiirissa) ei täyty. Lentolinjojen sitomisessa koordinaatioon käytetään vähintään kolmea GNSS -tukiasemaa, jotka sulkevat mallialueen sisäänsä. Asemina voidaan käyttää myös **pysyviä aktiivisia E2 -luokan tukiasemia.**

Keilauksen aineiston tasosijainnin yhteensopivuus hankkeen mittausperustaan ja tarvittaessa kalibrointi varmistetaan mittamalla n. 2 km välein yksiselitteisiä maastokohteita jotka voidaan tunnistaa laserkeilausaineistosta.

Satelliittipaikannus tuottaa aina lähtökohtaisesti mittauksille ellipsoidikorkeuksia. Niiden muuntamisessa normaalikorkeuksiksi käytetään FIN2005/N00 -geoidimallia tai paikallisesti määritettyä geoidimallia.

Mallialueelta tai sen läheisyydestä valitaan 2-3 tasaista aluetta, joille mitataan maastossa takymetrillä n. 10 x 10 m korkeuspisteruudusto, jolla keilausdatan korkeus kalibroidaan oikeaan tasoon. Pitkissä, yli 10 km väylähankkeissa kalibrointialueita mitataan n. 5 km välein. Lähtökorkeus takymetrimittaukseen otetaan kiintopisteeltä, jolla on vaaittu korkeus.

Keilauslentojen jälkeen mahdollisimman pian toimitetaan tilaajalle keilausraportti, josta ilmenee aluerajaus, keilauksen kattavuus ja keilauslennon georeferoinnin suoritus.

3.2.3.2 Laserkeilaus ajoneuvosta

Ajoneuvokeilausta käytettäessä kohteen kaikki ajokaistat, risteävät tiet mallialueella sekä rampit ja jalankulku- ja pyörätiet ajetaan. Maksimijonopeus on 80 km/h. Keilausdata sidotaan koordinaatistoon jälkilaskennalla käyttäen vähintään kolmea GNSS -tukiasemaa, jotka sulkevat alueen sisäänsä. Tukiasemina käytetään hankkeen mittausperustan peruspisteitä tai valtakunnallisia E1-E3 -luokan EUREF-FIN -pisteitä. Asemina voidaan käyttää myös pysyviä E2 -luokan tukiasemia.

Muunnos normaalikorkeuksiksi tehdään FIN2005/N00 -geoidimallia tai paikallisesti määritettyä geoidimallia.

Kohteelle mitataan takymetrillä n. 200 m:n välein maaliviivoja tms. maalauksia sekä tasosijainniltaan yksikäsitteisiä kohteita, joilla varmistetaan keilausdatan tarkka sijoitus koordinaatistoon. Takymetrimittauksen lähtökorkeus otetaan vaaitulta mittausperustan pisteeltä tai korkeuskiintopisteeltä.

3.2.3.3 Maalaserkartoitus

Pienehköjä maastomallikohteita, esim. olemassa olevia eritasoliittymiä voidaan kartoittaa maalaserkeilaimella. Mittauksen orientointi tehdään vapaan asemapisteen menetelmällä tai suuntahavainnoilla naapuripisteisiin, kun koje on pystytetty kiintopisteelle.

3.2.3.4 Fotogrammetrinen mittaus

Fotogrammetrisessä mittauksessa kohde kuvataan laajaformaattisella kalibroidulla (kalibrointiväli 2 v.) ilmakuvakameralla siten, että kuvauksen maastoresoluutio on 5 cm tai parempi. Maksimikuvauskorkeus on 800 m. Kuvauslennot suoritetaan keväällä ennen lehtien puhkeamista.

Ilmakuvausta varten kohteelle näkyvöitetään kaikki mittausperustan pisteet ja uusia mitattavia tukipisteitä siten, että kuvausjonojen reunoille tulee näkyvöitetty piste n. 500 m välein. Tukipisteiden koordinaatit (xyz) on mitattava takymetrillä tai staattisena

GNSS -mittauksena. Näkyvöityksessä käytetään ristisignaaleja, joiden siiven koko on 0,1 m x 1.0 m.

Ilmakuvaukselle suoritetaan fotogrammetrinen pistetihennys, jossa ratkaistaan ilmakuvioiden orientointitekijät. Pistetihennyksen painoyksikön keskivirhe saa olla enintään 1/2 pikseliä. Ilmakuvauksen jälkeen toimitetaan tilaajalle mahdollisimman pian kuvausraportti, jossa ilmenee aluerajaus, kuvauksen kattavuus, pilvettömyys ja kuvauksen onnistuminen radiometriselta kannalta.

3.2.3.5 Ilmakuvaus ja laserkeilaus miehittämättömästä ilma-aluksesta (UAS -kartoitus)

UAS-kartoitus soveltuu pienien kohteiden tiedon keruuseen. Tällaisia kohteita voivat olla esim. risteysalueet, eritasoliittymät tai ratapihat. Menetelmälle sopivien kohteiden on oltava avoimia, puusto ja aluskasvillisuus heikentävät maanpinnan mittausmahdollisuutta merkittävästi.

Kohteiden mittausperustaa koskevat samat vaatimukset, jotka tässä ohjeessa on esitetty kaikille maastotietojen mittaustöille. Kuvausta varten on näkyvöitettävä vähintään 6 mittausperustan pistettä. Pisteiden on suljettava alue kokonaan sisälleen ja alueen keskellä on oltava vähintään 2 pistettä. UAS -kuvauksen pituus/sivupeittojen on oltava vähintään 70 %

UAS -kuvauksessa käytetään kiinteäpolttovälistä kameraa. Kameran optiset piirtovirheet on otettava laskennassa huomioon joko käyttämällä laboratoriokalibrointia tai sellaista pistetihennysohjelmaa, jossa piirtovirheet määritetään ja poistetaan automaattisesti. Piirtovirheet on eliminoitava myös, jos kuva-aineistosta muodostetaan stereokartoituksessa käytettäviä stereomalleja.

UAS -keilaukseen sovelletaan kohdan 3.2.3.1 vaatimuksia.

UAS -lentoissa noudatetaan TRAFI:n määräyksiä kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättämisestä.

3.2.3.6 Maastokartoitus

Maastokartoitusta käytetään edellisissä kohdissa kuvatun menettelyn maastotäydennyksiin ja pienissä hankkeissa koko mallin tuottamiseen.

Takymetrimittaus suoritetaan runkopisteeltä tai vapaalta asemapisteeltä. Mittauksen orientointiratkaisut tallennetaan raportointia varten.

Reaaliaikaisella GNSS -satelliittimittauksella voidaan mitata laserkeilauksen täydennysmittausten kuviomaisia kohteita, kuten avokalliorajauksia ja kuviorajoja. Näissä kohteissa korkeus otetaan kuitenkin laserkeilauksen avulla tehdystä maanpintamallista. Eräät kartoituskohteet, jotka eivät lopullisessa maastomallissa mene maanpinnan kohteiksi, voidaan mitata satelliittimittauksena. Avoimilla alueilla kuten pelloilla voidaan myös maanpinnan hajapisteet ja taiteviivat sekä ojat mitata reaaliaikaisella GNSS -mittauksella. Avokallioiden hajapisteiden ja taiteviivojen GNSS -mittauksen edellytyksenä on myös, että alue on avoin esim. hakkuuaukea.

3.2.4 Maastomallin tuottaminen

3.2.4.1 Laserkeilaus ilma-aluksesta

Malli tuotetaan laseraineiston pistepilven, intensiteettitietojen ja ortokuva-aineiston tulkinnalla. Keilauksen yhteydessä tuotettua ortokuvaa ei yksinään saa käyttää taiteviivojen tasosijainnin mittaamiseen, johon niiden tarkkuus ei useimmiten riitä. Keilausaineiston tulkinnassa epävarmaksi jääneet kohteet ja pinnat kartoitetaan maastossa takymetrillä. Avokallioiden rajausten tasosijainti voidaan kartoittaa **reaaliaikaisena GNSS** -mittauksena, jolloin korkeussijainti määritetään laseraineistosta.

3.2.4.2 Ajoneuvolaserkeilaus / maalaserkeilaus

Tiedonkeruumenetelmät tuottavat erittäin tiheän pistepilviaineiston. Malli voidaan tuottaa suoraan pistepilven ja intensiteettikuvien tulkinnalla. Keilauksen yhteydessä otettuja valokuvia voidaan käyttää tulkinta-apuna.

Ajoneuvo- ja maalaserkeilausmenetelmällä pystytään tuottamaan luotettavaa maastomallia verrattain kapealta vyöhykkeeltä. Olemassa olevien teiden kohdalla ulkoluiskan yläreunan takana oleva maanpintamalli tulee tarkistaa maastomittauksin tai vaihtoehtoisesti käyttää vaatimusten mukaista **ilma-aluskeilausaineistoa**. **Maanpinnan aluskasvillisuus** häiritsee merkittävästi maanpinnan mallinnusta ajoneuvo/maalaserkeilausmenetelmiä käytettäessä, joten edullisin keilausaika on kevät lumen sulettua. Jos aluskasvillisuutta esiintyy, on myös teiden sisäluisien alareunat ja ojanpohjat varmistettava maastomittauksin.

3.2.4.3 Fotogrammetrinen mittaus

Fotogrammetrinen mittaus suoritetaan digitaalisella stereotyöasemalla tulkitsemalla stereodigitointina mallin taiteviivat, hajapisteet ja kartoituskohteet. Maastossa mitataan ilmakuvilta näkymättömät ja muut maastomittauksista edellyttävät kohteet. **Avointen alueiden maanpinta ja rakenteet voidaan mallintaa myös automaattisella kuvakorrelaatiolla tuotetun pistepilven avulla. On huomattava, että aluskasvillisuus voi estää maanpinnan mallintumisen.**

3.2.4.4 Maastomittaus

Maastossa voidaan mitata kaikki maastomallikohteet, joten pelkästään maastomittauksena voidaan tuottaa kokonaisia (pienehköjä) maastomalleja. Täydentävinä mittauksina maastossa mitataan kohteet, joita ei voida luotettavasti määrittää muilla edellä esitetyillä tekniikoilla. Maastomallin maanpintaan kuuluvissa kohteissa mittaus suoritetaan suoraan mittausperustalta tai vapaalta asemapisteeltä.

Kartoituskohteet, jotka eivät lopullisessa maastomallissa mene maanpinnan kohteiksi, voidaan mitata myös **reaaliaikaisella GNSS** -menetelmällä.

Avoimilla alueilla (esim. peltoalueet, hakkuuaukeat) voidaan kartoituskohteiden lisäksi myös maanpinnan hajapisteet ja ojien taiteviivat mitata reaaliaikaisella GNSS -mittauksella. Tällöin mittauslaitteessa on käytettävä sellaisia laitekohtaisia asetuksia, jotka ohjaavat mittaustarkkuutta 3 - 5 cm tarkkuustasolle.

Tie- ja ratakankkeiden maastotiedot - Mittausohje

GNSS -mittauksen tarkkuutta on kontrolloitava mittausperustan kiintopisteillä säännöllisesti. Aina kun työmaalla siirrytään kohteesta toiseen, tehdään uusi alustus tai, kun työ jatkuu esim. tauon jälkeen.

GNSS -mittauksessa on aina varmistuttava, että satelliittigeometria on riittävä (PDOP-arvo enintään 4), ja auringon aktiivisuudesta johtuvat ionosfäärin häiriöt eivät estä mitausta. Ionosfäärin häiriöiden vaikutusta voidaan ennakoida esim. Ilmatieteen laitoksen avaruussääpalvelun (<http://aurora.fmi.fi/>) avulla. Palvelussa annetaan ennuste magneettikentän häiriöisyydelle ja kynnsarvot viidellä havaintoasemalla eri puolilla Suomea. Kynnsarvojen ylittyessä GNSS -mittaus voi epäonnistua.

Vaikka kartoituskohteita ei viedä lopullisessa maastomallissa maanpinnan kohteiksi, mitataan ne pääsääntöisesti aina maanpinnasta, jollei liitteessä 1 olevissa mittausohjekuvissa ole muuta esitetty.

Seuraavat kohteet mitataan aina maastomittauksena:

- **Ilma-aluksesta tehdyn** keilauksen ja fotogrammetrisen mittauksen maastotäydennys:
 - Rummut; mitataan vesijuoksun korkeus ja sisähalkaisija cm-tarkkuudella
 - Kaivot ja venttiilit
 - Johtopylväät, mittaus maanpinnan korkeudelta
 - Reunakiven ala- ja yläreunat
 - o Liikenteenjakajissa ja saarekkeissa voidaan yläreuna muodostaa las-kennallisesti alareunan avulla, jos reunakiven korkeus pysyy vakiona 1 cm toleranssilla.
 - Tukimuurien ylä- ja alareunat
 - Avokalliot, tasosijainti takymetrilla tai **reaaliaikaisella GNSS** -menetelmällä, jolloin korkeus otetaan maastomallista. Rajaus mitataan alle 10 cm paksun turpeen/sammaleen/pehmeän maan läpi, jos prisman/antennin sauva saadaan painettua kallion pintaan.
 - Siltojen ja siltojen alla olevat rakenteet
 - Harukset
- Ajoneuvo-/maalasermittauksen maastotäydennykset
 - Rummut; mitataan vesijuoksun korkeus ja sisähalkaisija cm-tarkkuudella
 - Avokalliot, tasosijainti takymetrilla tai **reaaliaikaisella GNSS** -menetelmällä, jolloin korkeus otetaan maastomallista. Rajaus mitataan alle 10 cm paksun turpeen/sammaleen/pehmeän maan läpi, jos prisman/antennin sauva saadaan painettua kallion pintaan.

Jos mittauksissa käytetään prismatonta takymetria, tulee mitattaessa varmistua siitä, että mittaukset voidaan tehdä maanpinnasta, vaikka kohde kuuluisikin kartoituskohteisiin.

3.2.4.5 Raiteen kartoitus

Raiteen kartoitus tehdään radan geometrian määrittämistä varten ja sille on Ratateknisissä ohjeissa RATO 2 asetettu muusta maastomallimittauksesta poikkeavat tarkkuusvaatimukset. Radan keskilinjan ja korkeusviivan taso- ja korkeuskoordinaattien maksimivirheeksi on annettu +/- 20 mm, jolloin mittauksen keskivirhe saa olla enintään 8 mm suhteessa lähimpiin mittausperustan pisteisiin.

Korkeusviivan korkeus mitataan pääsääntöisesti takymetrilla samalla mittauskerralla keskilinjan mittauksen yhteydessä. Mittaus voidaan suorittaa joko suoraan lähimmältä perus- tai käyttöpisteeltä tai vaihtoehtoisesti käyttäen vapaan asemapisteen menetelmää. Vapaa asemapiste määritetään mittaamalla suunnat ja etäisyydet vähintään kahteen (suositus kolme) perus- tai käyttöpisteeseen. (Oikein valittu vapaa asemapiste sijoittuu liitospisteiden rajaaman kuvion sisäpuolelle sen painopisteen läheisyyteen). Havainnot otetaan vähintään yhtenä sarjana kojeen molemmissa asennoissa. Mittaajan tulee varmistaa pisteiden oikeellisuus mittaamalla kolmas piste kontrollimittauksena (ero enintään 4 mm). Erillisen vaaitsemalla tehtävän korkeudenmittauksen perusteena on tarve saavuttaa normaalia suurempi tarkkuustavoite. Mittaukset toteutetaan raiteen kartoituksessa suorilla osuuksilla 40 metrin, kaarteissa 20 m välein.

Kaarteissa korkeusviivan kartoituksessa on otettava huomioon raiteen kallistus. Raiteen korkeusviiva kulkee kaarteiden sisemmän kiskon aluslevyn alapinnan tasossa. Korkeusviivan tarkempi määrittelmä ja kuvalliset ohjeet ovat RATO 2:ssa.

Raiteen kartoituksen tarkkuusvaatimukset edellyttävät mittauksilta erityistä huolellisuutta ja mittausolosuhteiden huomioon ottamista. Mittaukset on tehtävä aikana, jolloin ilman väreily on mahdollisimman pientä.

Mittauksissa on edullista käyttää ns. kulmarautaa tai erityistä raiteenmittausvaunua. Mallikuvia ko. kalustosta on liitteessä 8. Mikäli käytetään ns. raiteenmittaussabluunaa, tulee varmistua sabluunan toimivuudesta toleranssien suhteen.

Raiteen keskilinja mitataan aina pintatunnuksella 9. Raiteen kartoituksen yhteydessä pitää mitata myös muut radan rakenteet ja ratatekniset kohteet, jotka on kuvattu liitteen 1 koodiluettelossa.

Mittauksen erityisluonteen takia niiden aikana on tehtävä säännöllisiä laadunvarmistusmittauksia. Jokaisen kojeaseman kohdalla on tehtävä kontrollimittaus tunnettuun kiintopisteeseen vähintään ennen ja jälkeen varsinaista kartoitustyötä. Mikäli kartoitustyön aikana on havaittu kojeen liikkumista, on kyseisen asemapisteen kartoitukset uusittava. Mittauksista pidetään työmaapäiväkirjaa, johon kirjataan sääolot, mittauskalusto ja mittauksen suorittajat.

Raiteen kartoituksesta laaditaan erillinen mittausraportti, jossa esitetään:

- mittauksen lähtötiedot
- työmaapäiväkirjat
- tuotettu mittausaineisto
- oman työn tarkistuksen dokumentit

3.2.5 Maastomallin editointi

Tarkan maastomallin editointi on työvaihe, jossa eri mittaustavoilla tuotettu aineisto yhdistetään ja muodostetaan loogisesti eheä ja laatutavoitteet täyttävä aineisto. Työvaiheen aikana suoritetaan myös maanpinnan hajapisteiden määrittäminen, joka tarkoittaa laserkeilausta käytettäessä lähtödatan harventamista niin että saavutettava pistetiheys on järkevä. Sopiva pistetiheys riippuu maanpinnan topografiasta. Tyypillinen pisteväli maanpinnan hajapisteille on 3 - 5 m. Pistetiheyden harventamisessa on kuitenkin otettava huomioon maksimipisteväli 10 m.

Maastomallin editoinnissa poistetaan laserkeilauksen hajapisteitä teiden pinnoilta sekä luiskista ja leikkauksista. Mallin kolmioverkon muodostumisen kannalta tärkeitä hajapisteitä jätetään tarvittaessa myös näille pinnoille. Rummusta muodostetaan taiteviivat, jotka yhdistävät rummun päät. Taiteviivoista varmistetaan, että ne eivät kulje liian lähellä toisiaan, minimietäisyys on 2 cm. Liian lähellä kulkevat taiteviivat aiheuttavat mallin kolmioverkon muodostuksessa virheitä. Tällaisissa tapauksissa on vähemmän merkityksellistä taiteviivaa siirrettävä, esim. vierekkäin kulkevien kadun reunakivi- tai viivojen kohdalla reunakiven yläreunaa.

Siltapaikoilla malli editoidaan siten, että siltarakenne, keilat ja alittavan väylän rakenne mallintuvat loogisesti (siltakansi ja siltarakenteet 9-pinnalla, kannen alla olevat maaston taiteviivat yhdistetään).

Taiteviivat editoidaan siten, että lopputulos on topologisesti eheä, ts. maastossa toisiinsa liittyvien kohteiden taiteviivoissa ei saa olla katkoksia. Yhdistyvien taiteviivojen solmupisteet tallennetaan täsmälleen samoilla xyz -koordinaateilla erikseen kunkin taiteviivan koodilla.

Editoinnissa huolehditaan myös, että maastossa samassa paikassa sijaitsevat kohteet, kuten pylväät ja niihin kiinnitetyt liikennemerkkit tai jakokaapit, saavat samat koordinaatit.

Tierakenteiden kuvaamisessa pyritään mahdollisimman pitkiin yhtenäisiin taiteviivoihin.

Editoinnin yhteydessä tapahtuvalla sisäisellä laadunvarmistuksella on ratkaiseva merkitys onnistuneen maastomallihankkeen toteuttamisessa. Riski toimituksen hylkäämiselle vastaanottotarkastuksessa pienenee oleellisesti, kun aineisto ennen toimitusta koemallinnetaan, käydään läpi huolellisesti ja varmistutaan, ettei siihen ole jäänyt karkeita virheitä. Maastomallien editointiin käytettävät ohjelmat tarjoavat tähän sopivia työkaluja. Esimerkkeinä ennen luovutusta tehtävän sisäisen laatutarkastuksen toimenpiteistä ovat:

- käytetyt koodit ovat luvallisia ja pintatunnukset oikein
- aineistosta ei puutu kokonaisia tietoryhmiä (esim. rummut)
- aineisto kolmioituu oikein eikä sisällä leikkaavia taiteviivoja
- pisteitä samalla koodilla ja samoilla koordinaateilla ei esiinny useampaan kertaan
- mallille annettu aluerajaus on katettu
- minimi- ja maksimipistevälit ovat ohjeiden mukaisia
- aineiston 3D-tarkastelu eri katselukulmista, korkeuskäyrien muodostus tiheällä käyrävälillä voivat paljastaa karkeita korkeusvirheitä

- taiteviivat yhdistyvät topologisesti oikein, teiden taiteviivat ovat loogisesti oikeassa järjestyksessä toisiinsa nähden
- maastossa mitattujen tarkistusprofiilien käyttö voi esim. tierakenteiden kohdalla paljastaa systemaattisia korkeusvirheitä

3.3 Aineiston toimitus, dokumentointi ja raportointi

Maastomalliaineisto toimitetaan ascii -muotoisina tiedostoina **Infra maastomalli** -formaattissa ja -koodauksen mukaisena. Tiedostot nimetään: *tiedostonimi.lvt*. Tiedostonimeen sisällytetään hankkeen nimi **lyhennettynä**, sisältö ja käytetty koordinaatisto.

Aineisto toimitetaan seuraavasti:

- Eri mittausmenetelmillä (esim. lasermittaus, takymetrimittaus, reaaliaikainen GNSS -mittaus) tuotetut aineistot omina tiedostoinaan
- Koottuna aineistona siten, että kaikki mittaukset on yhdistetty yhteen tiedostoon

Esimerkiksi:

- Kt51_maastomalli_gk25_n2000.lvt
- Kt51_laser_gk25_n2000.lvt
- Kt51_takymetri_gk25_n2000.lvt
- **Kt51_rgnss_gk25_n2000.lvt**

Toimitukseen liittyy pakollisena metatiedosto, joka on ascii -muotoinen tekstitiedosto. Metatiedosto nimetään: *hanke_maastomalli_metat.txt*.

Metatiedosto sisältää seuraavat tiedot:

- Hankkeen **suunnitelman mukainen koko** nimi
- Aineiston tuottajat (vähintään organisaatio) ja toimituspäivämäärä
- Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä
- Mittaustietojen keruupäivämäärät (laserkeilaus, maastomittaus)
- Kalusto ja laserkeilauksen lentokorkeus
- Toimitettujen tiedostojen nimet ja sisällön kuvaus

Maastomittauksista ja -täydennyksistä toimitetaan takymetrikartoituksen orientointitiedostot, joista selviää:

- Asemapisteen tiedot ja **kojekorkeus**
- Liitospisteiden tiedot ja heijastinkorkeus
- Jäännösvirheet liitospisteillä tasossa ja korkeudessa

Kaikista tehdyistä mittauksista laaditaan koottu mittausraportti, jossa esitetään:

- Aluerajaus
- Metatiedot
- Mittauksen avainhenkilöt
- Sisäisen laaduntarkastuksen suorituslomake

Mittausraportin sisällysluettelon malli on esitetty liitteessä 6.4. Mittausraportti allekirjoitetaan ja allekirjoituksen yhteydessä todetaan, että työ on tehty Liikenneviraston ohjeita (Tie- ja ratakankkeiden maastotiedot - Mittausohje) noudattaen, ja sekä niiden tarkkuus- että laatuvaatimukset täyttyvät. Pienissä, kokonaan maastomittauksena tehtävissä maastomallikohteissa voidaan tilaajan suostumuksella raportointi tehdä liitteessä 6.4.1 annetun lomakkeen avulla.

Ennen toimitusta tilaajalle suoritetaan ns. itselleluovutus, jossa todetaan kaikki tehdyt työvaiheet ja listataan toimitettavat aineistot ja dokumentit. Itselleluovutuksesta laaditaan dokumentti, joka liitetään allekirjoitettuna toimitukseen.

Maastomalli toimitetaan tarkoitukseen sopivalle muistivälineellä kuten siirtokovalevyllä tai muistitikulla. Maastomallitoimituksen esimerkkihakemistorakenne on esitetty liitteessä 8.

Maastomallin tuottamisessa syntynyt pistepilviaineisto sekä erilaiset kuva-aineistot kuuluvat toimitukseen ja ne luovutetaan tarvittaessa erillisellä muistivälineellä.

3.4 Laadun varmistus

Toimittajan tekemä laadunvarmistus

Aineiston toimittaja suorittaa aineistolle oman laatujärjestelmänsä avulla tarkastuksen, jolla varmistetaan aineiston toimivuus ja muodolliset vaatimukset. Näille ei poikkeamia sallita. Tarkastus dokumentoidaan täyttämällä liite 2 (Maastomallin tarkastuslista). Sen mukaisesti aineiston tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- 1- ja 2-pinnalla ei ole toisiaan leikkaavia taiteviivoja
- koodi-pintatunnus yhdistelmät vastaavat toisiaan
- käytetyt koodit ovat koodilistauksen mukaisia
- aineistossa ei ole karkeitä virheitä (esim. 0-korkeudet ja negatiiviset korkeudet)
- taiteviivoissa ei ole yli 10 m:n pistevälejä **yli sallitun määrän**
- aineiston kolmiointi onnistuu, eikä kolmiointiin jää reikiä käytettäessä max. 20 metrin kolmionsivua

Toimittajan laadunvarmistukseen on erittäin suositeltavaa sisällyttää maastomallin maasto-oikoluku sekä tarkistusleikkausten mittaaminen maastossa ja niiden esittäminen mittausraportin laadunvarmistustoimenpiteissä.

Tilaaajan tekemä aineiston tarkastus

Aineiston toimittaja pyytää tilaajalta maastomallille tarkastuksen, jossa näytetarkastusten avulla varmistetaan aineiston geometrinen ja temaattinen tarkkuus sekä täydellisyys. Tarkastusmenettely on kuvattu yksityiskohtaisesti tämän ohjeen liitteessä 7 (Maastotietojen näytetarkastusohje). **Ennen näytetarkastusta ja sen vaatimia maastomittauksia tehdään aineistolle tilaajan toimesta esitarkastus mahdollisten karkeiden virheiden ja aineistopuutteiden toteamiseksi.**

Sijaintitarkkuudelle asetettujen ylärajojen alittuminen testataan ISO 3951-1:2005 standardin s-menetelmän mukaisesti. Sijaintitarkkuuden testaamisessa käytetään maastomallikohteille määritettyjä keskivirheitä ja virheiden ylärajoja. Ne on esitetty kohteittain maastomallin koodiluettelossa liite 1.

Temaattisen tarkkuuden ja täydellisyyden laatutasot testataan ISO 2859-1:1999 standardin taulukon 1 mukaisella näytekoolla ja 2A - 2B mukaisin hyväksymis- ja hylkäysrajoin.

Korjaavana toimenpiteenä hylätyt erät korjataan ja toimitetaan uudelleen tilaajan tarkastukseen. Uusintatarkastukseen sovelletaan täydellisyyden ja temaattisen tarkkuuden osalta ISO 2859-1 standardin tiukennetun tarkastuksen taulukkoa 2B (s. 21). Sijaintitarkkuuden oltua hylkäyksen syynä otetaan k-vakion arvo tiukennetun tarkastuksen taulukosta B.2.

Jos korjattu erä ei uudenkaan näytetarkastuksen perusteella täytä laatuvaatimuksia, tarkastus keskeytetään. Tarkastusta ei jatketa, ennen kuin tuottaja on ryhtynyt riittäviin toimiin laadun parantamiseksi ja vastuullinen taho (ELY-keskus tai Liikennevirasto) on nämä toimet hyväksynyt.

4 Yleispiirteinen maastomalli

4.1 Yleispiirteisen maastomallin tietosisältö ja laatuvaatimukset

Yleispiirteisessä maastomallissa (ns. likimalli) kuvattavat kohteet ja niiden luokittelu on esitetty koodiluettelossa liite 3. Yleissuunnittelussa käytettävä yleispiirteinen maastomalli muodostuu pinnoista ja pintoihin kuulumattomista kartoitustiedoista.

Kartoitustiedot ovat maanpäällisiä rakenteita ja maanpinnalla olevia kuviorajoja, joita ei ole mitattu pintaa pitkin. Mittaamalla kartoitetaan maanpinta, kalliopinnan maanpinnalla olevat osat sekä pintoihin kuulumattomat rakenteet. Mitattavat kohteet jaotellaan viivamaisiin taiteviivoihin ja pistemäisiin kohteisiin joita ovat maapinnan ja kalion hajapisteet ja kartoituskohteet.

Yleispiirteisen maastomallin tarkkuusmäärittely riippuu käytettävästä lähtöaineistosta sekä tekniikasta ja noudattaa [Julkisen hallinnon suosituksia JHS185 \(Asemakaavan pohjakartan laatiminen\)](#) mittaussuokkia 2 - 3. Tilaaja määrittää hankekohtaisesti käytettävän mittausluokan.

Yksikäsitteisten kohteiden tarkkuusvaatimus on 2. mittausluokassa 1,0 m ja 3. mittausluokassa 1,5 m. Mittaustarkkuus koskee pistemäisiä kohteita ja viivamaisten kohteiden taitepisteitä. Maastomallin interpoloinnissa korkeuden keskivirhe on 2. mittausluokassa 0,2 m ja 3. mittausluokassa 0,4 m. [Rikkonaisessa maastossa sallitaan kaksinkertainen epätarkkuus](#). Interpolointitarkkuus määrää taiteviivojen pistetiheyden käyrävii- vaisissa kohteissa ja pistetiheyden maastomallin hajapistealueilla. Pisteväli ei kuitenkaan saa ylittää 20 metriä.

4.2 Mittaus

Mallin tuottamiseen soveltuvat lähtöaineistot määräytyvät hankekohtaisesti asetettujen tarkkuusvaatimusten mukaan. Mittausluokassa 2 on käytettävä ilmakeilausta tai laserkeilausta, jonka lentokorkeus on enintään 2000m. Mittausluokassa 3 voidaan käyttää kuvausta tai keilausta, jonka lentokorkeus on enintään 3500 m. Mittaus suoritetaan stereokartoituksena tai laserkeilauspistepilven tulkintana ja mittauksena.

4.3 Aineiston toimitus, dokumentointi ja raportointi

Yleispiirteinen maastomalli toimitetaan [Infra maastomalli](#) -formaattissa ja -koodauksen mukaisena. Tiedostot nimetään: *tiedostonimi.lvl*. Tiedostonimeen sisällytetään hankkeen nimi, sisältö ja käytetty koordinaatisto. Esimerkki: *Mt610_liki-malli_gk25_n2000.lvl*

Toimitukseen liittyy pakollisena metatiedosto, joka on ascii -muotoinen tekstitiedosto. Metatiedosto nimetään: *tiedostonimi.txt*.

Metatiedosto sisältää seuraavat tiedot:

- Hankkeen **suunnitelman mukainen koko** nimi
- Aineiston tuottajat ja toimituspäivämäärä
- Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä
- Ilmakuvausten/laserkeilausten suorituspäivämäärät ja sarjanumerot
- Kalusto ja lentokorkeudet
- Luovutettujen tiedostojen nimet ja niiden sisältö

Mittauksesta laaditaan mittausraportti, jossa esitetään:

- Aluerajaus
- Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä
 - Kuvaus käytetystä lähtöaineistosta:
 - Ilmakuvausten/keilausten tekijät ja suoritus aika
 - Lentokorkeudet

Pienissä kohteissa voidaan raportointi tehdä tilaajan suostumuksella liitteessä 6.4.2 annetun lomakkeen avulla.

Ennen toimitusta tilaajalle suoritetaan ns. itselleluovutus, jossa todetaan kaikki tehdyt työvaiheet ja listataan toimitettavat aineistot ja dokumentit. Itselleluovutuksesta laaditaan dokumentti, joka liitetään allekirjoitettuna toimitukseen.

4.4 Laadun varmistus

Toimittajan tekemä laadunvarmistus

Aineiston toimittaja suorittaa aineistolle tarkastuksen, jolla varmistetaan sen toimivuus ja muodolliset vaatimukset. Näiden osalta ei poikkeamia sallita. Tarkastus dokumentoidaan täyttämällä liite 2 (Maastomallin tarkastuslista). Sen mukaisesti aineiston tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- 1- ja 2-pinnalla ei ole toisiaan leikkaavia taiteviivoja
- koodi-pintatunnus yhdistelmät vastaavat toisiaan
- aineistossa ei ole karkeita virheitä (esim. 0-korkeudet ja negatiiviset korkeudet)
- taiteviivoissa ei ole yli 20 m:n pistevälejä
- aineiston kolmiointi onnistuu, eikä kolmiointiin jää reikiä käytettäessä max. 40 metrin kolmionsivua

Tilaaajan tekemä aineiston tarkastus

Aineiston toimittaja pyytää tilaajalta yleispiirteiselle maastomallille tarkastuksen, jossa näytetarkastusten avulla varmistetaan aineiston geometrinen ja temaattinen tarkkuus sekä täydellisyys samoilla menetelmillä, joita käytetään tarkan maastomallin vastaanottotarkastuksessa.

5 Ortokuvamosaiikki

5.1 Ortokuvamosaiikin tietosisältö ja laatuvaatimukset

Ortokuva on koordinaatistoon oikaistu ilmakekuva, josta on laskennallisesti poistettu maanpinnan korkeuserojen aiheuttamat sijaintivirheet. Tie- ja ratasuunnitteluvaiheen ortokuvat tuotetaan värillisinä ja niiden resoluutio on 5 cm maastossa. Yleissuunnitteluvaiheen ortokuvat tuotetaan 25 cm maastoresoluutiolla. Kuvista tuotetaan yhtenäisen kuvamosaiikki, joka voidaan pakata ecw- tai jpeg2000 -formaattiin.

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheen ortokuvan sijaintitarkkuuden on oltava $> 0,15$ m ja yleissuunnitteluvaiheen ortokuvan $> 0,5$ m. Mosaiikin saumoissa ei saa olla tätä suurempia poikkeamia. Kuvassa on oltava vähintään 150 sävyä/väri. Ortokuvamosaiikin on peitettävä koko suunnittelualue. Mosaiikilla ei saa esiintyä suunnittelualueella pilviä eikä häiritseviä pilven varjoja.

5.2 Ortokuvamosaiikin tuottaminen

Ilmakekuvaus tehdään joko laserkeilauksen yhteydessä tai erillisellä kuvauslennolla. Jos kuvaus tehdään keilauslennon yhteydessä kalibroimattomalla kameralla, on suoritettava kameral kalibrointia varten avoimen, yksityiskotia sisältävän alueen (paikoitusalue, lentokenttä tms.) kuvaus kahdelta eri korkeudelta, esim. 300 m ja 600 m. Alempi kuvaus tehdään neljällä ristikkäisellä jonolla ja ylempi kahdella ristikkäisellä jonolla. Näin saadulla aineistolla on mahdollista määrittää kameraparametrit laskennallisesti. **Kameran optisten virheiden laskennallinen eliminointi voidaan tehdä myös pistetiheyksen blokkitasoituksen yhteydessä siihen soveltuvalla laskentaohjelmistolla. Tällöin kuvauksen pituus- ja sivupeittojen on oltava n. 70 / 70 %.**

Keilauksen yhteydessä tapahtuvaa ilmakekuvasta varten on alueen reunoille rakennettava ja signaloitava sekä mitattava tukipisteitä n. 1 km välein. Sopiva ristisignaalin liuskan koko on 10 cm x 50 cm.

Orto-oikaisussa käytetään laserkeilauksen pistepilvestä tuotettua korkeusmallia tai stereomittauksella tuotettua maastomallia. Yleissuunnitelmavaiheessa tuotettavan ortokuvan oikaisussa voidaan käyttää myös Maanmittauslaitoksen laserkeilauksesta tehtyä korkeusmallia. Kuvamosaiikista häivytetään häiritsevät kuvasaumot ja tasataan voimakkaat sävyerot. Alkuperäiset raakakuvat arkistoidaan. Mosaiikin on katettava koko suunnittelualue.

5.3 Ortokuvamosaiikin toimitus, dokumentointi ja raportointi

Ortokuvamosaiikki toimitetaan pakattuna ecw- tai jpeg2000 -formaatisissa tietolevyillä. Suuret mosaiikit on jaettava useampaan kuvatiedostoon, joiden enimmäiskoko on 400 megatavua. Mosaiikkiin on liitettävä tekstimuotoinen metatiedosto, jossa ilmoitetaan **hankkeen suunnitelman mukainen koko nimi**, ilmakuvauskuksen tekijä, kameratiedot, kuvauskorkeus, kuvauspäivämäärä ja resoluutio sekä kuvien lukumäärä mosaiikissa.

Ortokuvamosaiikin tuottamisen tekninen toteutus esitetään loppuraportissa. Jos ortokuva tuotetaan maastomallin tai pohjakartan teon yhteydessä, raportointi voidaan tehdä yhdistettynä.

Alkuperäiset pakkaamattomat ilmakuvat toimitetaan tiff -formaatisissa. Ennen aineiston toimitusta tilaajalle suoritetaan ns. itselleluovutus, jossa todetaan kaikki tehdyt työvaiheet ja listataan toimitettavat aineistot ja dokumentit. Itselleluovutuksesta laaditaan dokumentti, joka liitetään allekirjoitettuna toimitukseen

5.4 Laadun varmistus

Toimittajan tekemä laadunvarmistus

Ortokuvan tuottaja suorittaa kuva-aineistolle oman laatujärjestelmänsä mukaisen sisäisen laadunvarmistuksen, jossa todetaan laatuvaatimusten täyttyminen. Laadunvarmistuksen suorittaminen merkitään itselleluovutusdokumenttiin.

Tilaajan tekemä aineiston tarkastus

Aineiston toimittaja pyytää tilaajalta ortokuvamosaiikille tarkastuksen. Tarkastusmenettely on kuvattu yksityiskohtaisesti tämän ohjeen liitteessä 7 (Maastotietojen näytetarkastusohje).

Visuaalisella täystarkastuksella varmistetaan kuvauksen kattavuus ja pilvettömyys. Näytetarkastuksella varmistetaan kuvauksen geometrinen ja radiometrinen laatu sekä mosaiikkisaumat. Näytekokoa määrätty ilmakuviin lukumäärän perusteella standardien ISO 3951 ja ISO 2859 taulukoista. Poikkeamat ja soveltuvat tarkastusmenettelyt käsitellään näytetarkastusohjeessa.

6 Pohjakartta

6.1 Pohjakartan tietosisältö ja laatuvaatimukset

Pohjakartan tietosisältö, kuvaustekniikka ja tarkkuusvaatimukset ovat [Julkisen hallinnon suositusten JHS185 \(Asemakaavan pohjakartan laatiminen\)](#) mukaiset. Tarkkuusvaatimuksissa sovelletaan mittausluokkaa 1 kaava-alueilla ja mittausluokkaa 2 kaava-alueiden ulkopuolella.

6.2 Pohjakartan tuottaminen ja ajantasaistaminen

Pohjakartta tuotetaan käyttäen olemassa olevia tai hanketta varten suoritettavia ilmakuvauksia tai laserkeilauksia. Pohjakarttana voidaan käyttää myös alueen kunnan tai kaupungin olemassa olevaa pohjakarttaa, mikäli se täyttää kuvaustekniset ja ajantasaisuusvaatimukset.

Ajantasainen kiinteistöraja-aineisto hankitaan Maanmittauslaitokselta.

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa pohjakartta ajantasaistetaan yksityisteiden osalta sekä suoja-alueen sisäpuolelta siten, että kartalle saadaan kaikki maanomistajan kannalta merkittävät yksityiskohdat, kuten rakennukset (seinälinjan mukaan) puut, pensaat, kaivot ym. Yksityistieliittymät ja maatalousliittymät sekä radan tasoristeykset tarkastetaan suunniteltavan tien tai radan kohdalla ja koko olemassa oleva yksityistieverkko esitetään pohjakartan alueella. Kartan ajantasaistus voidaan tehdä tarkan maastomallin ja sen lähtöaineiston avulla sekä maastomittauksin.

6.3 Pohjakartan toimitus, dokumentointi ja raportointi

Pohjakartan tasojako on esitetty liitteessä 4. Pohjakartta toimitetaan DWG- ja DGN-tiedostomuodoissa. Toimitukseen liittyy pakollisena metatiedosto, joka on ascii-muotoinen tekstitiedosto. Metatiedosto nimetään: [tiedostonimi.txt](#).

Metatiedosto sisältää seuraavat tiedot:

- Hankkeen [suunnitelman mukainen koko](#) nimi
- Aineiston tuottajat ja toimituspäivämäärä
- Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä
- Ilmakuvausten/laserkeilausten suorituspäivämäärät ja sarjanumerot
- Kalusto ja lentokorkeudet
- Luovutettujen tiedostojen nimet ja niiden sisältö

Mittauksesta laaditaan mittausraportti, jossa esitetään:

- Aluerajaus
- Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä

Kuvaus käytetystä lähtöaineistosta:

- Ilmakuvausten/keilausten tekijät ja suoritus aika
- Lentokorkeudet
- Olemassa oleva pohjakartta
- Kiinteistöraja-aineiston irrotuspäivämäärä

Pienissä kohteissa voidaan raportointi tehdä tilaajan suostumuksella liitteessä 6.4.2 annetun lomakkeen avulla.

Ennen toimitusta tilaajalle suoritetaan ns. itselleluovutus, jossa todetaan kaikki tehdyt työvaiheet ja listataan toimitettavat aineistot ja dokumentit. Itselleluovutuksesta laaditaan dokumentti, joka liitetään allekirjoitettuna toimitukseen.

6.4 Laadun varmistus

Toimittajan tekemä laadunvarmistus

Pohjakartan tuottaja suorittaa kartta-aineistolle oman laatujärjestelmänsä mukaisen sisäisen laadunvarmistuksen, jossa todetaan laatuvaatimusten täyttyminen. Laadunvarmistuksen suorittaminen merkitään itselleluovutusdokumenttiin.

Tilaajan tekemä aineiston tarkastus

Aineiston toimittaja pyytää tilaajalta pohjakartalle vastaanottotarkastuksen, jossa näytetarkastusten avulla varmistetaan aineiston geometrinen ja temaattinen tarkkuus sekä täydellisyys samoilla menetelmillä, joita käytetään tarkan maastomallin vastaanottotarkastuksessa. Geometria tarkastetaan vain hajapisteiden avulla, koska pohjakarttaan ei sisälly profiilein kontrolloitavia pintoja. Tarkastusmenettely on kuvattu yksityiskohtaisesti tämän ohjeen liitteessä 7 (Maastotietojen näytetarkastusohje).

MAASTOMALLIN KOODAUSOHJE

Alla kuvataan väylähankkeissa käytettävän **Infra maastomalli** -formaatin rakenne. **Formaatti on yhtenevä yleisesti käytettävän Geonic-formaatin kanssa.**

- Riviformaatti: 4I8, 3F14.3

T1	T2	T3	Nro	X	Y	Z
----	----	----	-----	---	---	---

T1: Pintatunnus

- 1 = maanpinta
- 2 = kallionpinta
- 9 = kartoituspinta = ei numeeriseen maastomalliin

T2: Taiteviivan numero

- Juokseva numero. Saman taiteviivan pisteiden tulee olla peräkkäin loogisessa järjestyksessä. Hajapisteille annetaan taiteviivan numeroksi nolla.

T3: Kohdekoodi

- Ks. Koodiluettelo

Koordinaattirivin jälkeen voidaan antaa lisämäärerivi, jolla ilmoitetaan erilaisia kohdekohtaisia lisätietoja. Lisämääreen ensimmäinen merkki on huutomerkki (!).

T1	T2	T3	T4	X	Y	Z
! Lisämääre						

Esimerkiksi:

9	0	743	150	6976414.819	2448227.650	42.242
!K431						

Koodiluettelo:

Maastomalliohjeen koodiluettelossa on esitetty kaikki mitattavat kohteet.

Sarakkeessa 1 on annettu kohteen koodi T3 ja sarakkeessa 2 sen selite.

Sarakkeessa 3 on lueteltu kyseiselle kohteelle soveltuvat mittaustavat:

stgnss	= staattinen relatiivinen GNSS -satelliittimittaus
v	= vaaitus
t	=takymetrimittaus kiintopisteeltä tai vapaalta asemapisteeltä
als	=laserkeilaus ilma-aluksesta
fot	=fotogrammetrinen mittaus
mls	=ajoneuvokeilaus
tls	=maalaserkeilaus
rgnss	=reaaliaikainen GNSS -satelliittimittaus

Sarakkeessa on maininta, jos kyseisen mittaustavan käytössä on erityisvaatimuksia, jotka on esitetty ohjetekstissä.

Sarakkeessa 4 on annettu kohteen pintatunnus T1 (1,2 tai 9)

Sarakkeissa 5 - 7 on annettu kohteen tarkkuusvaatimus (XYZ) tai (XY) ja (Z) erikseen. XY viittaa kohteen ETRS-GK -tasokoordinaatteihin ja Z viittaa kohteen korkeusjärjestelmän mukaiseen, esim. N2000 -korkeuteen. Mittausperustan kiintopisteillä vaatimus on annettu suhteellisina tarkkuuksina ja maastomallikohteille keskivirheenä (mm). Viivamaisilla kohteilla tarkkuus tarkoittaa viivan minkä tahansa pisteen koordinaattien tarkkuutta taitepisteiden välillä.

Sarakkeessa 8 on esitetty kohteen mittausepäätarkkuuden ylärajan AQL 4 -luku, jota käytetään laatutarkastuksessa.

Sarakkeessa 9 ilmoitetaan kohteen topologia, ts. onko kohde pistemäinen, viivamainen vai sulkeutuva viiva. Joissakin kohteissa näistä useampi on mahdollinen. Eräissä kohteissa voidaan mittaus tehdä siten, että myös kohteen korkeus tulee mukaan. Tällaisia kohteita ovat esim. portaali tai valopylväs ja ne voidaan mitata ns. 3D-viivoina suunnitteluhankkeissa, joissa maastomallin kartoituskohteille halutaan mitattua 3D-tietoa.

Topologiavaihtoehdot ovat piste = p, viiva = v, sulkeutuva viiva = sv, 3D-viiva = 3dv

Koodiluettelon jälkeen on annettu valikoiduille maastomallikohteille tarkempia mittausohjeita valokuvalla havainnollistettuna.

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z kovat (pehmeät)	YLÄRAJA (AQL 4) taso/korkeus	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
1	Kolmiopiste 1.luokka	stgnss	9					p
2	Kolmiopiste 2.luokka	stgnss	9					p
3	Kolmiopiste 3.luokka	stgnss	9					p
4	Peruspiste	stgnss/v	9		10 ppm	10 ppm		p
5	Käyttöpiste	stgnss/t/v /(rgnss kts. ohje)	9		20 ppm	10 ppm		p
6	Apukiintopiste	stgnss/t /(rgnss kts. ohje)	9		30 ppm	50 ppm		p
10	Korkeuskiintopiste	v	9			10 ppm		p
11	Tukipiste	stgnss,t,rgnss	9			50 ppm		p
12	Apupiste	als/fot/mls/tls/t	9					p
14	Maastomallin rajaus		9					sv
15	Pohjakartan rajaus		9					sv
20	Apuviiva	als/fot/mls/tls/t	1	50	100		100/200	v
83	Kiskokosketin	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p
88	Vaihteenkosketin	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p
89	Varmistuslukko	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p
90	Vaihteen sähkökääntölaite	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p
94	Masto	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
95	Valaisin	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
97	Kaapelikaivo	als/fot/mls/tls/t	9		50	100	100/200	p
100	Maanpinnan hajapiste / -viiva	als/fot/mls/tls/t/rgnss	1			100 (200)	200 (400)	p/v
105	Kiveys/laatoitus	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v/sv
106	Hajapiste päällystetyllä pinnalla	als/fot/mls/tls/t	1			100	200	p
120	Tien reuna	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
121	Tien keskilinja	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
122	Päällysteen reuna (kestopäällyste)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
123	Pientareen ulkoreuna (sisäluiskan yläreuna)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
124	Sisäluiskan alareuna	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
125	Ulko- (leikkaus-) luiskan alareuna	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
126	Ulko (leikkaus-) luiskan yläreuna	als/fot/mls/tls/t	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
127	Muu tien pinnan taiteviiva	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
128	Valereuna	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
129	Polku	als/fot/mls/tls/t	1			100 (200)	/100 (400)	v
130	Reunakiven alareuna	mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
131	Reunakiven yläreuna	mls/tls/t	1		50	100	100/200	v

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
132	Tukimuurin alareuna	mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
133	Tukimuurin yläreuna (rakenteen muoto tarvittaessa 3D - viivoina)	mls/tls/t	1/9		50	100	100/200	v/3dv
140	Ojan reuna	als/fot/mls/tls/t/rgnss	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
141	Ojanpohja	als/mls/tls/t/rgnss	1		50	100	100/200	v
144	Lähde	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/sv
146	Joen reuna (törmän yläreuna)	als/fot/mls/tls/t/rgnss	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
147	Rantaviiva	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9			100	200	v
148	Vesipinta	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9			100	200	p
150	Luiskan alareuna (myös kasat, pinta 9)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
151	Luiskan yläreuna (myös kasat, pinta 9)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
157	Rakenneluiskan reuna (Infrabim)		1					v
190	Avokallion hajapiste / - viiva	als/fot/mls/tls/t/rgnss	2			100 (200)	200 (400)	p/v
191	Avokallion rajaus	t/rgnss (xy), l (z)	2		200	100	400/200	sv/v
192	Kallioleikkaus alareuna	als/fot/mls/tls/t	2		50	100 (200)	100/200 (400)	v
193	Kallioleikkaus yläreuna	als/fot/mls/tls/t	2		50	100 (200)	100/200 (400)	v
194	Tunnelin suuaukko	als/fot/mls/tls/t	2		50	100	100/200	v
195	Kalliohyllyn ja maaleikkauksen raja	als/fot/mls/tls/t	2		50	100 (200)	100/200 (400)	v
196	Kalliopinta, luodattu	t/rgnss	2		50			p
199	Pato	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	v
200	Rakennus yleensä, seinälinja	mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
201	Rakennus, seinälinja (asuin-, liike-, tehdas-, yleinen)	mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
202	Rakennus, seinälinja (talous-, varastorakennus)	mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
203	Katos	als/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
204	Portaat	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
205	Muu rakenne	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p/ v/sv/3dv
206	Rakennuksen katto räystäs/harjaviiva	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	v/sv
207	Sokkeli	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
208	Raunio/kivijalka	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
209	Laituri, vesiliikenne	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	sv
210	Aita yleensä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
211	Puuaita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
212	Verkkoaita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
213	Kiviaita, tiili- tai betonimuuri	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
214	Lehtipuurivi tai -aita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v
215	Havupuurivi tai -aita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v
216	Pensasrivi tai -aita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v
217	Meluita, Meluseinä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
220	Kaide yleensä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
221	Teräskaide	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
222	Puukaide	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
228	Pumppaamo yleensä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/sv
2281	Jätevesipumppaamo	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/sv
2282	Sadevesipumppaamo	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/sv
229	Polttoaineen jakelulaite	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p
230	Liikennemerkkin jalusta	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/v
231	Portaali	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/ v /3dv
232	Liikennevalopylväs	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
233	Kaapelin merkkipaalu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p
234	Valaisinylväs	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
235	Lipputanko/jalusta	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
236	pylväs/taulu (rata)(telematiikkanä- yttö)	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
237	Valvontakameran pylväs	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	p/3dv
238	Jakokaappi (keskipiste tai nurkat)	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p/ sv
239	Sähkömuuntaja (keskipiste tai nurkat)	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p/sv
240	Maaliviiva sillalla	t	9	25			50	v
241	Sillan keskilinja (harjat)	t	9	25			50	v
242	Sillan reunapalkin alareuna	t	9	25			50	v
243	Sillan reunapalkin yläreuna	t	9	25			50	v
244	Maatuki	t	9	25			50	v
245	Pilari	t	9	25			50	v
246	Palkki	t	9	25			50	v
247	Kannen alapinta	t	9	25			50	v
248	Arkku	t	9	25			50	v

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
249	Muu sillan taiteviiva	t	9	25			50	v
250	Rajapyykki	t/rgnss	9					p
251	Rajapaalu	t/rgnss	9					p
252	Hävinyt pyykki		9					p
253	Rajapiste	t/rgnss	9					p
254	Kunnan raja		9					v
255	Kylän raja		9					v
256	Tilan raja	t/rgnss	9					v
257	Tontin raja	t/rgnss	9					v
258	Epävarma tilan raja	t/rgnss	9					v
259	Tiealueen/rautatiealueen raja	t/rgnss	9					v
260	Kuvioraja yleensä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v/sv
261	Salaojitettu pelto	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v/sv
262	Salaojittamaton pelto	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v/sv
263	Suo	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v/sv
264	Kivikko	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					v/sv
271	Merkittävä kivi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p /sv
272	Merkittävä lehtipuu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27200	Vaahtera	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27201	Koivu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27202	Haapa	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27203	Pihlaja	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27204	Hopeapaju	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27205	Salava	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27206	Leppä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27207	Tammi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27208	Raita	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27209	Lehmus	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27210	Jalava	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27211	Poppeli	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27212	Saarni	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
27213	Hedelmäpuu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
273	Merkittävä havupuu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
2730	Mänty	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
2731	Kuusi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
2732	Kataja	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
2733	Lehtikuusi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
2734	Tuija	als/fot/mls/tls/t/rtk/vra	9					p/3dv
2735	Koristehavupuu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv
274	Merkittävä pensas	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p
275	Kelo	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9					p/3dv

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3		MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
280	Rautatiekiskon selkä	als/fot/mls/tls/t	9		50	100	100/200	v
281	Raiteen keskilinja	t	9	8			20	v
2814	Raiteen keskilinja tasoristeyksen kohdalla	t	9	8			20	v
2815	Raiteen keskilinja sillan kohdalla	t	9	8			20	v
2816	Raiteen keskilinja rummun kohdalla	t	9	8			20	p
282	Vaihteen etujatkos	t	9	8			20	p
283	Vaihteen takajatkos	t	9	8			20	p
284	Lankutuksen reuna tasoristeyksessä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v/sv
285	Raidepuskin	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	v
286	Laituri (rautatie)	als/fot/mls/tls/t	9		50	100	100/200	v
2861	Korkea matkustajalaituri	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
2862	Matala matkustajalaituri	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
2863	Tavara- tai kuormauslaituri	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	v
287	Km-pylväs	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p
288	sähköratapylväs yleensä (keskipiste)	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p
2880	Sähköratapylvään perustuksen korko	als/fot/mls/tls/t	9			100	200	p
2881	I-pylväs (keskipiste)	t/rgnss	9	50			100	p
2882	P-pylväs (keskipiste)	t/rgnss	9	50			100	p
2883	R-pylväs (keskipiste)	t/rgnss	9	50				p
2884	Sähköratapylväs yleensä	t/rgnss	9	50			100	p
289	Raiteen rajamerkki	t/rgnss	9	50	50		100	p
290	Muu radan rakenne	t(xyz),rgnss (xy)	9	50	50		100	p
291	Raiteen sulku	t/rgnss	9	50				p
292	Maaliviiva päällystetyllä alueella	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	v
293	Suojatie	als/fot/mls/tls/t	1		50	100	100/200	sv
30000	Rummut	t	9	50			100	p/ v
400	Kaivot ja putket	als/fot/mls/tls/t	9	50			100	p/ v
600	Maakaapelit	t/rgnss	9	50				p/ v
5000	Ilmajohdot	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50				p + v
701	Reitti	t/rgnss	9		50	100	100/200	v
702	Kanava	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100/200	v
704	Putkitus	t/rgnss	9		50		100/200	v
710	Kaapelin merkkipaalu	t/rgnss	9				100	p
711	Jatko	t/rgnss	9	50			100	p

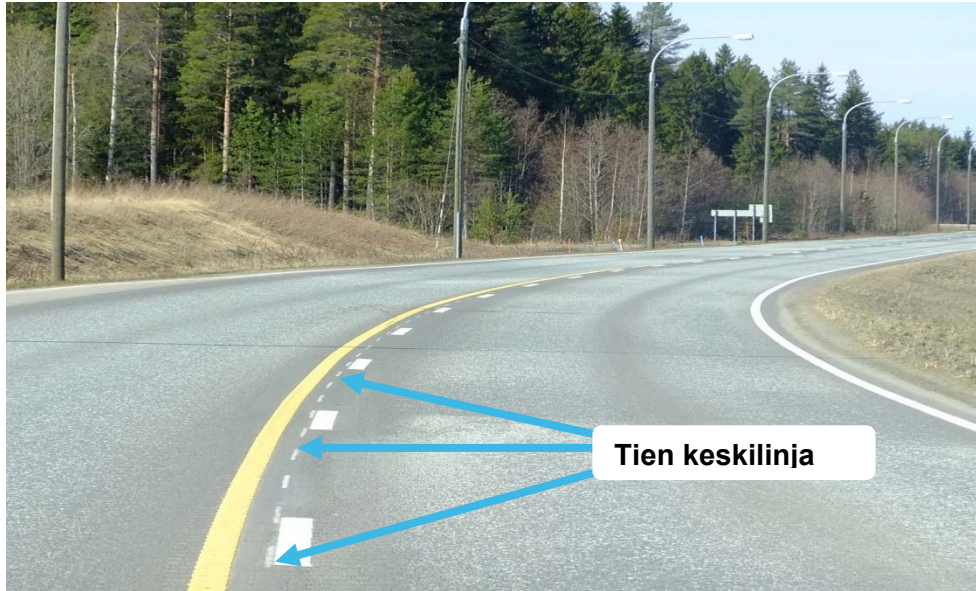
Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
713	Kaappi yleensä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p
714	Koju	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	50			100	p
715	Vaihteen lämmittimen tehomuuntaja	t/rgnss	9	50			100	p
716	Vaihteen lämmittimen erotusmuuntaja	t/rgnss	9	50			100	p
717	Vaihteen lämmittimen kytkinrasia	t/rgnss	9	50			100	p
718	Erottimen kytkinrasia	t/rgnss	9	50			100	p
719	Lenkki	t/rgnss	9	50			100	p
720	Kahdeksikko	t/rgnss	9	50			100	p
721	Lämmityspistorasia	t/rgnss	9	50			100	p
722	Valaistuskaappi	t/rgnss	9	50			100	p
723	Vaihteenlämmittimen kaappi	t/rgnss	9	50			100	p
724	Kaapelikaivo luukulla	t/rgnss	9	50			100	p
726	Tankokuoppa VL	t/rgnss	9	50			100	p
727	Eristyksen liikennemerkki	t/rgnss	9	50			100	p
728	Tieopastin	t/rgnss	9	50			100	p
730	Opastin (masto)	t/rgnss	9	50			100	p
731	Raideopastin	t/rgnss	9	50			100	p
732	Turvalaitepainike	t/rgnss	9	50			100	p
733	Turvalaite ohj.kytkin	t/rgnss	9	50			100	p
735	Opastinportaalin jalka	t/rgnss	9	50			100	p
736	Avainsalpalaitte	t/rgnss	9	50			100	p
737	Portaaliopastin	t/rgnss	9	50			100	p/v/3dv
738	Impedenssisilta	t/rgnss	9	50			100	p
739	KytKentärasia	t/rgnss	9	50			100	p
740	Puomi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	10 0			200	p
741	Varoitusvalo	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	10 0			200	p
742	Akselinlaskija	t/rgnss	9	50			100	p
743	Turvalaitekaappi	t/rgnss	9	50			100	p
744	Ohjattu baliisi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	10 0			200	p
745	Ohjaamaton baliisi	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9	10 0			200	p
751	Syöttöpää	t/rgnss	9	50			100	p
752	Relepää	t/rgnss	9	50			100	p
753	Juoksutus	t/rgnss	9	50			100	p
754	RVP silmukka	t/rgnss	9	50			100	p

Tarkan maastomallin koodiluettelo

KOODI T3	SELITE	MITTAUSTAPA stgnss=staat.GNSS v=vaaitus t=takymetri als=laser (lento) fot=fototgr.mitt. mls=ajon.laser tls=maalaser rgnss=reaali- aikainen GNSS	Pintatunnus T1	KESKIVIRHE XYZ	KESKIVIRHE XY	KESKIVIRHE Z	YLÄRAJA (AQL 4)	TOPOLOGIAT piste=p viiva=v sulkeutuva viiva =sv 3D-viiva = 3dv
755	Eristys	t/rgnss	9	50			100	p
770	TV-kamera	t/rgnss	9	50			100	p
771	Torvi	t/rgnss	9	50			100	p
772	Kaiutin	t/rgnss	9	50			100	p
773	Puhelin	t/rgnss	9	50			100	p
774	Kello	t/rgnss	9	50			100	p
775	Puupylväs	t/rgnss	9	50			100	p
776	Metallipylväs	t/rgnss	9	50			100	p
777	Valokatkaisija	t/rgnss	9	50			100	p
779	Opastustaulu	t/rgnss	9	50			100	p
780	Kuitujatkokaappi	t/rgnss	9	50			100	p
781	Laiturin tason vaihtolaite (hissi)	als/fot/mls/tls/t	9		50	100	100/200	v/sv
782	Rullaporras	mls/tls/t	9		50	100	100/200	v/sv
800	Portin pylväs	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p
801	Portti	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50		100	v
802	Pysäköintimittari	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p
803	Pysäköinnin maksulaite	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p
804	Roskasäiliö kiinteä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/sv
805	Penkki kiinteä	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/v
806	Muistomerkki/patsas	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/v/sv
807	Masto	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/3dv
808	Mainostaulu	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p/3dv
809	Auton lämmitystolppa	als/fot/mls/tls/t/rgnss	9		50	100	100/200	p
8100	Pohjatutkimuspiste	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8111	Painokairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8112	Tärykairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8113	Pistokairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8114	Lyöntikairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8115	Heijarikairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8116	Siipikairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8117	Porakonekairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8118	Maanäyte, häiriintymätön	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8119	Maanäyte, häiritty	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8120	Pohjavesiputki	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8121	Koekuoppa	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8122	CPTU-kairaus	t/rgnss	9		200	50	400/100	p
8200	Luotauslinja	t/rgnss	9		200	50	400/100	v
8210	Maatutkaluotauslinja	t/rgnss	9		200	50	400/100	v
8220	Seisminen luotauslinja	t/rgnss	9		200	50	400/100	v
8230	Sähköinen luotauslinja	t/rgnss	9		200	50	400/100	v
999	Tarkistuspoikkileikkaus	t	9					v

Koodi 121 Tien keskilinja



Kartoitettavat pisteet:

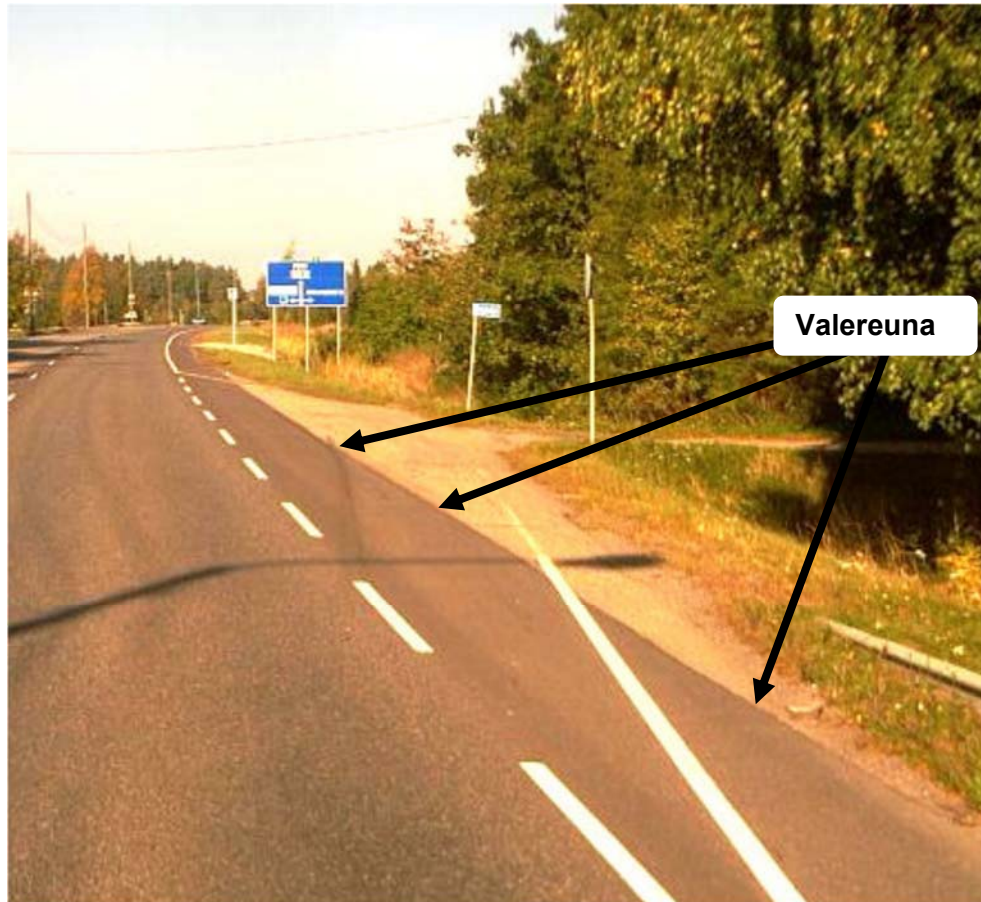
Tien keskilinan taitepisteet. Keskilinja mitataan ajoradan taitekohtaan, jos se on todettavissa. Keskilinja ei ole aina maaliviivan kohdalla. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
1	1	121	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
1	1	121	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 128
Valereuna



Kartoitettavat pisteet:

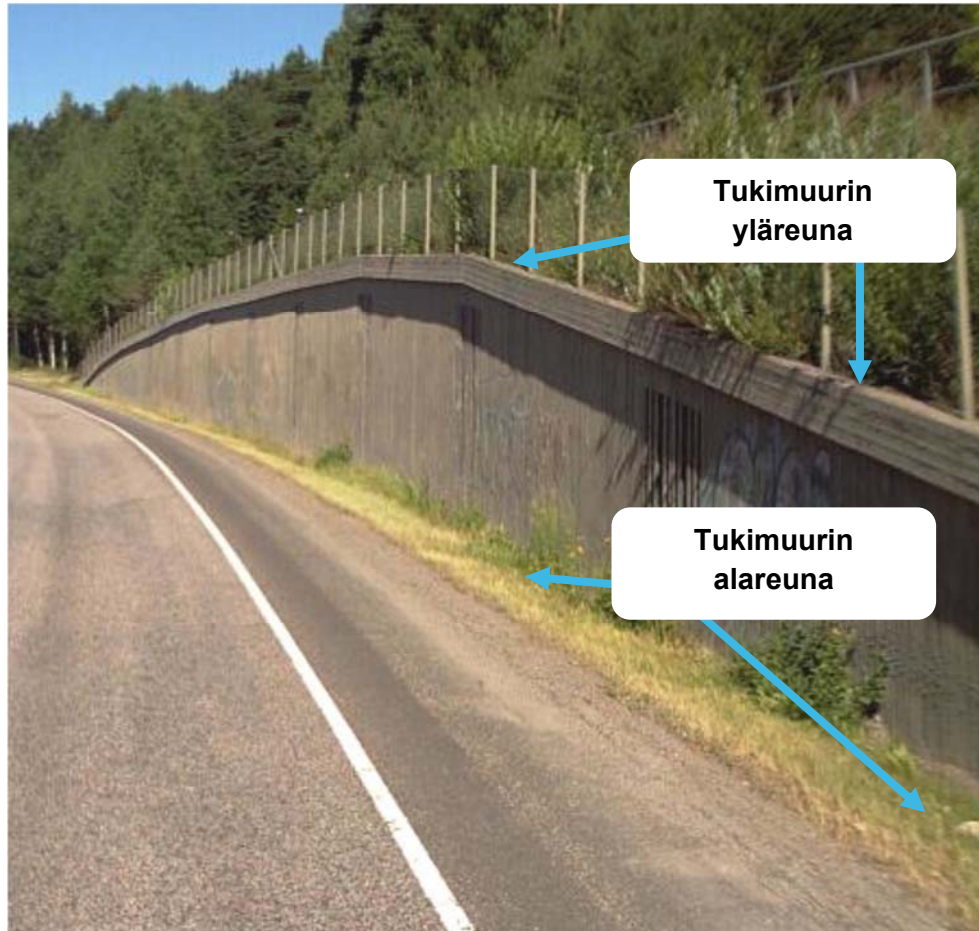
Valereunan taitepisteet. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
1	1	128	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
1	1	128	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodit 132–133 Tukimuri



Kartoitettavat pisteet:

Tukimuurin taitepisteet. Ylä- ja alareunan pisteet pareittain samasta kohdasta. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
1	1	132	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
1	1	132	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodit 192-193 Kallioleikkaus



Kartoitettavat pisteet:

Ylä- ja alareunan taitepisteet. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
2	1	192	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
2	1	192	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 195 Kalliohyllyn ja maaleikkauksen raja



Kartoitettavat pisteet:

Reunan taitepisteet. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
2	1	195	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
2	1	195	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 200

Rakennuksen nurkka yleensä



Kartoitettavat pisteet:

Seinälinjan taitepisteet maanpinnan tasossa. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

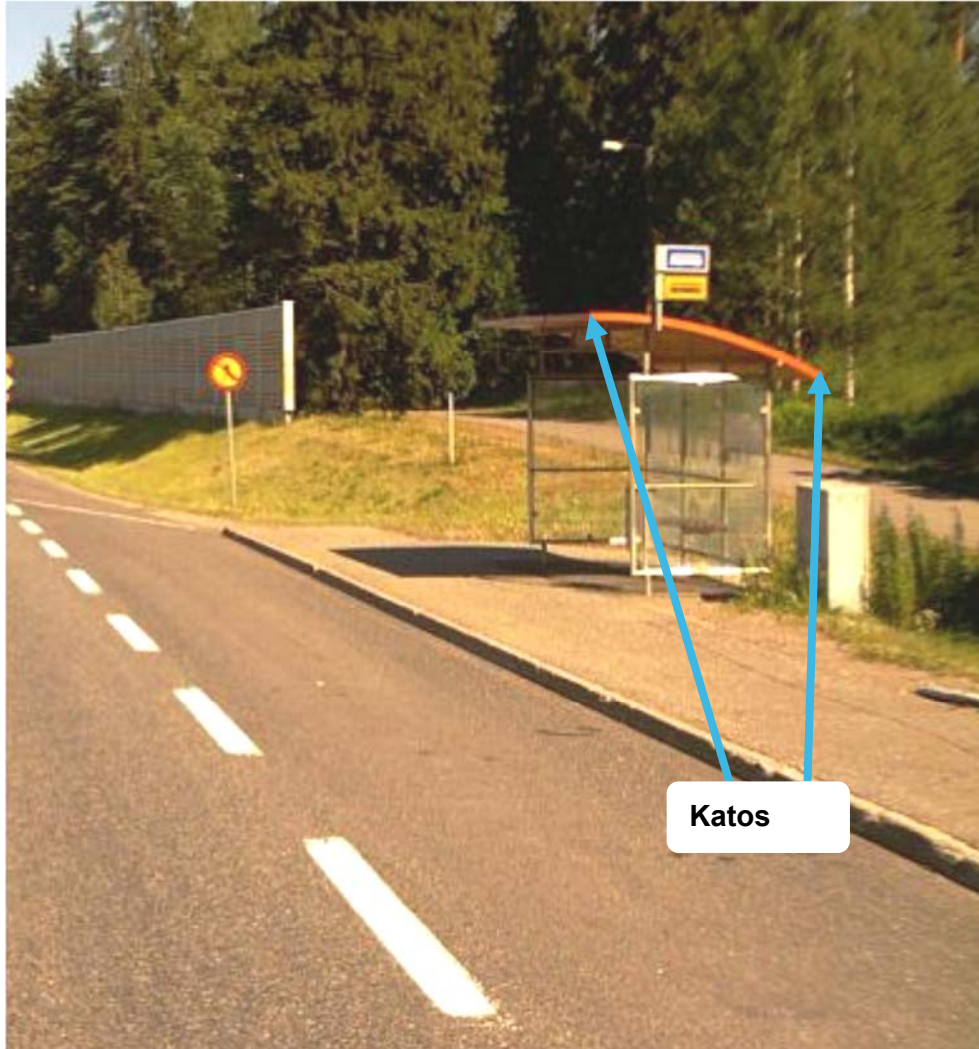
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	200	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	200	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 203

Katos



Kartoitettavat pisteet:

Katoksen nurkat. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	1	203	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
9	1	203	10078	6744835.113	27486890.214		47.551

Koodi 204
Portaat



Kartoitettavat pisteet:

Portaiden reunat 3D –taiteviivana sulkeutuvana kuviona pinnalle 9.
Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
	9	1	204	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
	9	1	204	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 221
Teräskaide



Kartoitettavat pisteet:

Johtimen sisäreunan taitteet. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	1	221	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
9	1	221	10078	6744835.113	27486890.214		47.551

Koodi 230 Liikennemerkkin jalusta



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	230	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 232 Liikennevalopylväs



Kartoitettavat pisteet:

Liikennevalopylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
9	0	232	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 234
Valaisinpylväs



Kartoitettavat pisteet:

Valaisinpylvään keskipiste. Pylväisiin liittyvät johdot kuvataan erillisinä viivoina.
Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	234	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 237
Valvontakameran pylväs



Kartoitettavat pisteet:

Valvontakameran pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	237	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 242 Sillan reunapalkin alareuna



Kartoitettavat pisteet:

Reunapalkin alareunan taitepisteet. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE). Kaikki sillan rakenteet koodataan pinnalle 9. Sillan keilat koodataan maanpinnalle.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	1	242	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
9	1	242	10078	6744818.732	27486888.365		47.275

Koodi 243
Sillan reunapalkin yläreuna



Kartoitettavat pisteet:

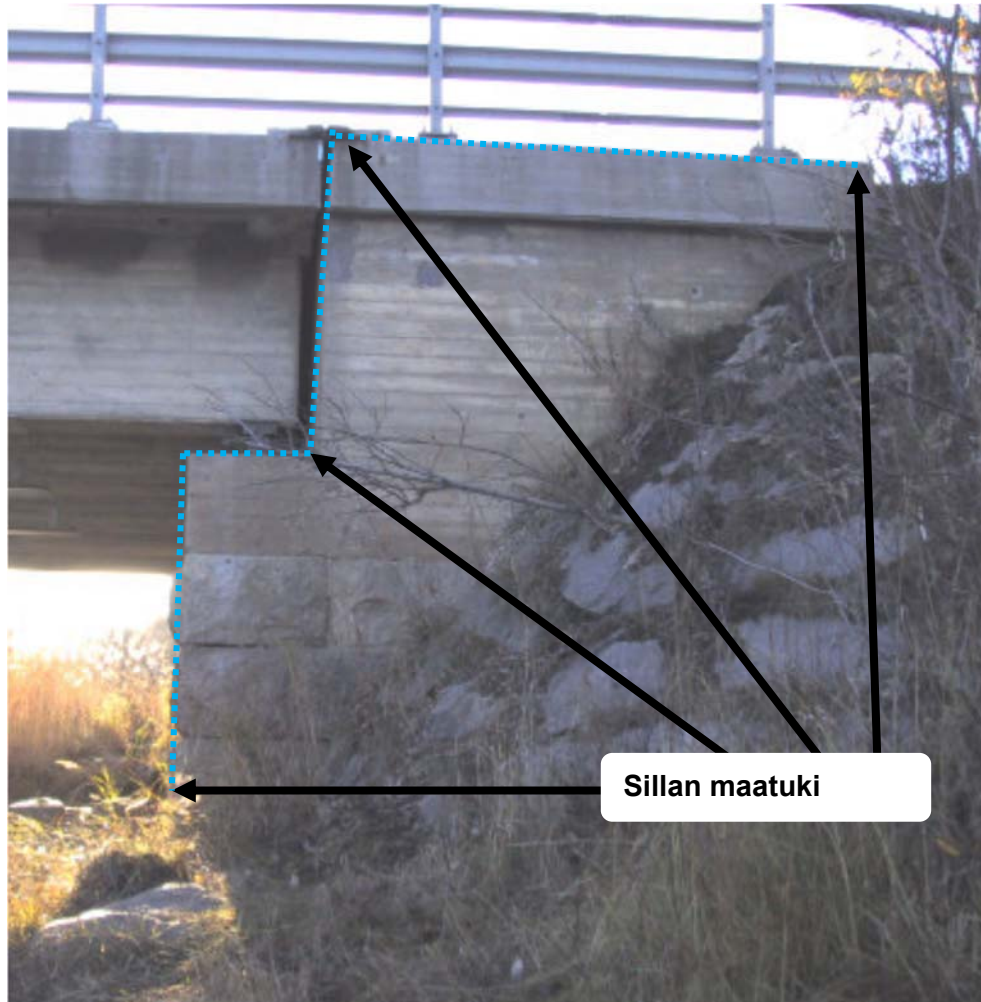
Reunapalkin yläreunan taitepisteet. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE).

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1		2		3		4		5		6		7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
9		1		243		10077		6744813.879		27486891.887		47.361	
9		1		243		10078		6744818.732		27486888.365		47.275	

Koodi 244
Sillan maatuki



Kartoitettavat pisteet:

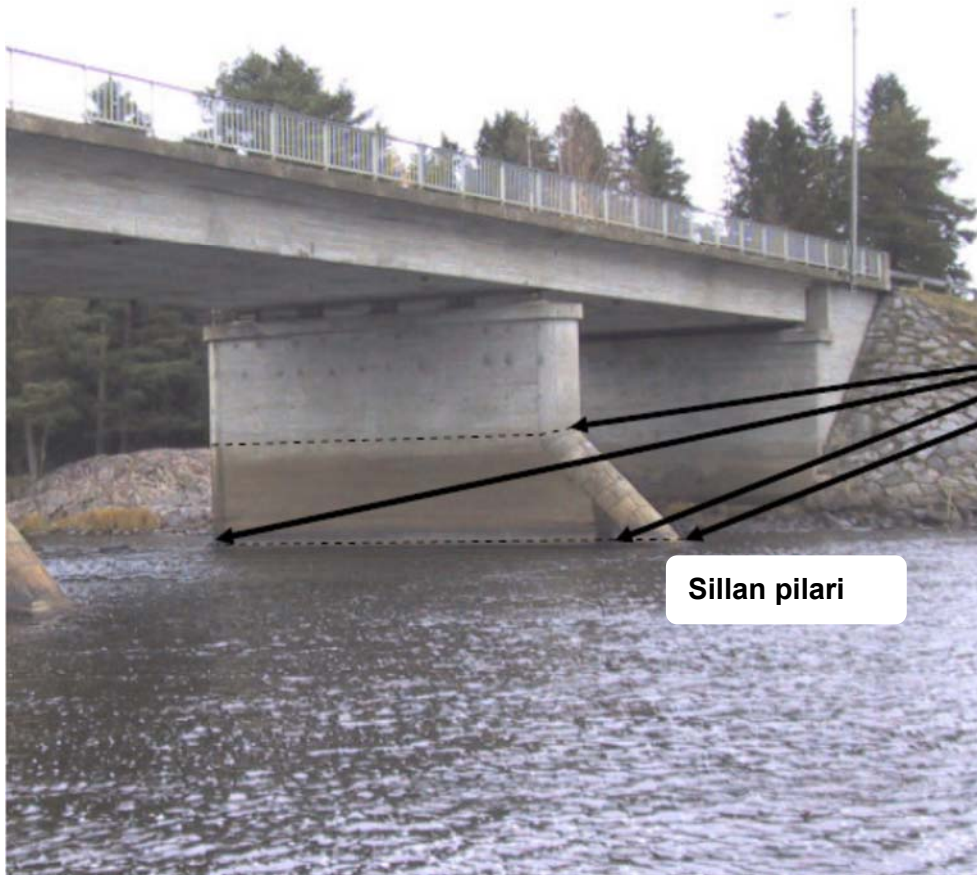
Sillan maatuen taitepisteet. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE).

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	244	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	244	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Koodi 245 Sillan pilari



Kartoitettavat pisteet:

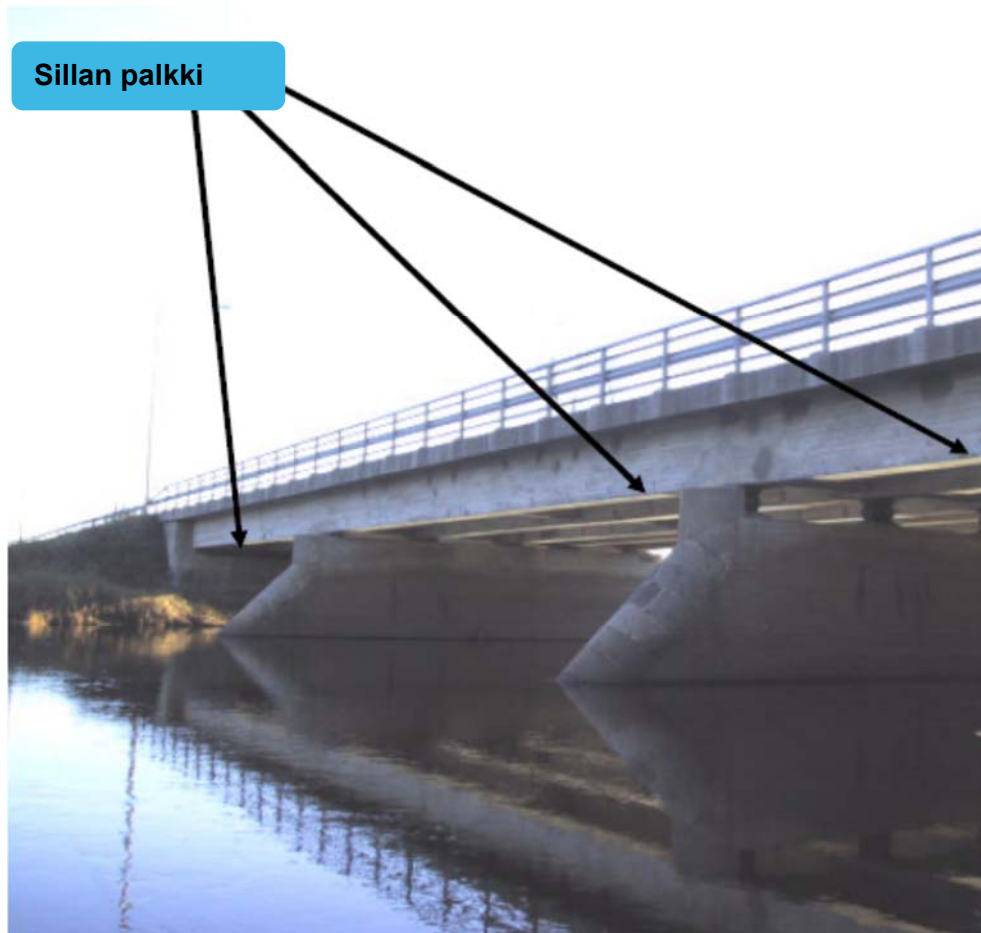
Sillan pilarin taitepisteet. Kartoitetaan kaikista poikkileikkauksen muutoskohdista. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE).

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	1	245	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
9	1	245	10078	6744818.732	27486888.365		47.275

Koodi 246
Sillan palkki



Kartoitettavat pisteet:

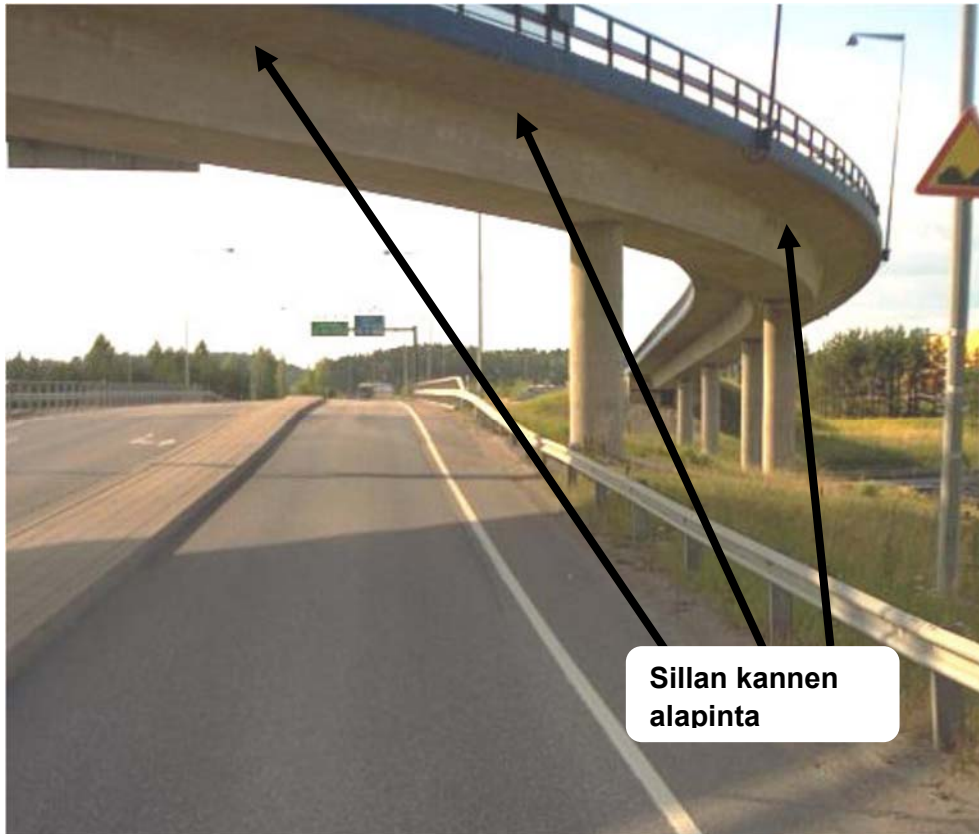
Sillan palkin taiteviivat. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE).

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	246	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	246	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Koodi 247
Sillan kannen alapinta



Kartoitettavat pisteet:

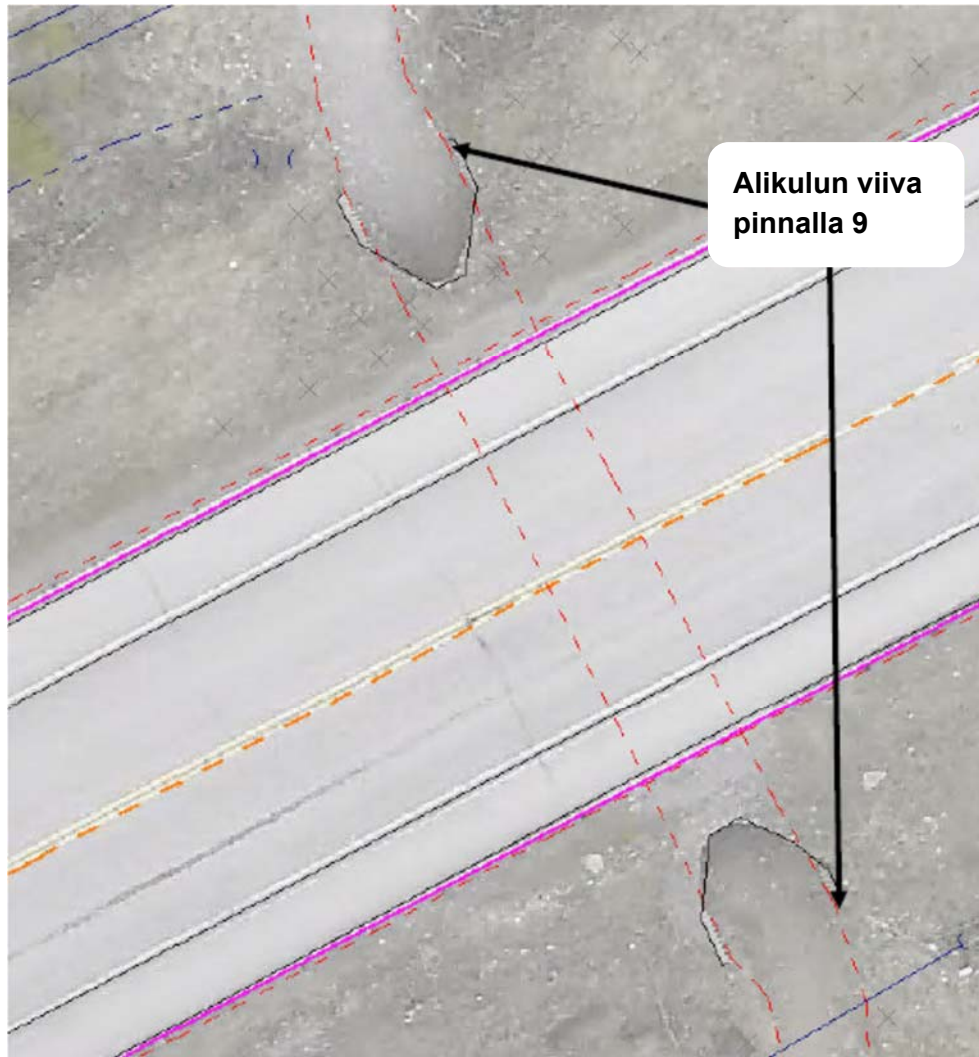
Sillan kannen alapinnan taiteviivat. Kartoitustarkkuutena erikoistarkkuus 25 mm (RMSE).

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	247	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	247	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Alikulku Putkimainen rakenne



Kartoitustapa:

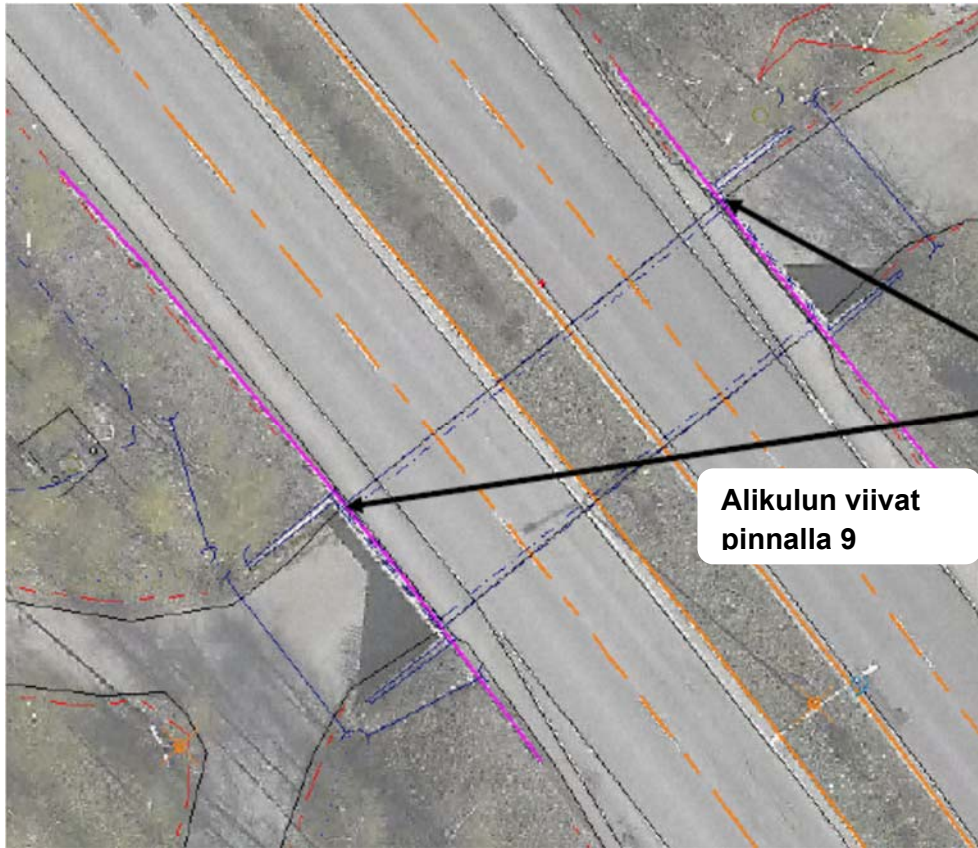
Tierakenne koodataan kokonaisuudessaan maanpinnaksi. Tierakenteen sisässä oleva alikulku koodataan kokonaisuudessaan pinnalle 9. Tieviivojen pintatunnus vaihtuu tieluiskan kohdalla. Putken suuaukot koodataan koodilla 205 pinnalle 9.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	123	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	123	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Alikulku Betonirakenne



Kartoitustapa:

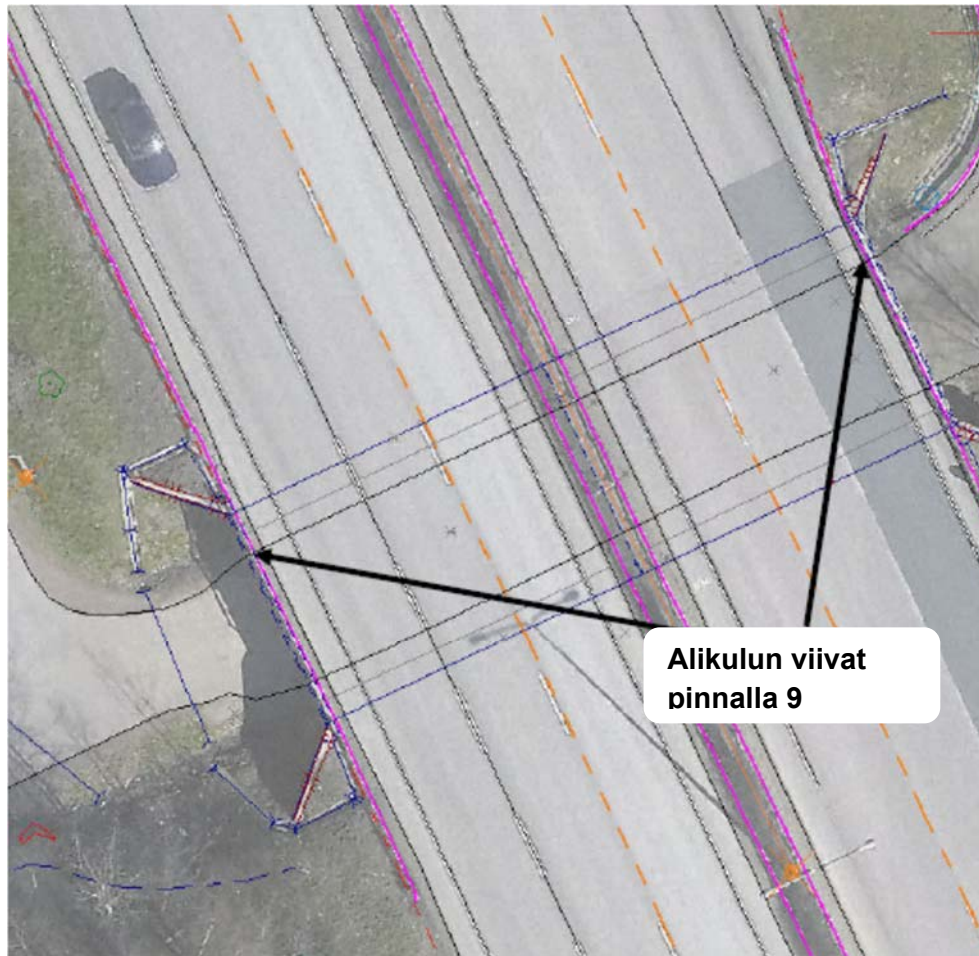
Tierakenne koodataan kokonaisuudessaan maanpinnaksi. Tierakenteen sisässä oleva alikulku koodataan pinnalle 9. Tieviivojen pintatunnus vaihtuu reunapalkin ulkoreunan kohdalla. Alikulun betonirakenteet koodataan sillan koodeilla 242, 243 ja 244. Reunapalkin yläreuna (243) ja maatuki (244) koodataan pinnalle 1.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	122	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	122	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Alikulku Betonirakenne



Kartoitustapa:

Tierakenne koodataan kokonaisuudessaan maanpinnaksi. Tierakenteen sisässä oleva alikulku koodataan pinnalle 9. Tieviivojen pintatunnus vaihtuu reunapalkin ulkoreunan kohdalla. Alikulun betonirakenteet koodataan sillan koodeilla 242, 243 ja 244. Reunapalkin yläreuna (243) ja maatuki (244) koodataan pinnalle 1.

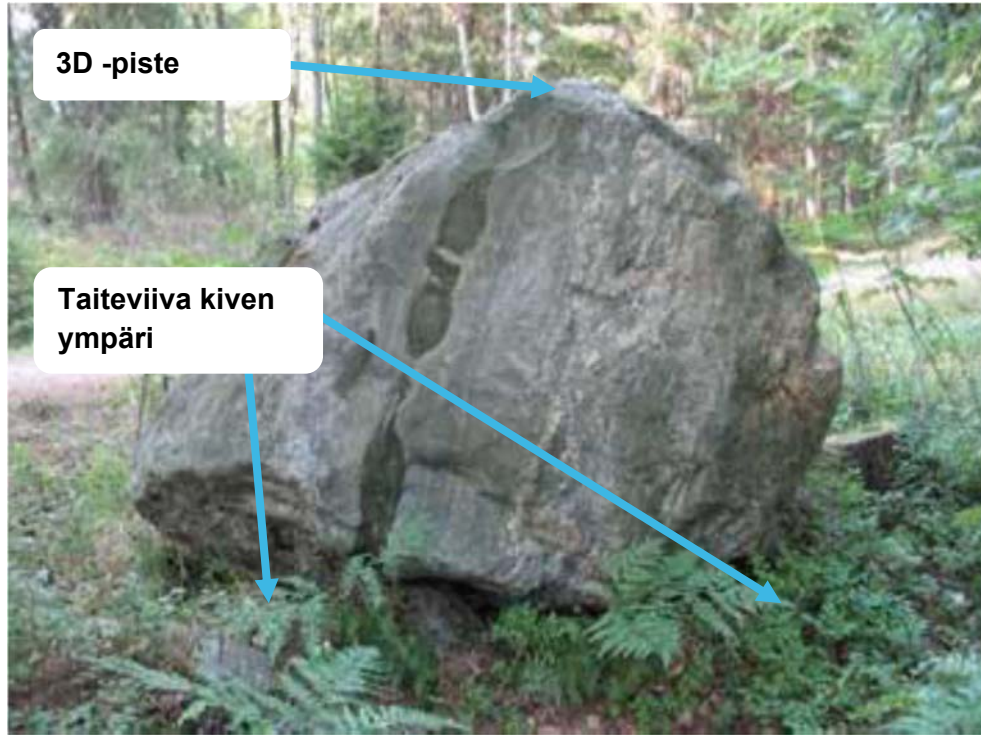
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	122	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	122	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Koodi 271

Merkittävä kivi > 1 m³



Kartoitettavat pisteet:

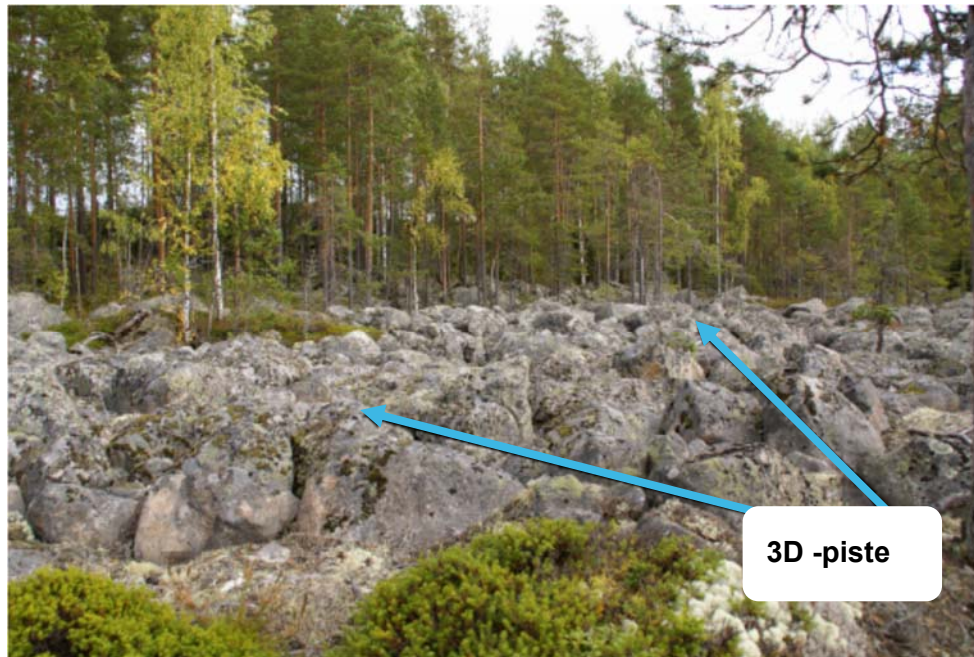
Kivet, joiden koko on yli 1 m³ mitataan taiteviivana kiven ympäri ja 3D-pisteenä kiven päälle. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus, pintatunnus 9.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	271	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
9	1	271	10077	6744818.879	27486891.887	47.361
9	1	271	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Kivikko ja pirunpelto



Kartoitettavat pisteet:

Rajataan alue maanpinnan 3D –viivana koodilla 264 (kivikko).

Alueen sisälle maanpinnan hajapisteet alimpiin kohtiin. Kivikon yläpintaan hajapisteistö koodilla 271 pinnalle 9. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	0	271	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
1	0	0	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
1	0	0	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
1	1	260	10077	6744813.879	27486891.488		47.361
1	1	260	10077	6744813.879	27486891.488		47.361

Koodi 272
Merkittävä lehtipuu



Kartoitettavat pisteet:

Puun rungon keskipiste. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	272	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 292 Maaliviiva päällystetyllä alueella



Kartoitettavat pisteet:

Maaliviivan taitepisteet. Mitattava piste sijoittuu viivan keskelle viivan paksuudesta riippumatta. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

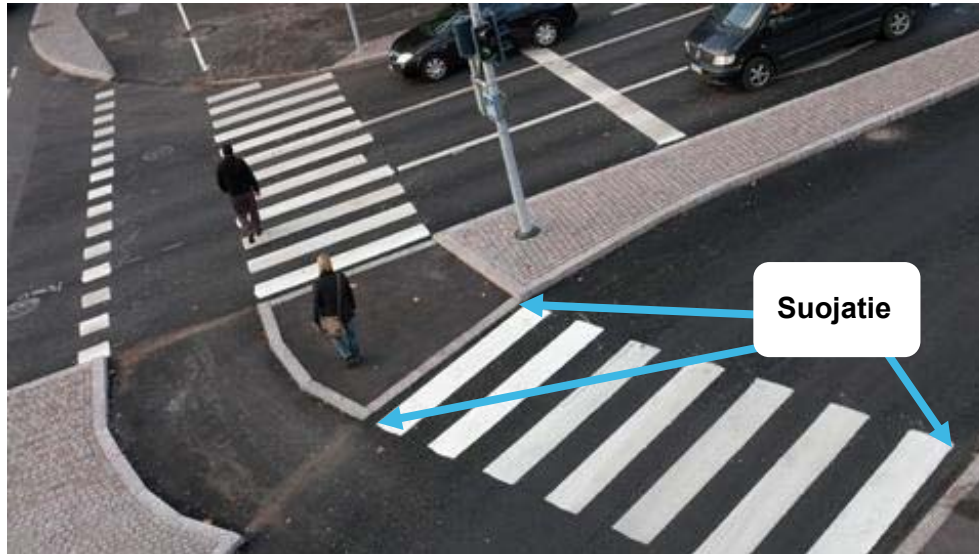
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
1	1	292	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
1	1	292	10078	6744835.113	27486890.214	47.551

Koodi 293

Suojatie



Kartoitettavat pisteet:

Suojatiemaalauksen äärioviiva taiteviivana. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
1	1	293	10077	6744813.879	27486891.887	47.361
1	1	293	10078	6744818.732	27486888.365	47.275

Koodi 421
Jätevesikaivo, umpikansi



Kartoitettavat pisteet:

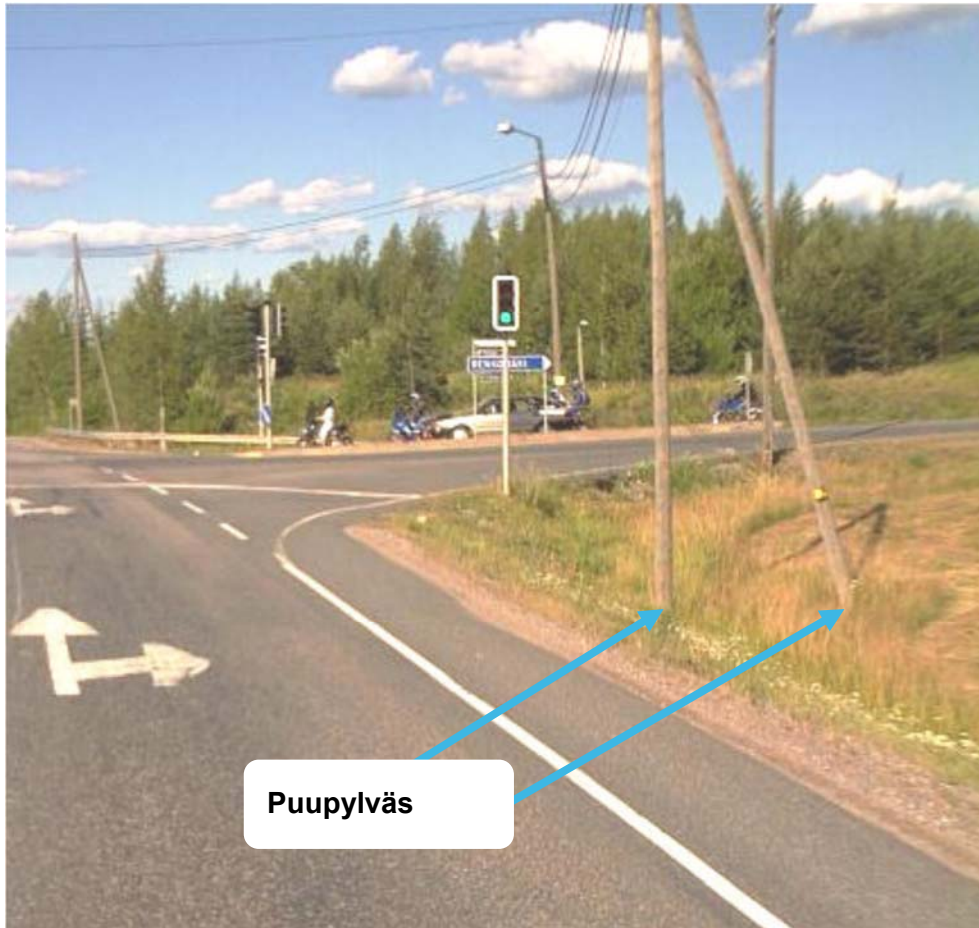
Kaivon kannen keskipiste. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
9	0	421	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 5321
Ilmajohdot, pylvää



Kartoitettavat pisteet:

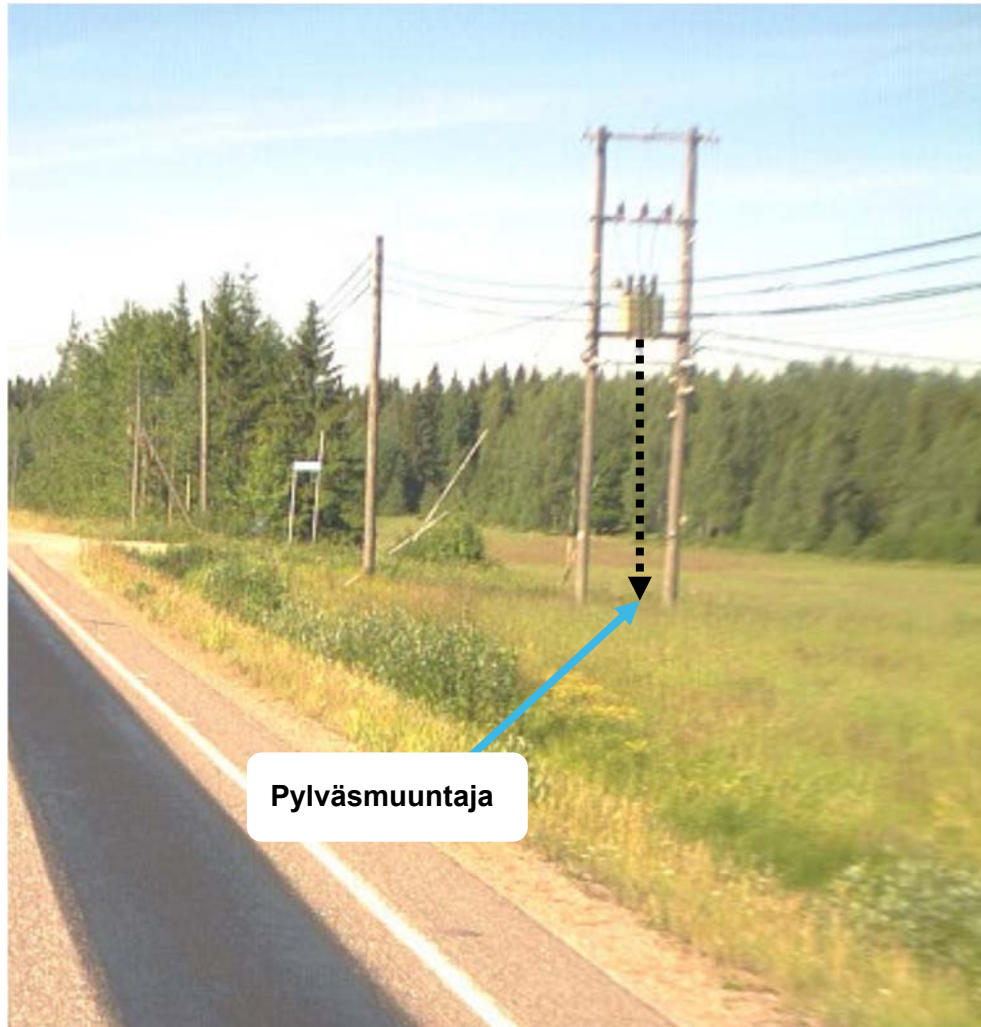
Pylvään keskipiste. Johdot kulkevat taiteviivana pylväiden keskipisteiden kautta. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
9	0	5321	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 5006
Pylväsmuuntaja



Kartoitettavat pisteet:

Pylväsmuuntajan keskipiste. Pylväsmuuntajan pylväät kartoitetaan erikseen.
Muuntajaan tulevat johdot kuvataan muuntajan keskipisteen kautta.
Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
9	0	5006	10077	6744813.879	27486891.887	47.361

Koodi 5007
Tukivaijeri



Kartoitettavat pisteet:

Tukivaijerin ankkurointipiste. Tukivaijeri kuvataan taiteviivana ankkurointipisteestä pylvään keskipisteeseen. Kartoitustarkkuutena normaali maastomallin tarkkuus.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	1	5007	10077	6744813.879	27486891.887		47.361
9	1	5007	10078	6744818.732	27486888.365		47.275

Koodi 280
Rautatiekiskon selkä



Kartoitettavat pisteet:

Kiskon päältä kiskon kulkureunasta (sisäreuna). Korkeus kiskon päältä.
Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Raiteen numero viivatunnukseksi kenttään T2

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	280	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 281 Raiteen keskilinja



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen keskilinja tarkalleen keskilinjalta. Keskilinja voidaan mitata raiteenmittaukseen tarkoitetulla raiteenmittausvaunulla, kulmaraudalla tai erillisellä sabluunalla. Korkeus RATOn kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

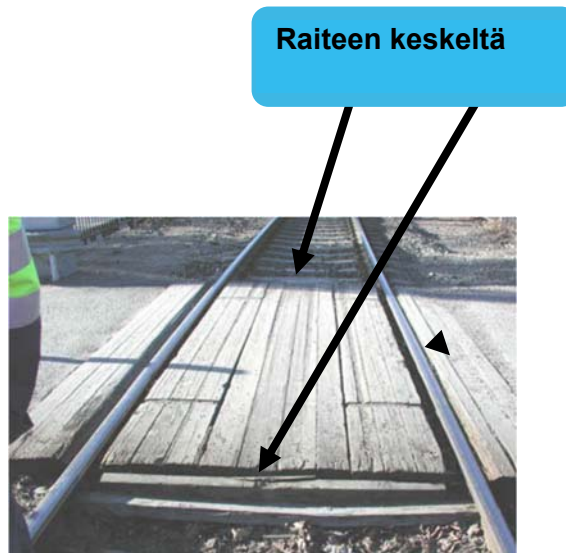
Taiteviivanumerona käytetään raiteen numeroa (esim. raide 3).

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	3	281	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 2814

Raiteen keskilinja tasoristeyksen kohdalta



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen keskilinja tasoristeyksen päistä hajapisteenä tarkalleen keskilinjalta. Korkeus RATOn kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

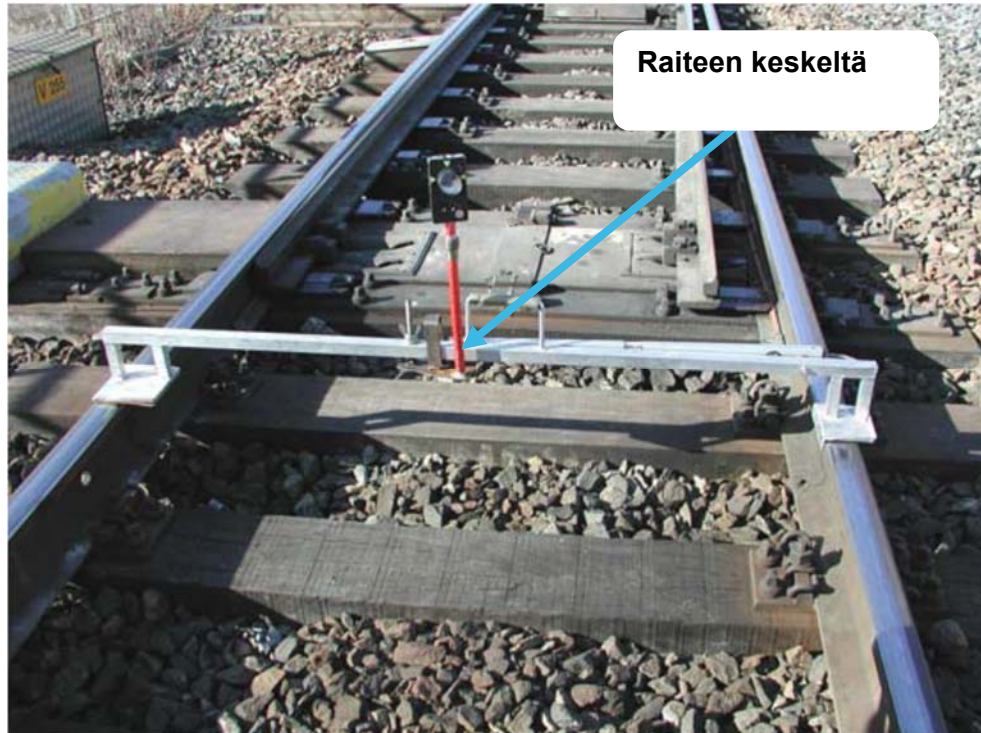
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2814	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 2815

Raiteen keskilinja sillan kohdalta



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen keskilinjan ja sillan kannen tai vastaavan rakenteen leikkauspiste hajapisteenä. Korkeus RATOn kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

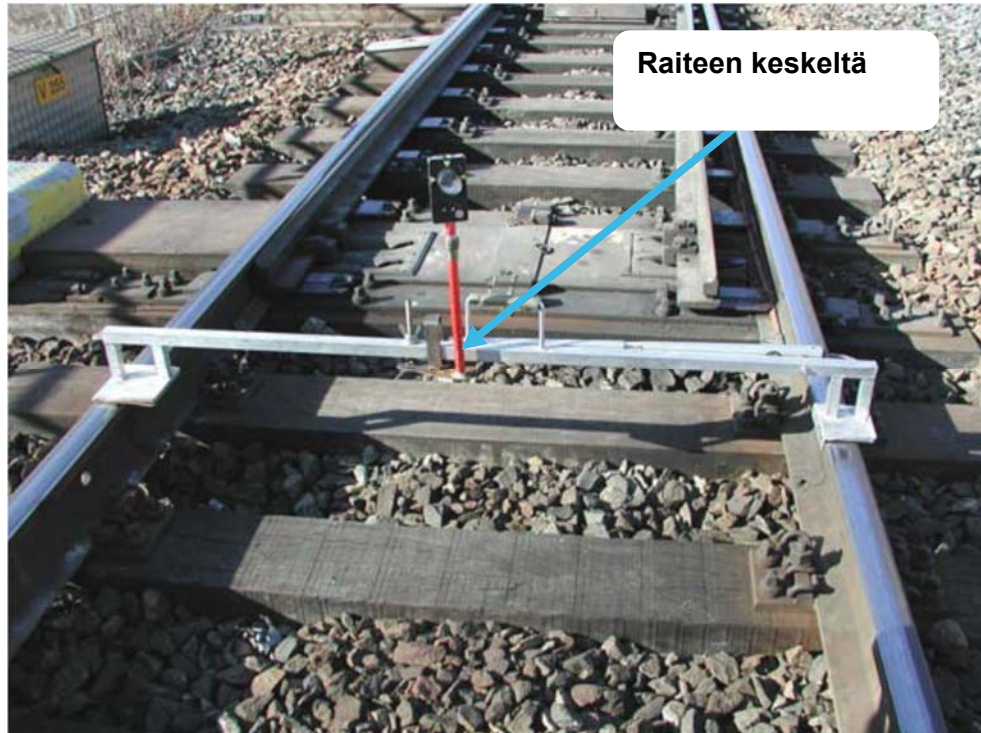
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2815	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 2816

Raiteen keskilinja rummun kohdalta



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen keskilinjan ja sillan kannen tai vastaavan rakenteen leikkauspiste hajapisteenä. Korke RATOn kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

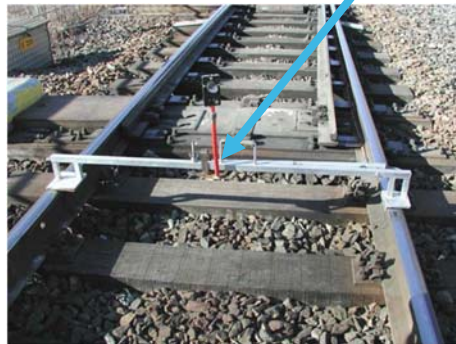
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2816	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 282 Vaihteen etujatkos

Hitsaussauman kohdalta,
raiteen keskeltä



Kartoitettavat pisteet:

Hitsaussauman kohdalta, raiteen keskeltä hajapisteenä. Korkeus RATO:n kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	282	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! V009

Koodi 283 Vaihteen takajatko



Hitsaussauman
kohdalta, raiteen
keskeltä

Kartoitettavat pisteet:

Hitsaussauman kohdalta, raiteen keskilinjalta hajapisteenä. Korkeus RATOn kohdan 2.2 mukaisesti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

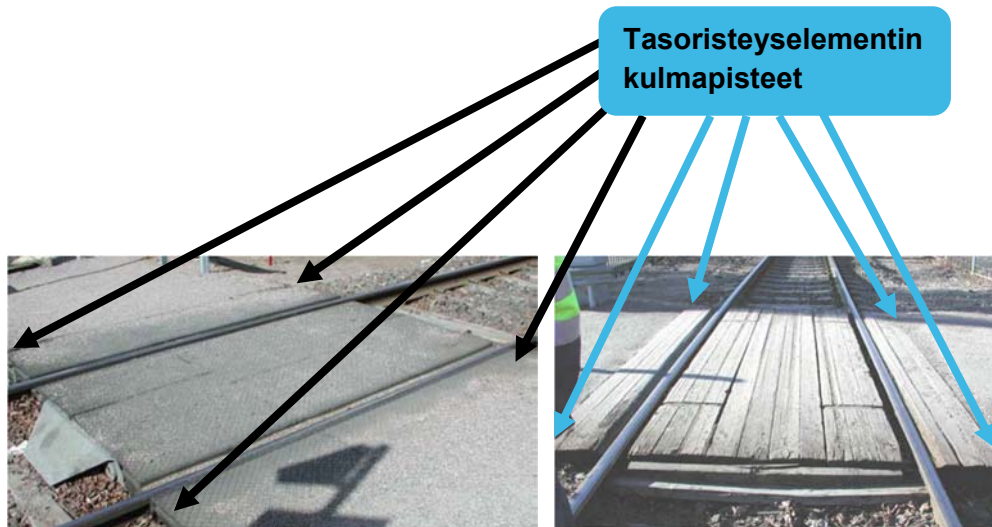
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	283	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! V009

Koodi 284 Lankutuksen reuna tasoristeyksessä



Kartoitettavat pisteet:

Tasoristeyselementin kulmapisteet taiteviivoina. Korkeo tasoristeyselementin päältä.
Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Tasoristeyksen nimi.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	284	8915	6744392.371	27486935.867	45.436
9	1	284	8915	6744392.371	27486935.867	45.436
9	1	284	8915	6744392.371	27486935.867	45.436
9	1	284	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! Yksityistie

Koodi 285 Raidepuskin

Raidepuskimen
etureunasta
raiteen keskeltä



Kartoitettavat pisteet:

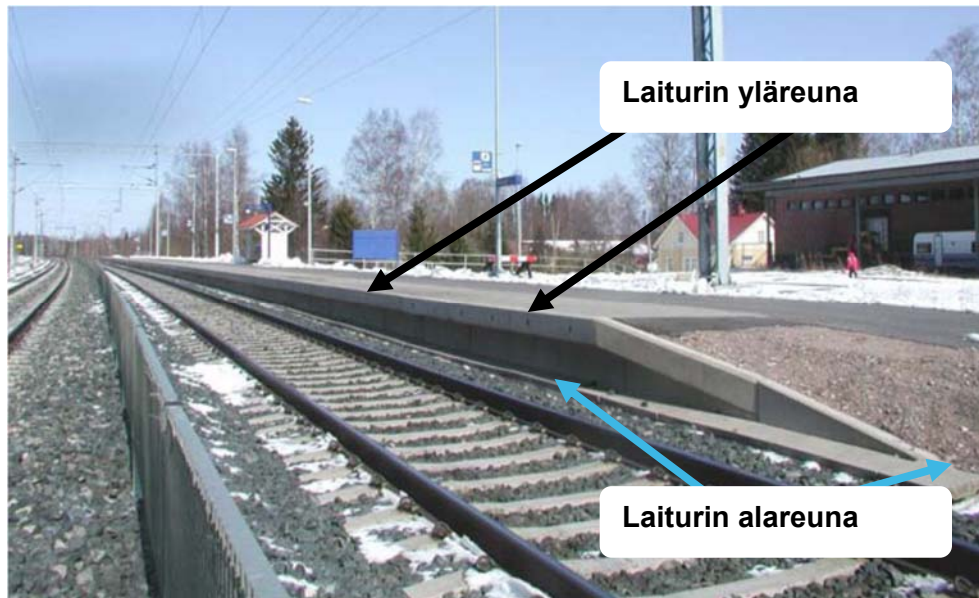
Raidepuskimen etureunasta raiteen keskeltä hajapisteenä. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	285	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

**Koodi 286 Laituri (laituri yleensä)
2861 (korkea matkustajalaituri)
2862 (matala matkustajalaituri)
2863 (tavara- tai kuormauslaituri)**



Kartoitettavat pisteet:

Laiturin ylä- ja alareuna omina taiteviivoina. Tarvittaessa kartoitetaan hajapisteitä laiturin alueelta. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
1	1	286	8915	6744392.371	27486935.867		45.436
1	1	286	8915	6744392.371	27486935.867		45.436
1	1	286	8915	6744392.371	27486935.867		45.436
1	1	286	8915	6744392.371	27486935.867		45.436

Koodi 287
KM-pylväs



Pylvään sijainti'



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään sijainti. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

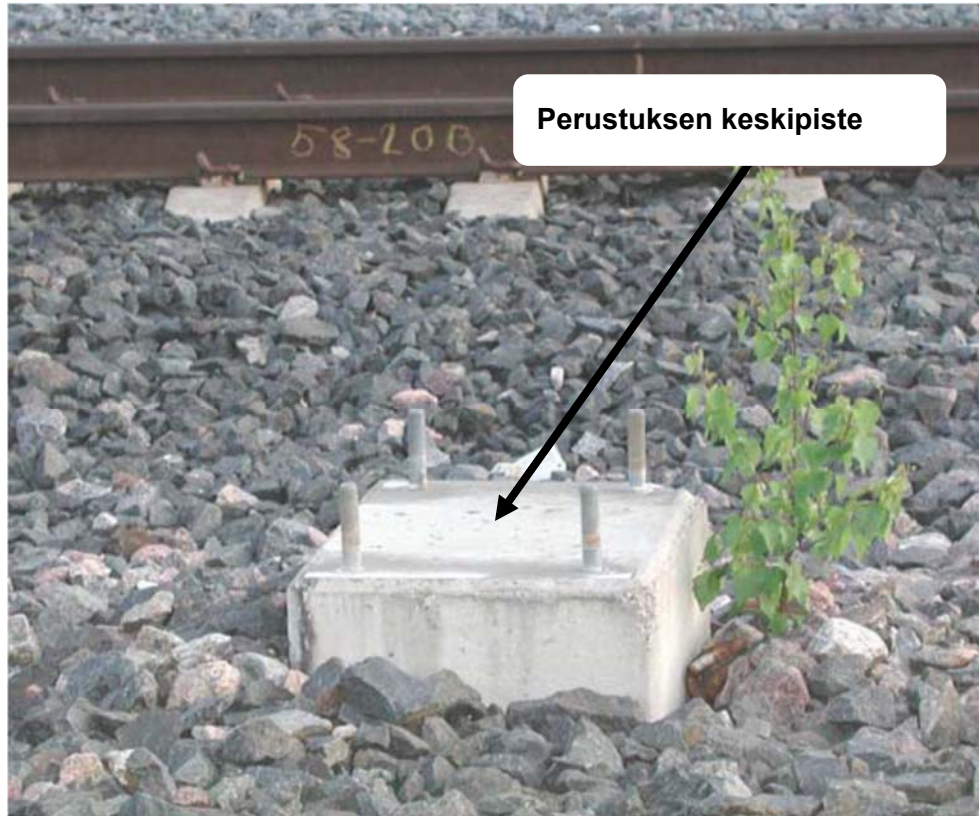
Km-lukema.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	287	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! 60

Koodi 288
Sähköratapylvään perustus



Kartoitettavat pisteet:

Perustuksen keskipiste tai kolmen nurkkapisteen avulla keskipiste. Korkeus perustuksen yläpinnasta. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

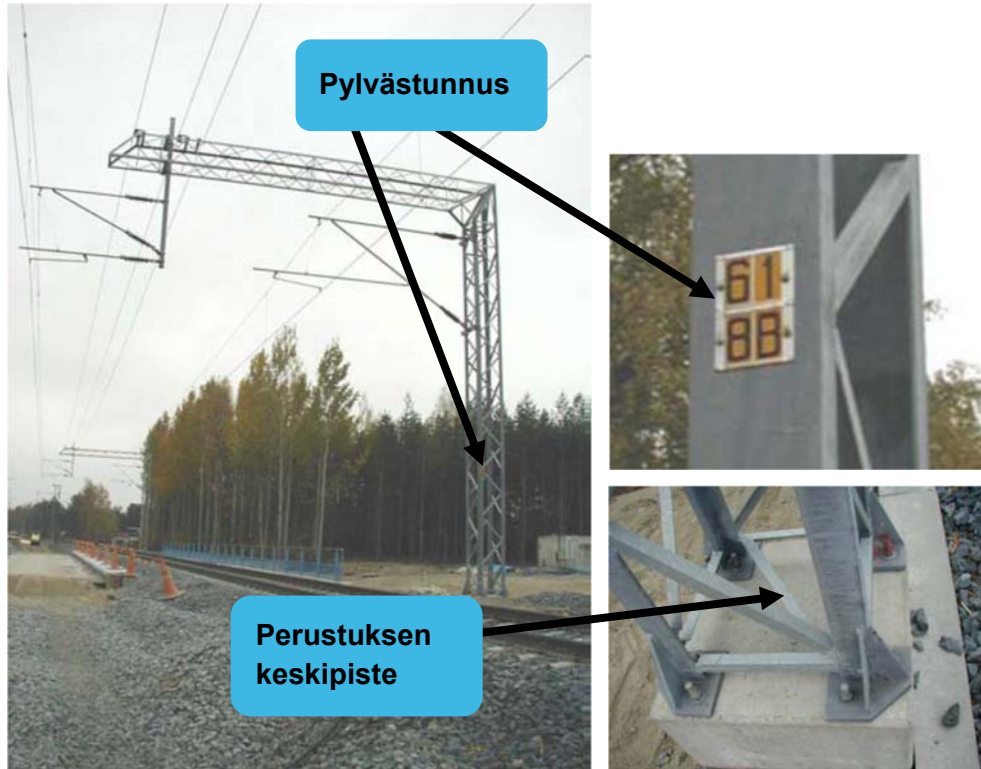
Pylvään tyyppi, pylvään numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	288	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! 60x88

Koodi 2880 Sähkötapylvään perustuksen korko



Kartoitettavat pisteet:

Korko perustuksen päältä. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Pylvään numero.

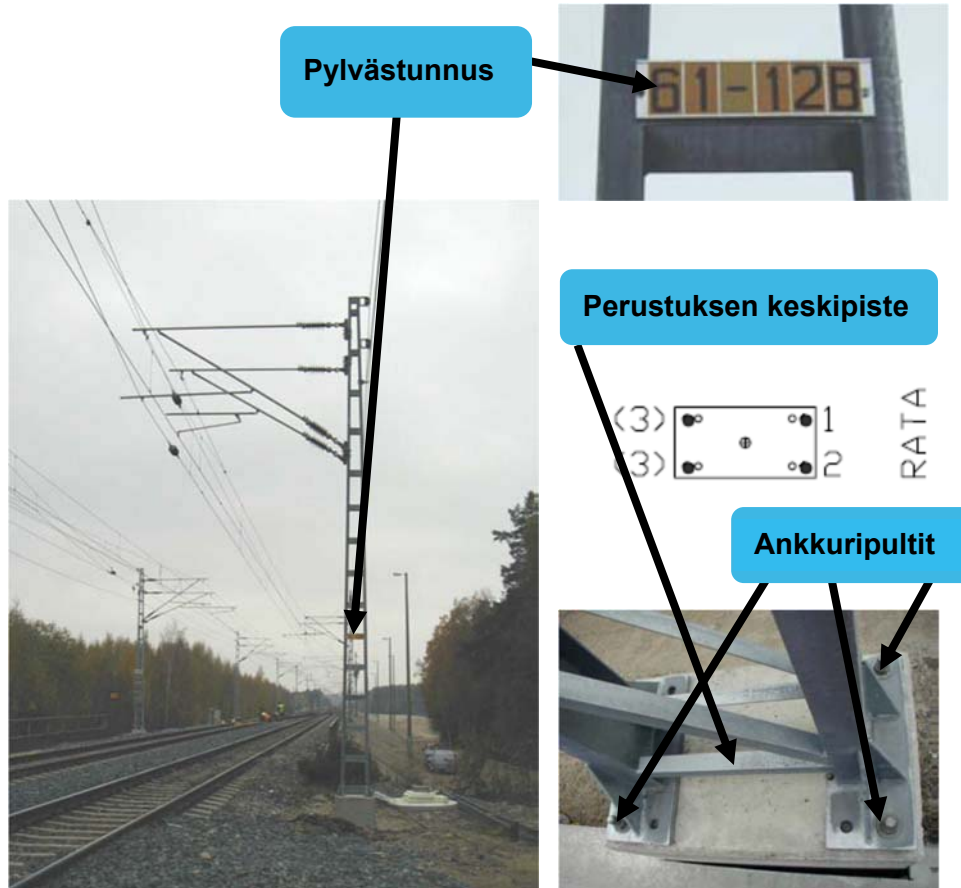
Huom. Koodia käytetään, kun pylvästyypille mitataan korko, joka liitetään koodeihin 2881, 2882, 2883 ennen aineiston luovutusta.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2880	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! 60x88

Koodi 2881
I-pylväs (keskipiste)



Kartoitettavat pisteet:

Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti (yht.3 pulttia x,y). Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korko perustuksen päältä. Muussa tapauksessa korko on nolla (z=0). Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

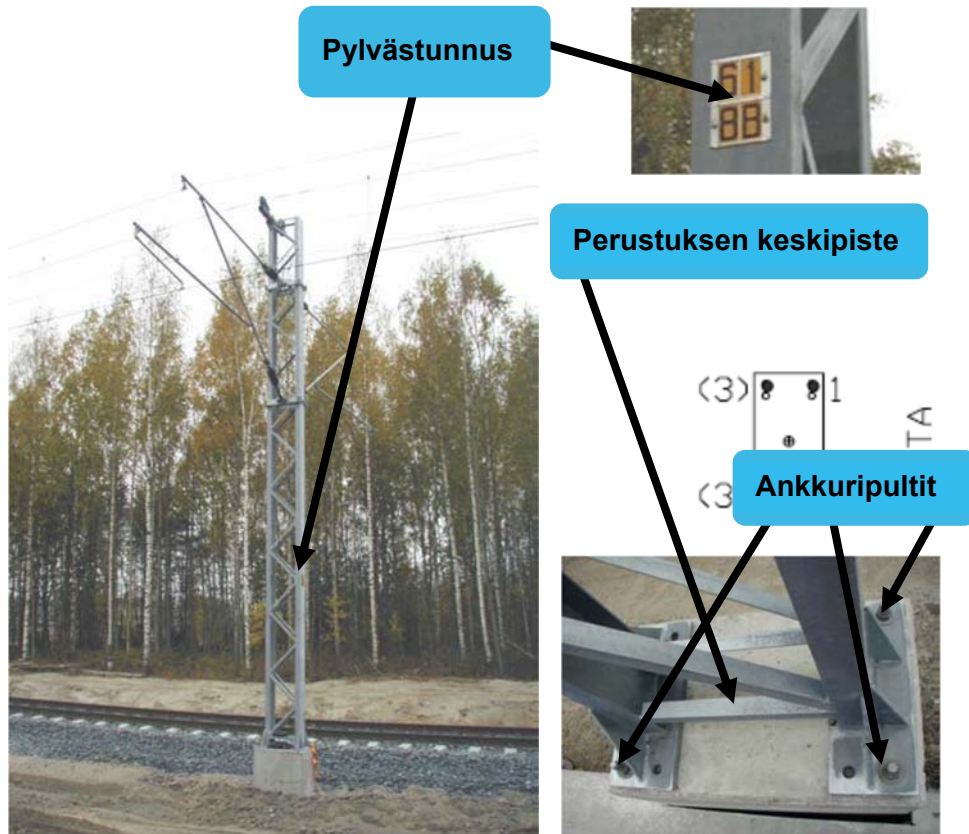
Lisämääreet:

Pylvään numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2881	8915	6744392.371	27486935.867	45.436
! 61-128						

Koodi 2882
P-pylväs (keskipiste)



Kartoitettavat pisteet:

Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti (yht.3 pulttia x,y). Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korke perustuksen päältä. Muussa tapauksessa korke on nolla (z=0). Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

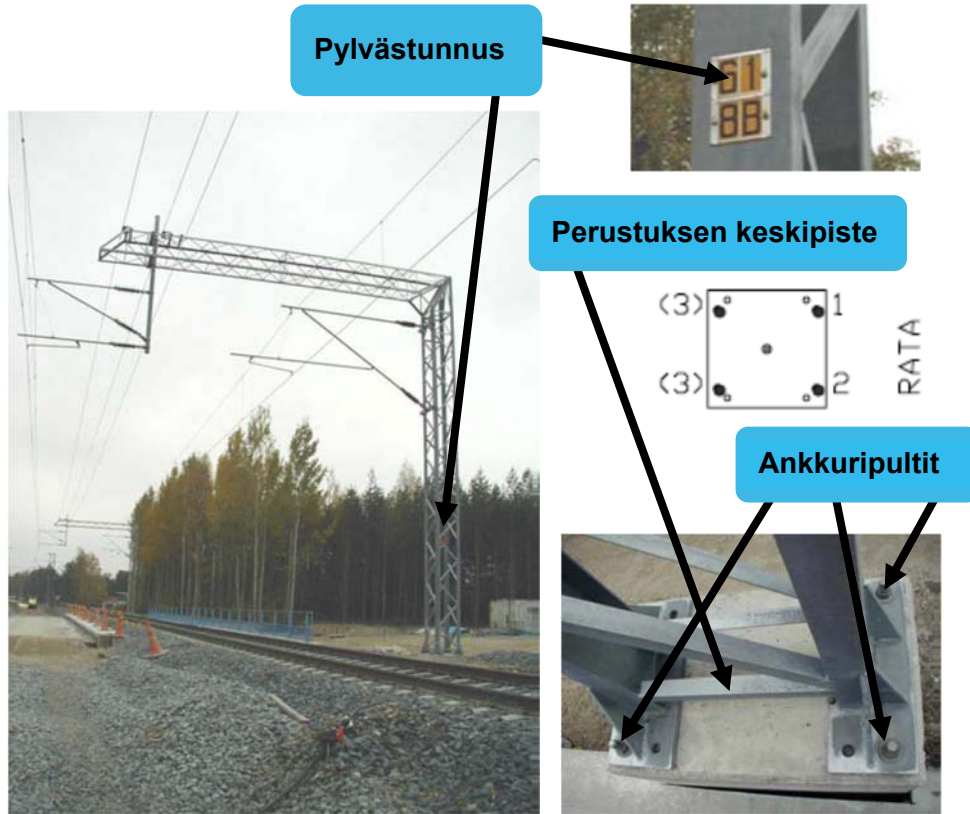
Pylvään numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2882	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! 61/88

Koodi 2883
R-pylväs (keskipiste)



Kartoitettavat pisteet:

Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti (yht.3 pulttia x, y). Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korke perustuksen päältä. Muussa tapauksessa korke on nolla (z=0). Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

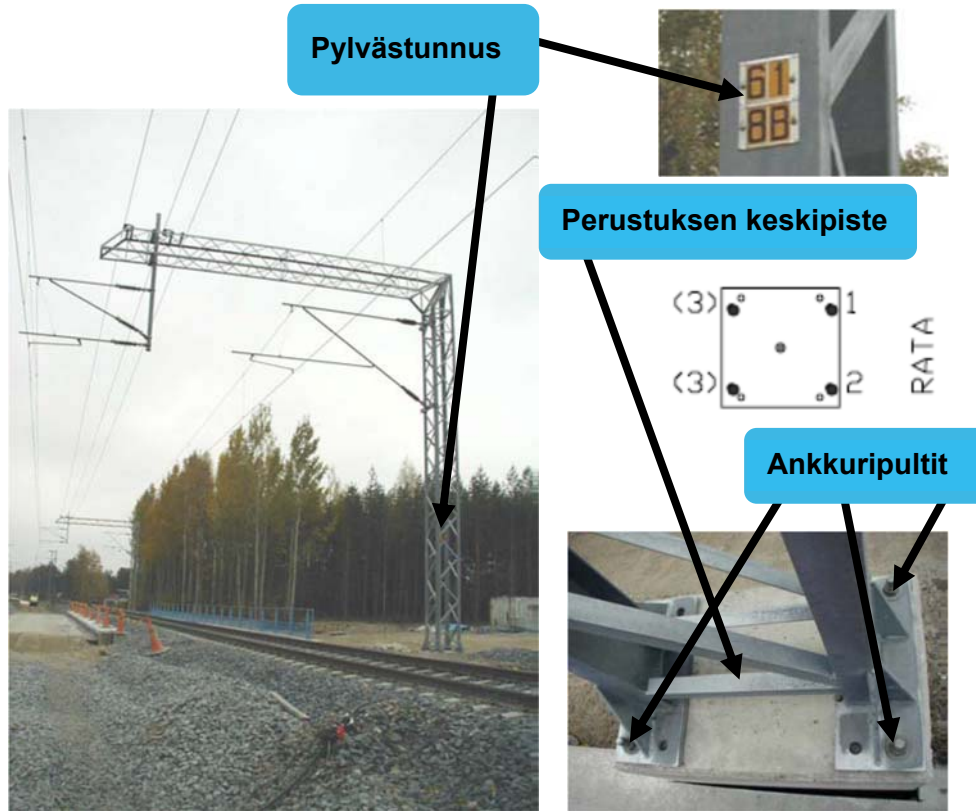
Pylvään numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2883	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! 61x88

Koodi 2884 Sähkötapylväk yleensä



Kartoitettavat pisteet:

Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti (yht.3 pulttia x, y). Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korke perustuksen päältä. Muussa tapauksessa korke on nolla (z=0). Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Pylvään numero. Huom. Koodia käytetään, kun pylvästyyppiä ei tiedetä. Tyypin tarkennus ennen aineiston luovutusta.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	2884	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

!

Koodi 289 Rajamerkki



Kartoitettavat pisteet:

Rajamerkin paikka raiteiden välistä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	289	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 290
Muu radan rakenne



Kartoitettavat pisteet:

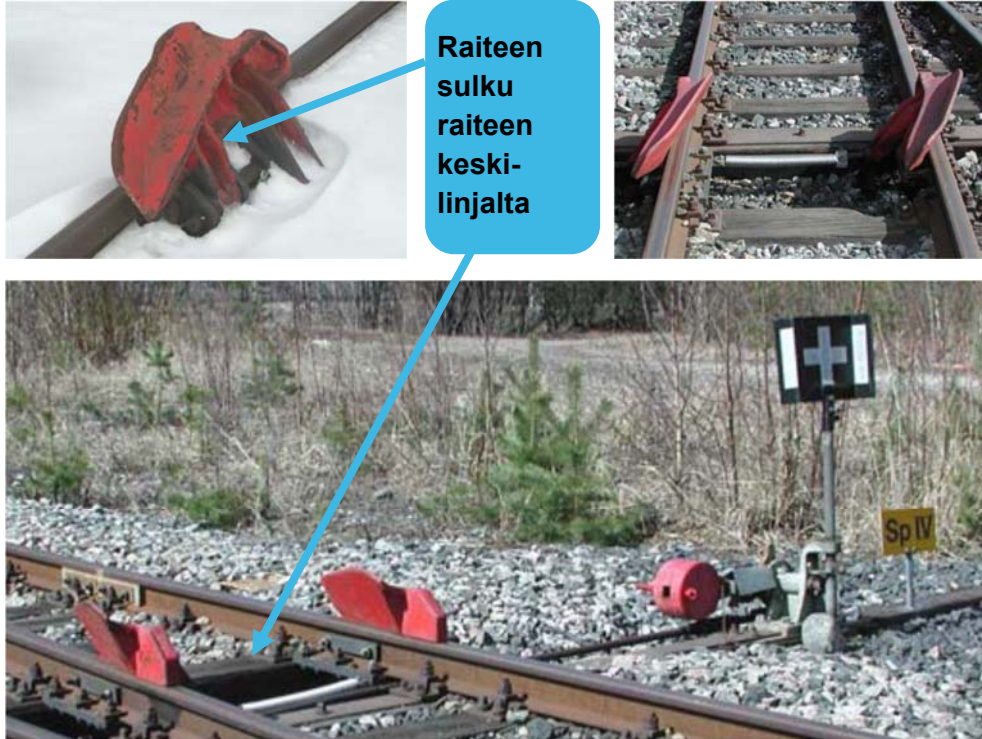
Mittausselostuksessa tulee olla kuvaus mittauskohteesta ja mitatuista pisteistä sekä valokuva kohteesta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	1	1	290	8915	6744392.371	27486935.867	45.436
	1	1	290	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 291 Raiteen sulku



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen sulun paikka raiteen keskilinjalta. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet: Raiteensulun tunnus

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	291	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!Sp IV

Koodi 31050

Rumpu



Kartoitettavat pisteet:

Mitataan vesijuoksun korkeus eli sisäpinnan alin kohta x y z. Rummut koodataan taiteviivaksi. Mitataan sisähalkaisija cm –tarkkuudella. Katso rumpukohtainen koodausohje kohdasta ”Rummut”.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
9	211	31050	2118	6744813.879	27486891.887		47.361
9	211	31050	2119	6744835.113	27486890.214		47.551

Koodi 83
Kiskokosketin



Kartoitettavat pisteet:

Kiskon päältä, kiskokosketin kohdalta. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Raitteen numero, jos raidetta ei kartoiteta.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	83	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 88
Vaihteenkosketin



Kartoitettavat pisteet:

Kannen keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Vaihteen numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	88	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! V009

Koodi 89
Varmistusalukko



Kartoitettavat pisteet:

Varmistusalukon keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Vaihteen numero.

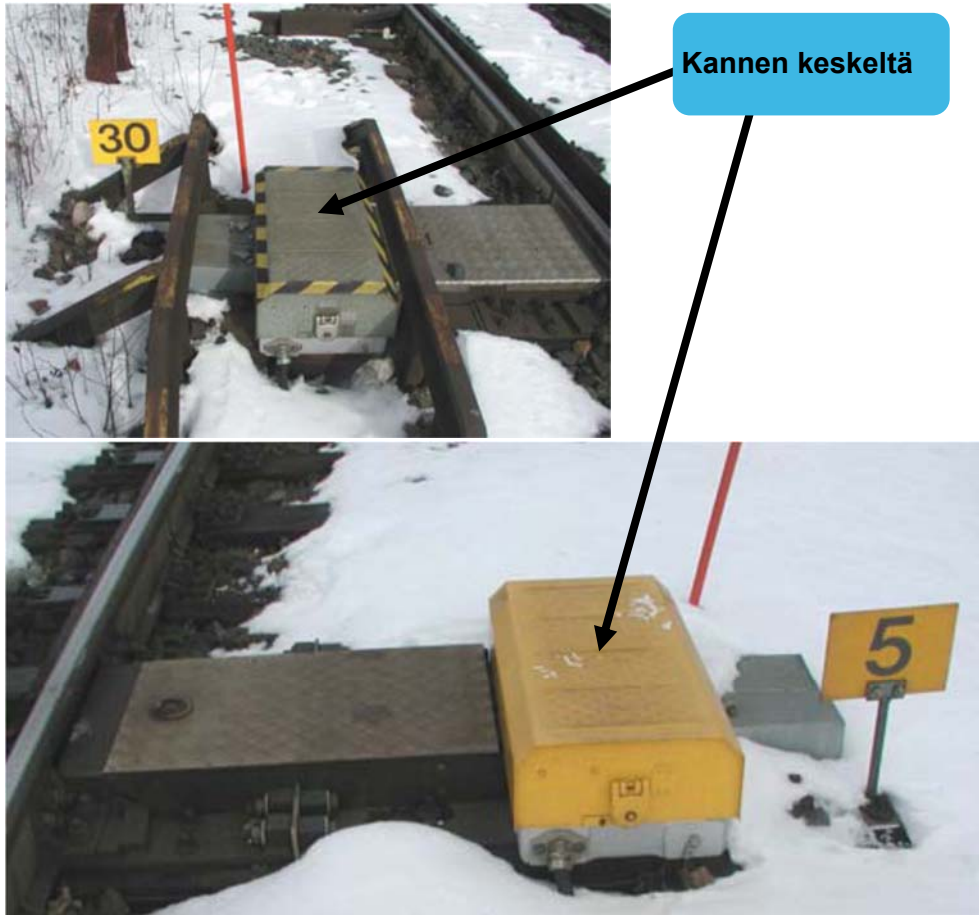
Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	89	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! V001

Koodi 90

Vaihteen sähkökääntölaite



Kartoitettavat pisteet:

Kannen keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Vaihteen numero.

Esim. Infra-formaatti:

1 2 3 4 5 6 7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234

9 0 90 8915 6744392.371 27486935.867 0.000

! V009

Koodi 94
Masto



Kartoitettavat pisteet:

Kolmen kiinnityspultin perusteella keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Maston numero.

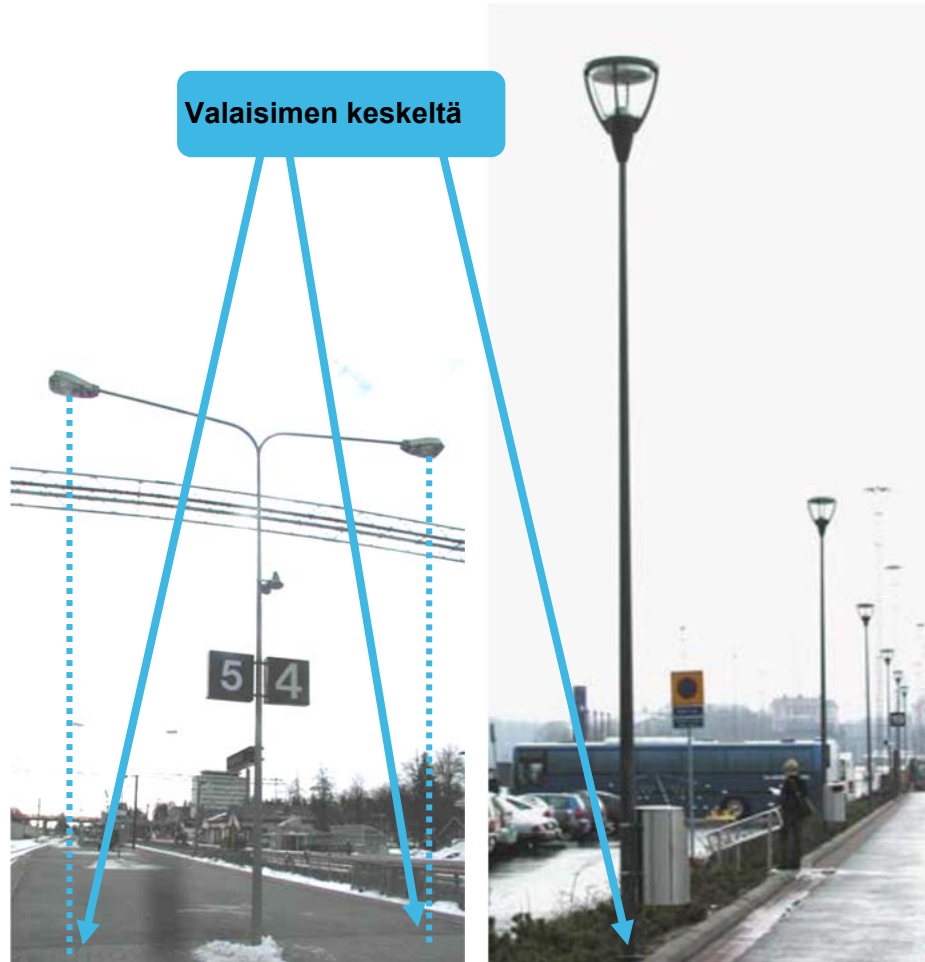
Esim. Infra-formaatti:

1 2 3 4 5 6 7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234

9 0 94 8915 6744392.371 27486935.867 0.000

! 45x33

Koodi 95
Valaisin



Kartoitettavat pisteet:

Valaisimen keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Valaisimen numero.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	95	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! 54x33

Koodi 97
Kaapelikaivo



Kartoitettavat pisteet:

Kaivon kannen keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

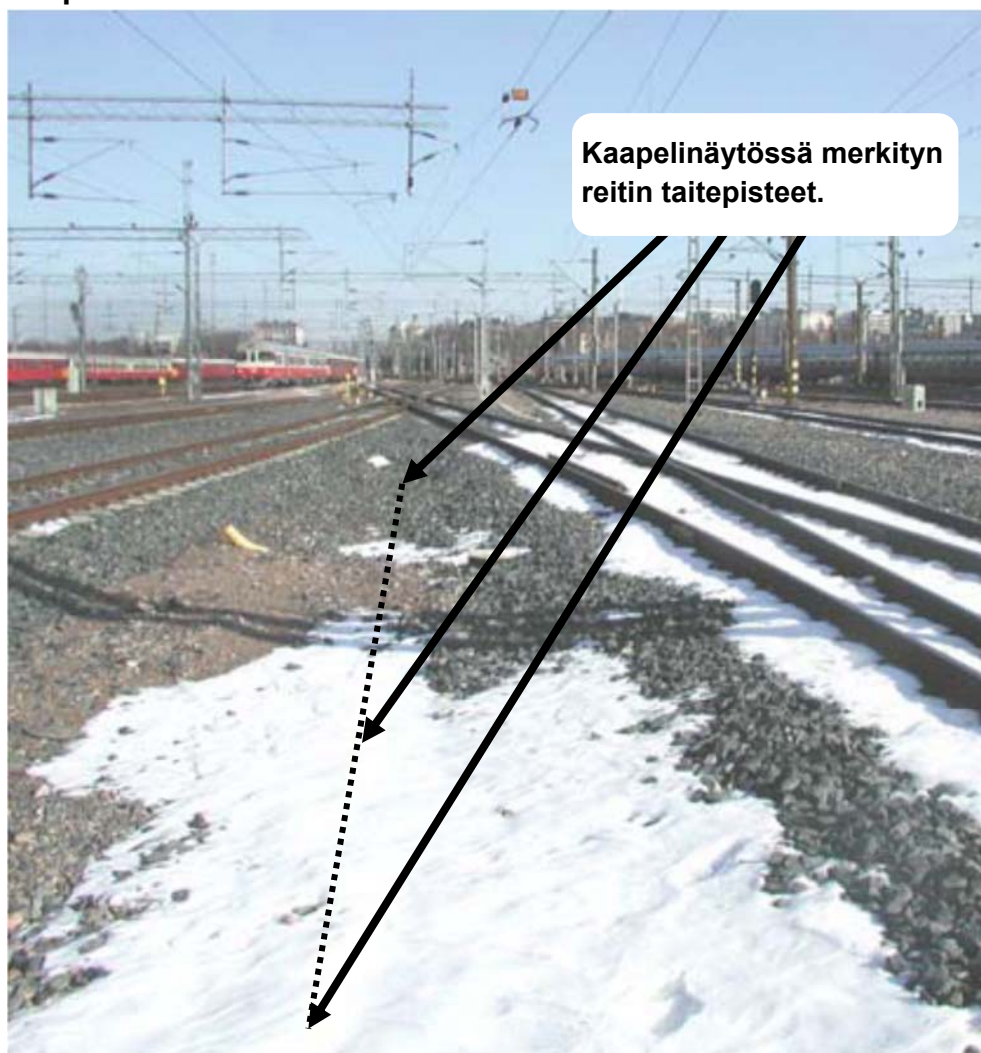
Kaivon tunnus, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	97	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

! K435

Koodi 701 Kaapelireitti



Kartoitettavat pisteet:

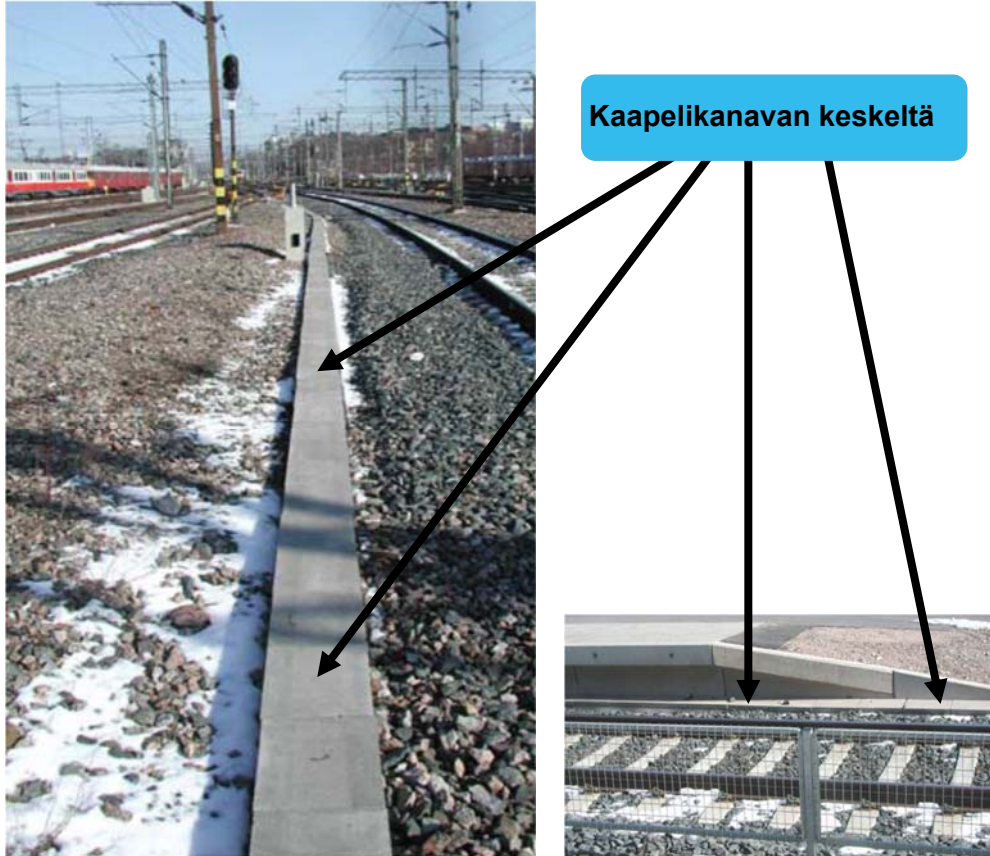
Maanalaisen kaapelireitin taitepisteet. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	701	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 702
Kaapelikanava



Kartoitettavat pisteet:

Taitepisteet kaapelikanavan keskeltä, kaivoon päättyvän kanavan alku- ja loppupisteet kaivon keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Kanavan sisäleveys.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	702	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 704
Kaapelin putkitus



Kartoitettavat pisteet:

Alku- ja loppupisteet kaivon/kanavan keskeltä, tarvittaessa taitepisteet linjalta.
Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

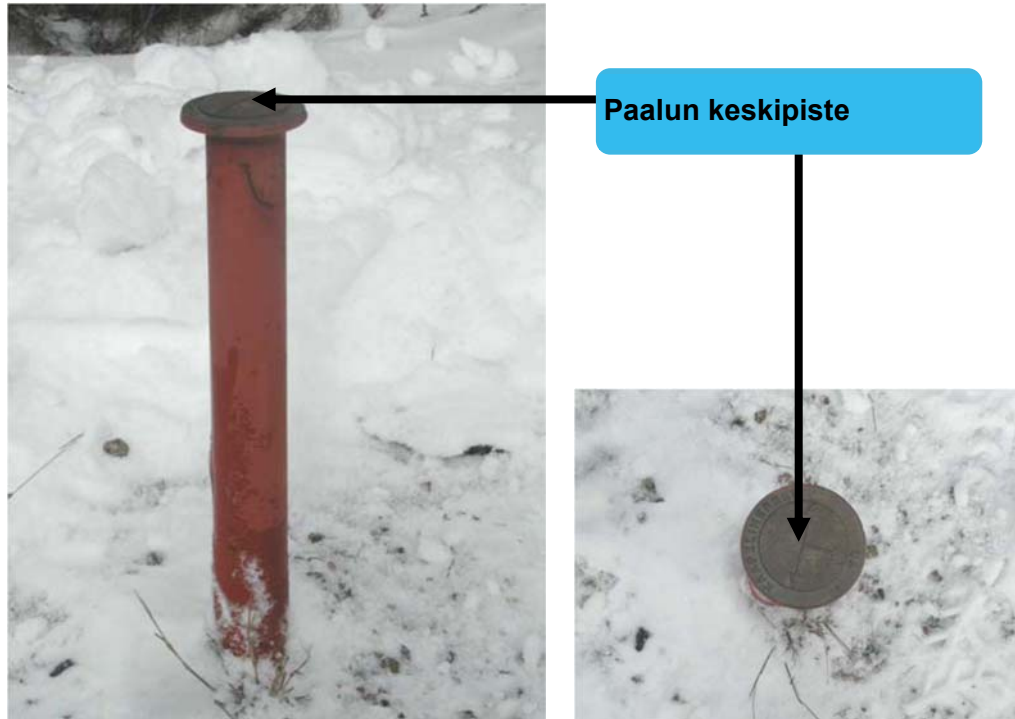
Putkien lukumäärä ja koko, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	1	704	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! 5x110

Koodi 710
Kaapelin merkkipaalu



Kartoitettavat pisteet:

Paalun keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
_____	9	1	710	8915	6744392.371	27486935.867	0.000	

Koodi 711 Kaapelin jatko



Kartoitettavat pisteet:

Kaapelireitissä jatkon keskeltä, kaapelikanavassa kanavan keskeltä ja kaapelikaivossa kaivon keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

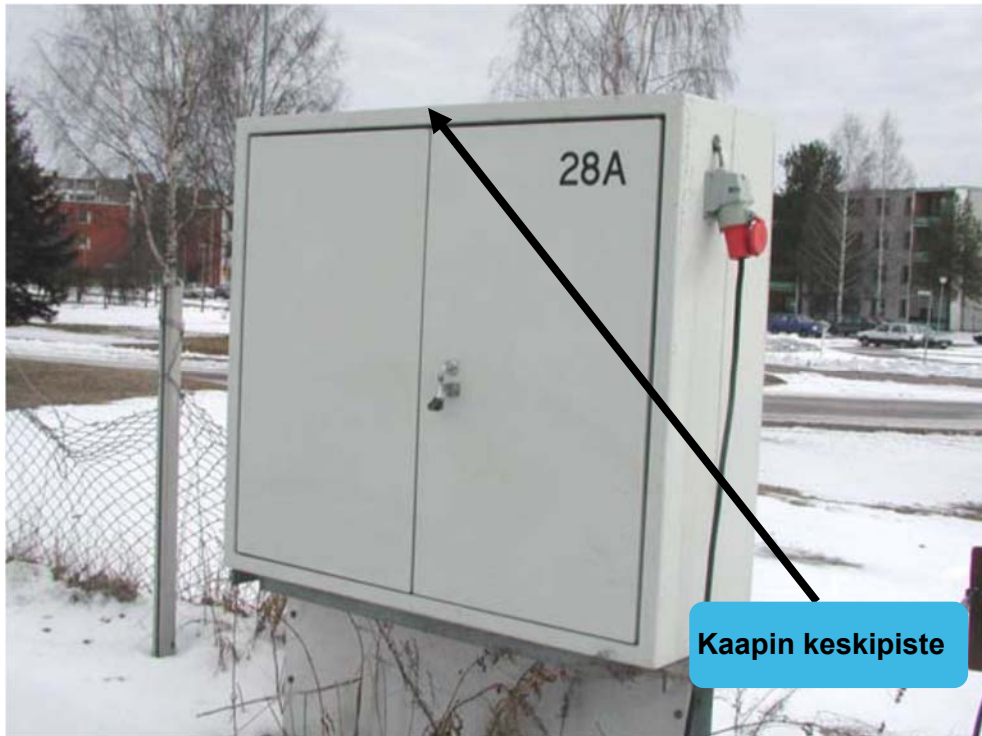
Kaapelityyppi.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	711	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! A 2Y (L) 2YV 7x4x1.5

Koodi 713
Kaappi yleensä



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Kaapin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	713	8915	6744392.371	27486935.867	32.700
!	28A						

Koodi 714
Koju



Kartoitettavat pisteet:

Kojun keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

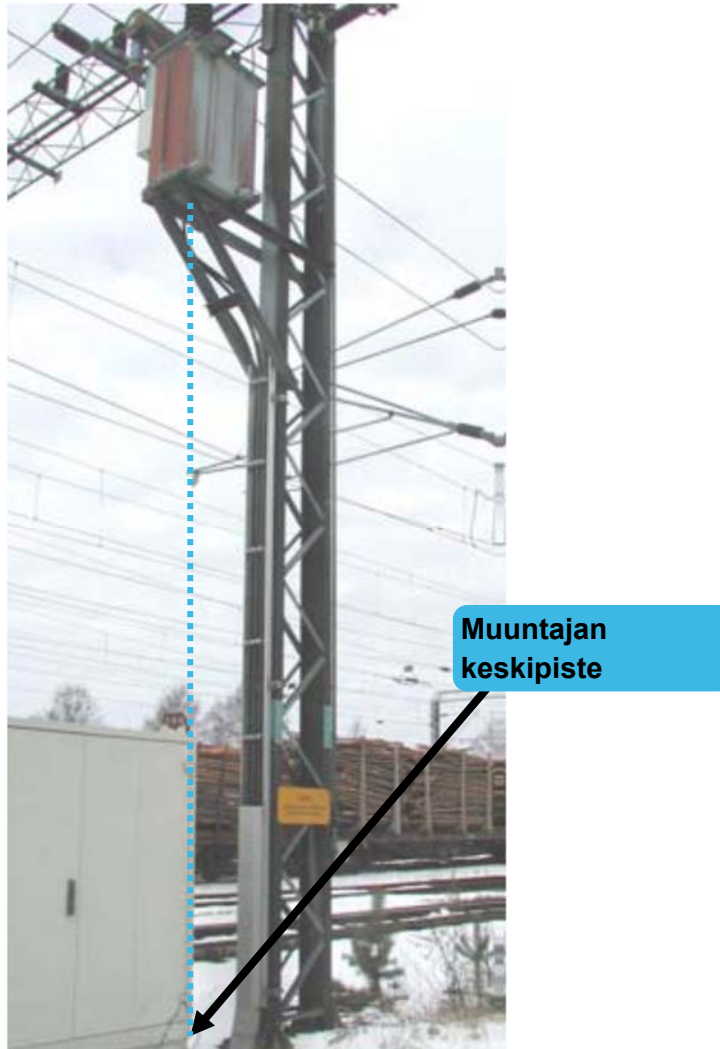
Kojun tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	714	8915	6744392.371	27486935.867	32.700

! RK 9

Koodi 715
Vaihteenlämmittimen tehomuuntaja



Kartoitettavat pisteet:

Muuntajan keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Vaihteen numero, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							

9	0	715	8915	6744392.371	27486935.867		0.000

! V009

Koodi 716
Vaihteenlämmittimen erotusmuuntaja



Kartoitettavat pisteet:

Muuntajan keskipiste.

Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

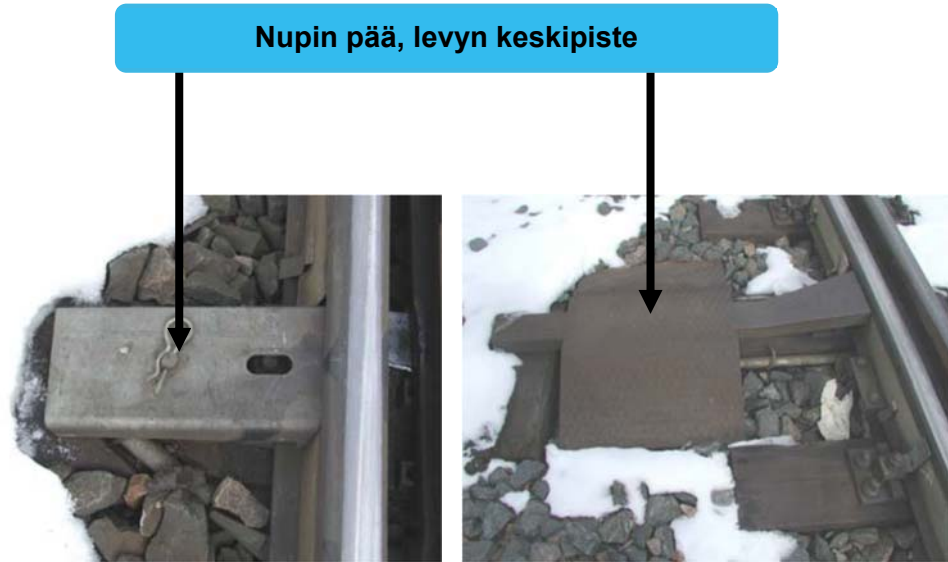
Kaapin tunnus. Vaihteen numero, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	716	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! 426, V009

Koodi 717
Vaihteenlämmittimen kytkinrasia



Kartoitettavat pisteet:

Nupin pää, levyn keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Vaihteen numero, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	717	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! V009

Koodi 718
Erottimen kytkinrasia



Kartoitettavat pisteet:

Rasian keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Rasian tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
_____	9	0	718	8915	6744392.371	27486935.867		0.000
!	E	3-5						

Koodi 719

Lenkki



Kartoitettavat pisteet:

Maanalaisen kaapelilenkin keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

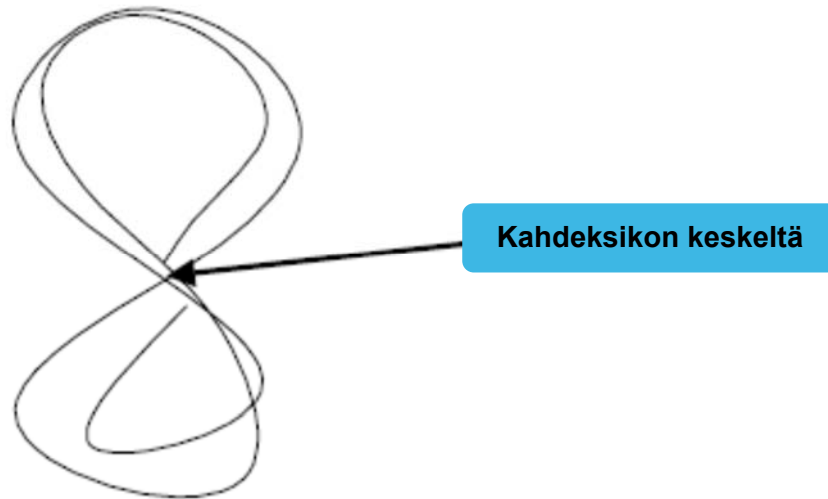
Kaapelityyppi, lenkin pituus

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	719	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 720
Kahdeksikko



Kartoitettavat pisteet:

Maanalaisen kahdeksikon keskeltä (vrt. koodi 719). Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta. Lenkki yleensä maan alla.

Lisämääreet:

Kaapelityyppi, kahdeksikon pituus

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	720	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
							!

Koodi 721 Lämmityspistorasia



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta. Käytetään myös veturinlämmityspistorasioissa.

Lisämääreet:

Pistorasian numero, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						

9	0	721	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
---	---	-----	------	-------------	--------------	-------

! Aseman p-paikka

Koodi 722
Valaistuskaappi



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Kaapin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	722	8915	6744392.371	27486935.867	32.700

! JK 1.1 RY

Koodi 723
Vaihteenlämmittimen kaappi



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Kaapin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	723	8915	6744392.371	27486935.867	32.700

! RI LM1, V009, V011

Koodi 724
Kaapelikaivo luukulla



Kartoitettavat pisteet:

Betonikannen keskipiste, jos se on kokonaan näkyvissä. Muuten teräskannen keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

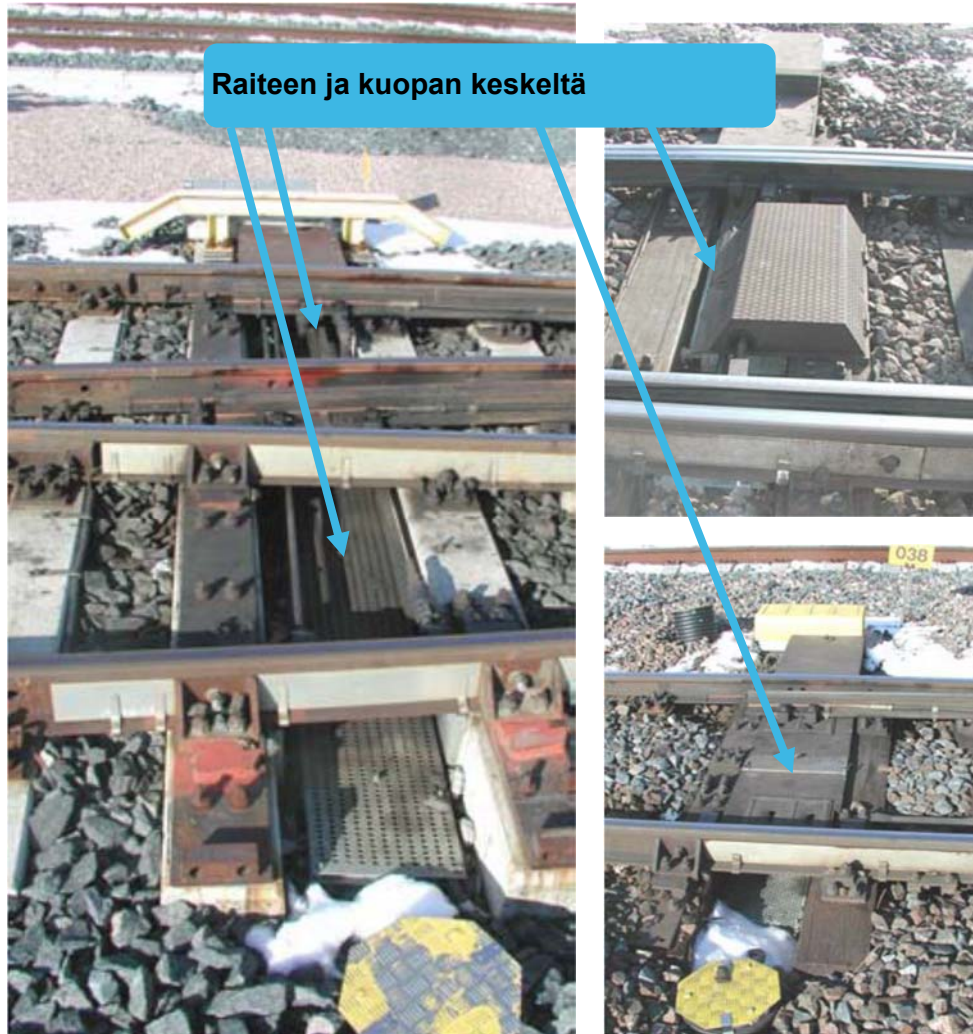
Kaapelikaivon numero tai "osoite".

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	724	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! K5543, KM 55+430

Koodi 726
Tankokuoppa VL (vaihteenlämmitys)



Kartoitettavat pisteet:

Raiteen ja kuopan keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

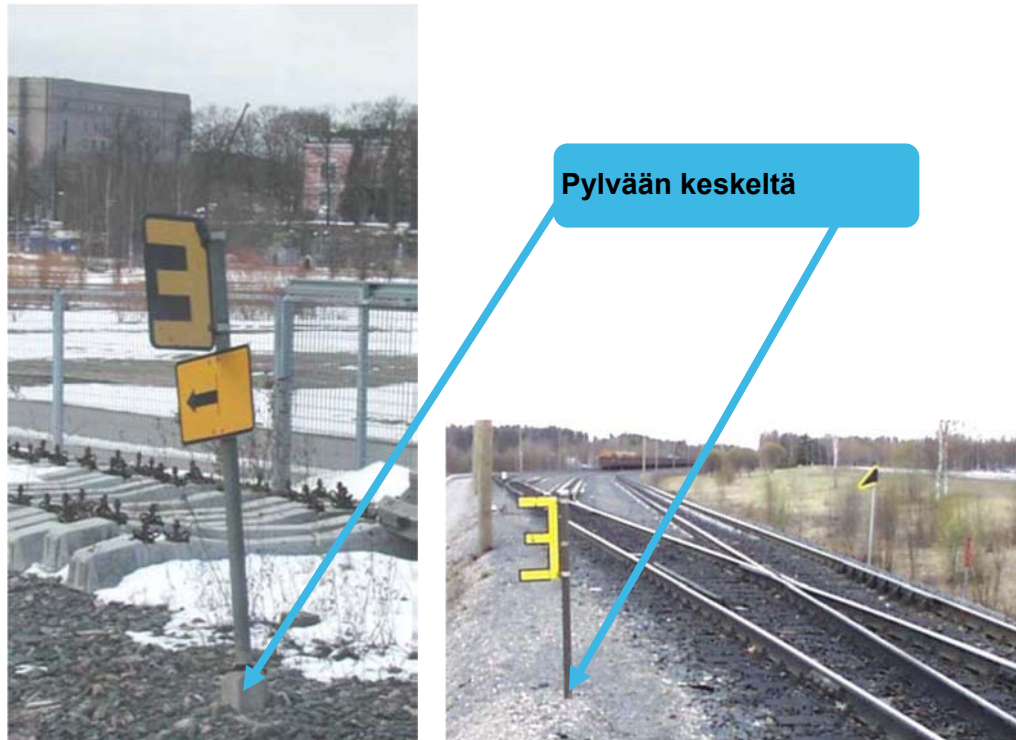
Lisämääreet:

Vaihteen numero, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	726	8915	6744392.371	27486935.867		0.000
!	V2009							

Koodi 727
Eristyksen liikennemerkki



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	727	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 728
Tieopastin



Kartoitettavat pisteet:

Opastimen keskipiste, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Opastimen tunnus. "Osoite", jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

```
          1          2          3          4          5          6          7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
-----
          9          0          728          8915          6744392.371          27486935.867          0.000
! Maantie M421
```

Koodi 730
Opastin (masto)



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Opastimen tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	730	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! P 304

Koodi 731
Raideopastin



Pylvään keskipiste

Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Opastimen tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	731	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
!	0	301				

Koodi 732
Turvalaitepainike



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Painikkeen numero.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	732	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
!	46-32						

Koodi 733
Turvalaite ohjauskytkin



Kartoitettavat pisteet:

Ohjauskytkimen keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

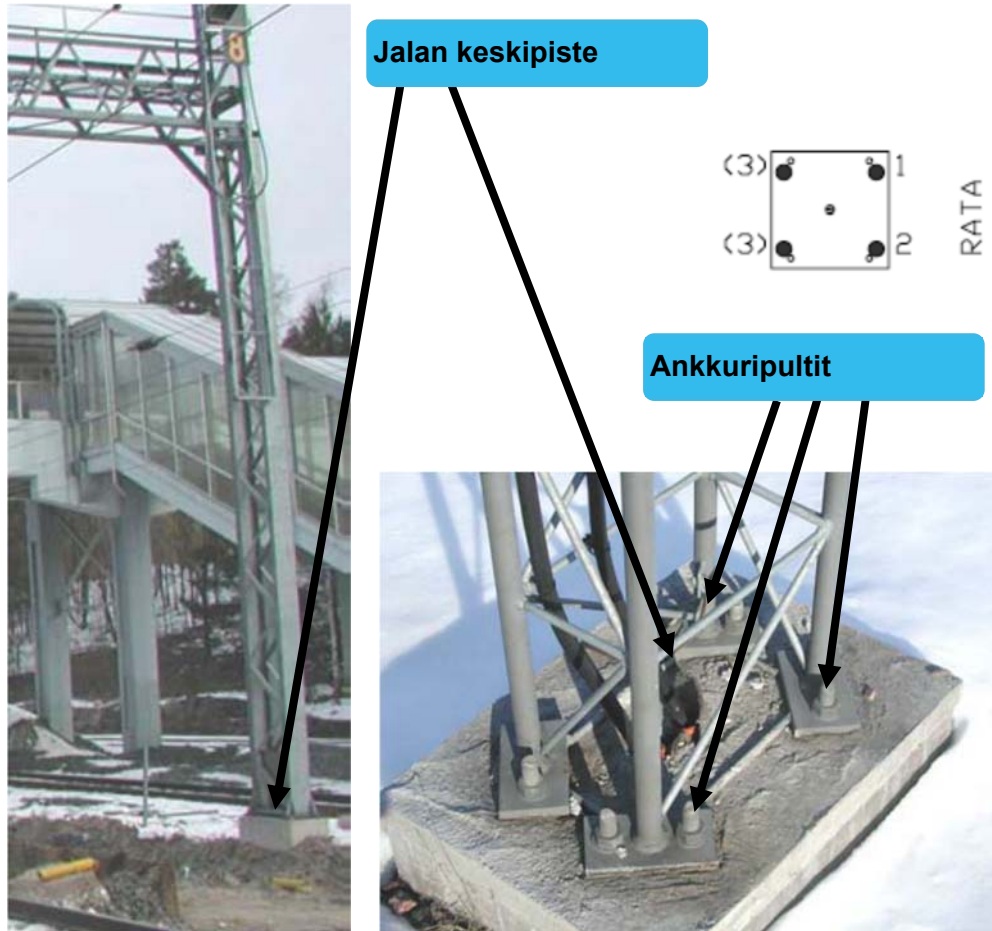
Lisämääreet:

Ohjauskytkimen tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	733	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
! 46-32						

Koodi 735
Opastinporttaalin jalka



Kartoitettavat pisteet:

Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti (yht.3 pulttia x, y). Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korke perustuksen päältä. Muussa tapauksessa korko on nolla (z=0). Kartoitustarkkuutena käytetään radan rakenteiden mukaista tarkkuutta.

Lisämääreet:

Porttaalin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	12345678901234
9	0	735	8915	6744392.371	27486935.867	45.436

Koodi 736
Avainsalpalaitte



Pylvään keskeltä

Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskeltä. Kartoitustarkkuutena maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Laitteen tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							

9	0	736	8915	6744392.371	27486935.867		0.000

! 46-32

Koodi 737 Porttaaliopastin



Kartoitettavat pisteet:

Taulun kohdalta keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

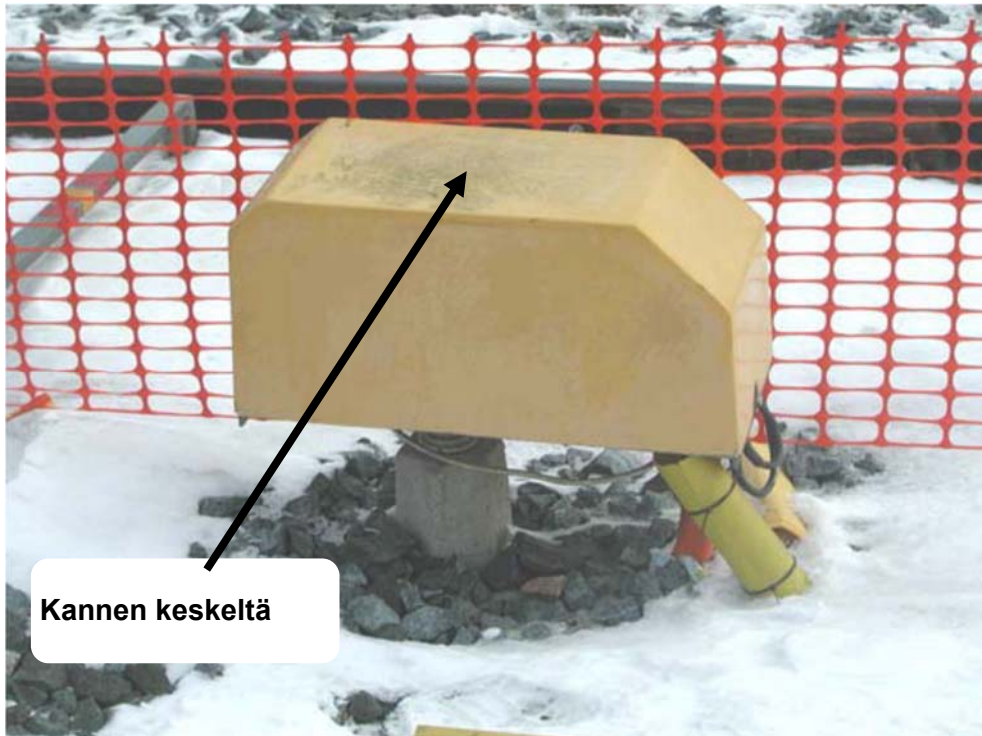
Lisämääreet:

Opastimen tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234	1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234
9	0	737	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 738
Impedanssisilta



Kartoitettavat pisteet:

Kannen keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

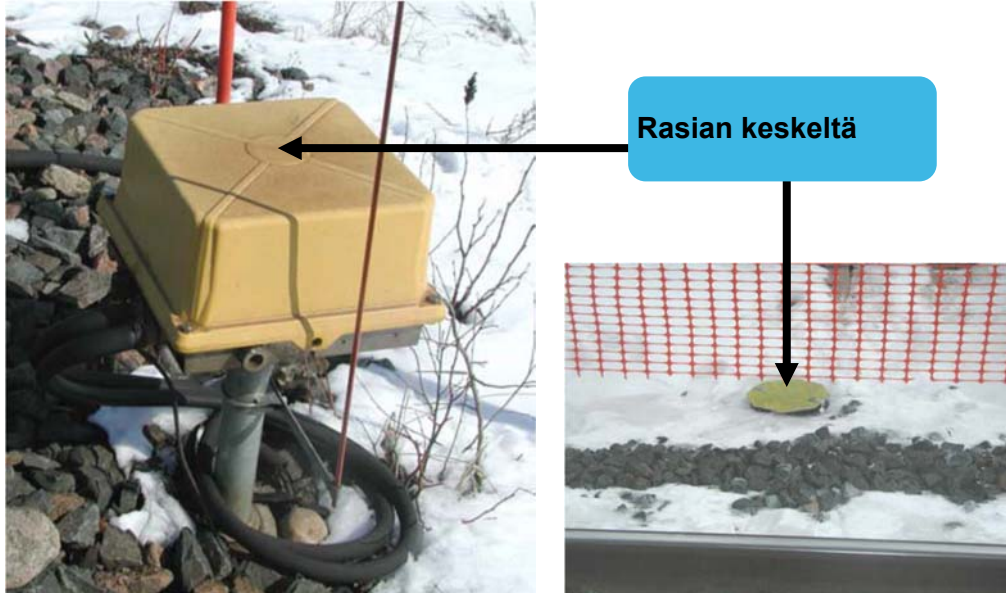
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
—	9	0	738	8915	6744392.371	27486935.867		0.000

!

Koodi 739
Kytkentärasia



Kartoitettavat pisteet:

Rasian keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

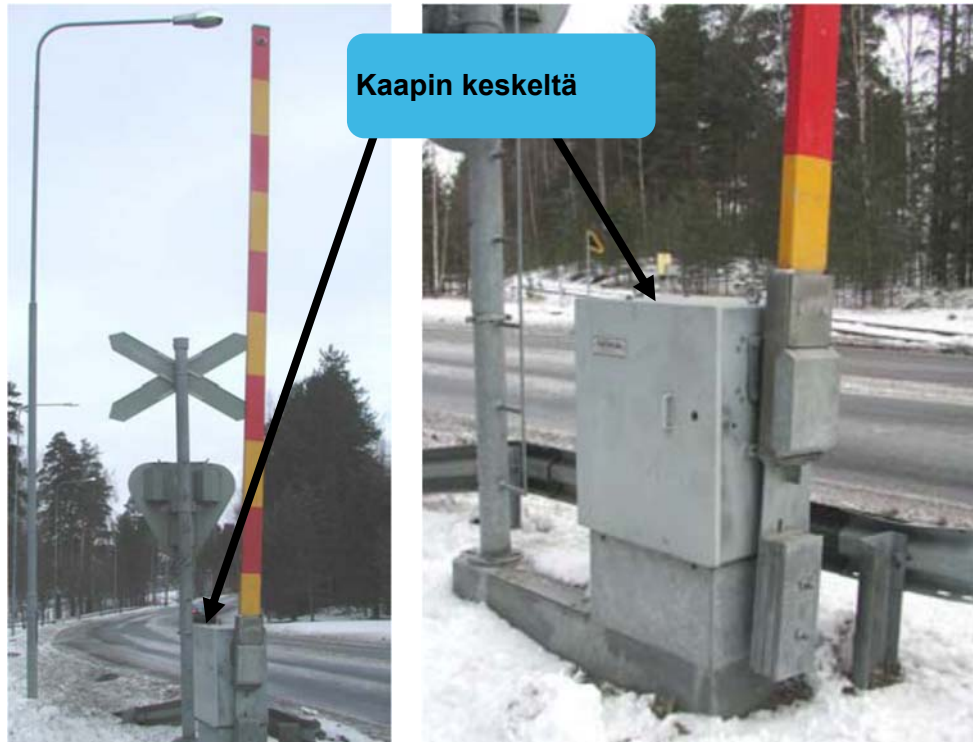
Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	739	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 740
Puomi



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	740	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 741
Varoitusvalo



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

“Osoite”, esim. tien numero, jos tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	741	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! Katu

Koodi 742
Akselinlaskija



Kartoitettavat pisteet:

Laskijan keskikohdalta kiskon päältä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

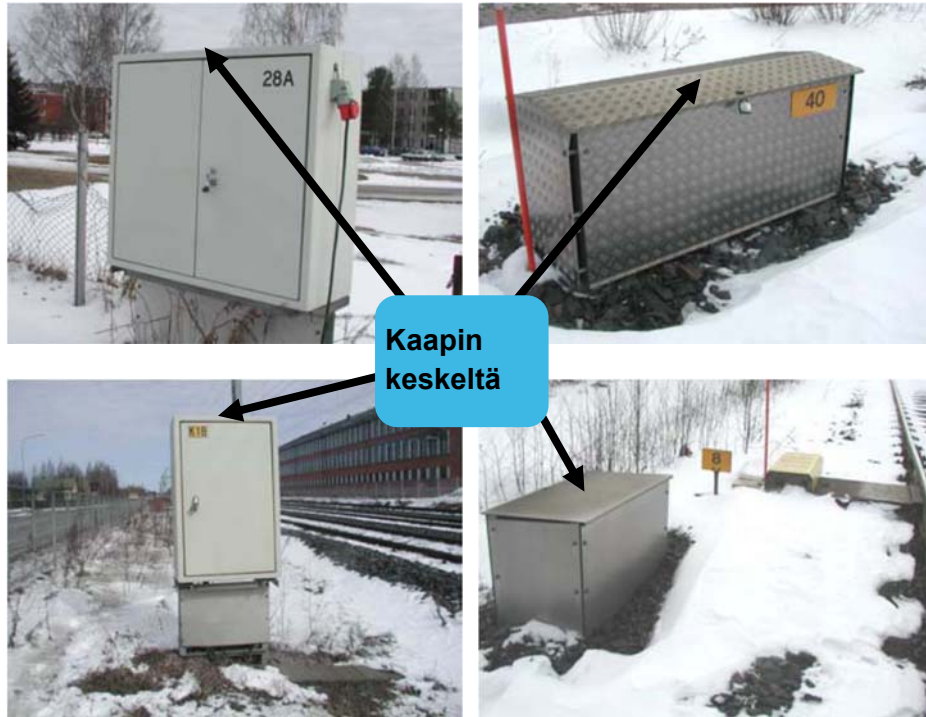
Akselinlaskijan tunnus, jos on tiedossa.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	742	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

!

Koodi 743
Turvalaitekaappi



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

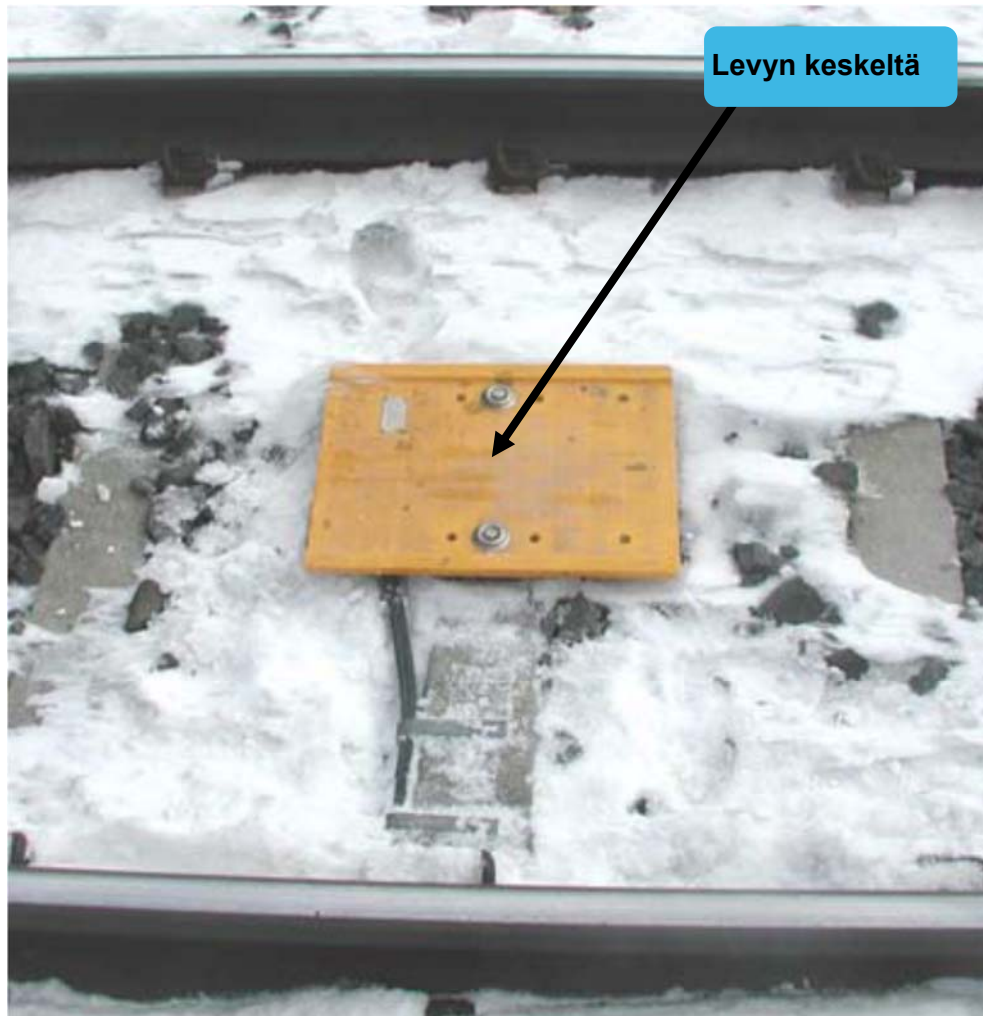
Lisämääreet:

Kaapin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
12345678901	2345678901	2345678901	2345678901	2345678901	2345678901	2345678901	234
_____	9	0	743	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
!	28A						

Koodi 744
Ohjattu baliisi



Kartoitettavat pisteet:

Levyn keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

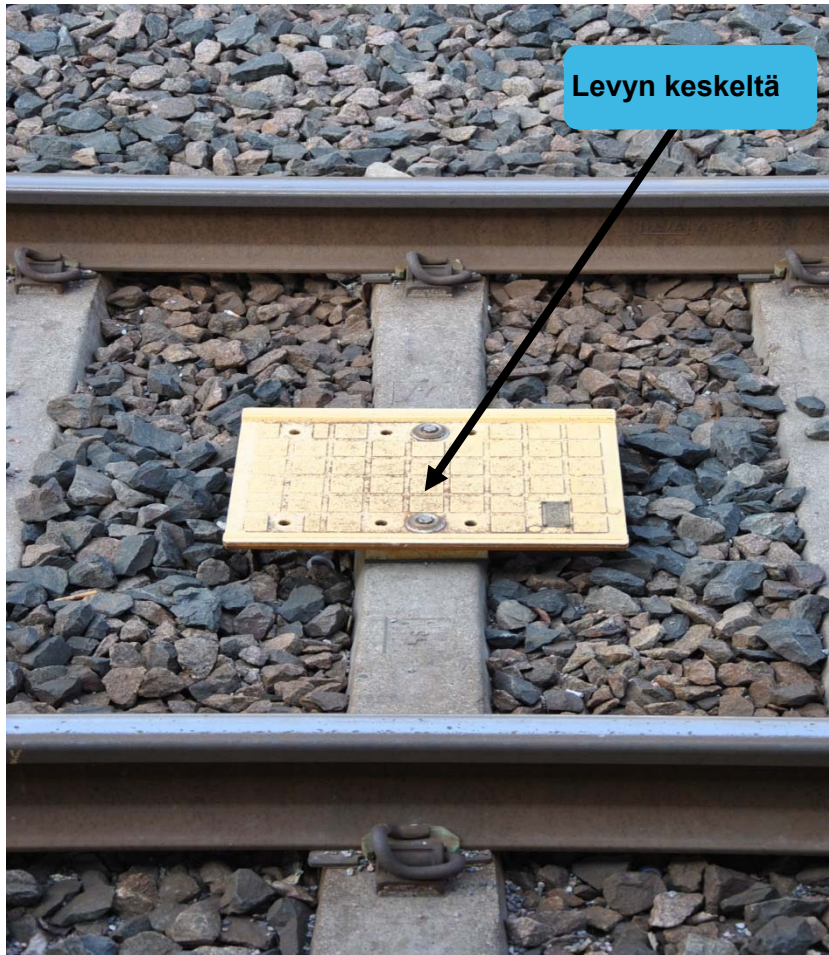
Baliisin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	744	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! tp. 128a

Koodi 745
Ohjaamaton baliisi



Kartoitettavat pisteet:

Levyn keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Baliisin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	745	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

! tp. 128a

Koodi 751
Syöttöpää



Kartoitettavat pisteet:

Kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Raiten numero.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	751	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
! 001							

Koodi 752
Relepää



Kartoitettavat pisteet:

Kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Raitteen numero.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	752	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
! 001							

Koodi 753
Juoksutus



Kartoitettavat pisteet:

Kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Raitteen numero.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
_____	9	0	753	8915	6744392.371	27486935.867		0.000
!	001							

Koodi 754
RVP-silmukka (raidevirtapiiri)



Kartoitettavat pisteet:

Silmukan kohdalta, raiteen keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
_____	9	0	754	8915	6744392.371	27486935.867	0.000	
								!

Koodi 755
Eristys



Kartoitettavat pisteet:

Eristyskotelon (kytkentärasia) keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
_____	9	0	755	8915	6744392.371	27486935.867	0.000
! 001							

Koodi 770
TV-kamera



Kartoitettavat pisteet:

Kameran keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	770	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 771

Torvi



Kartoitettavat pisteet:

Torven keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
—	9	0	771	8915	6744392.371	27486935.867		0.000

Koodi 772
Kaiutin



Kartoitettavat pisteet:

Kaiuttimen keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	772	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 773

Puhelin



Kartoitettavat pisteet:

Puhelimen keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	773	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 774
Kello



Kartoitettavat pisteet:

Kellon keskipiste, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234						
9	0	774	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 775
Puupylväs



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	775	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 776
Metallipylväs



Kartoitettavat pisteet:

Pylvään keskeltä. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	776	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 777
Valokatkaisija



Kartoitettavat pisteet:

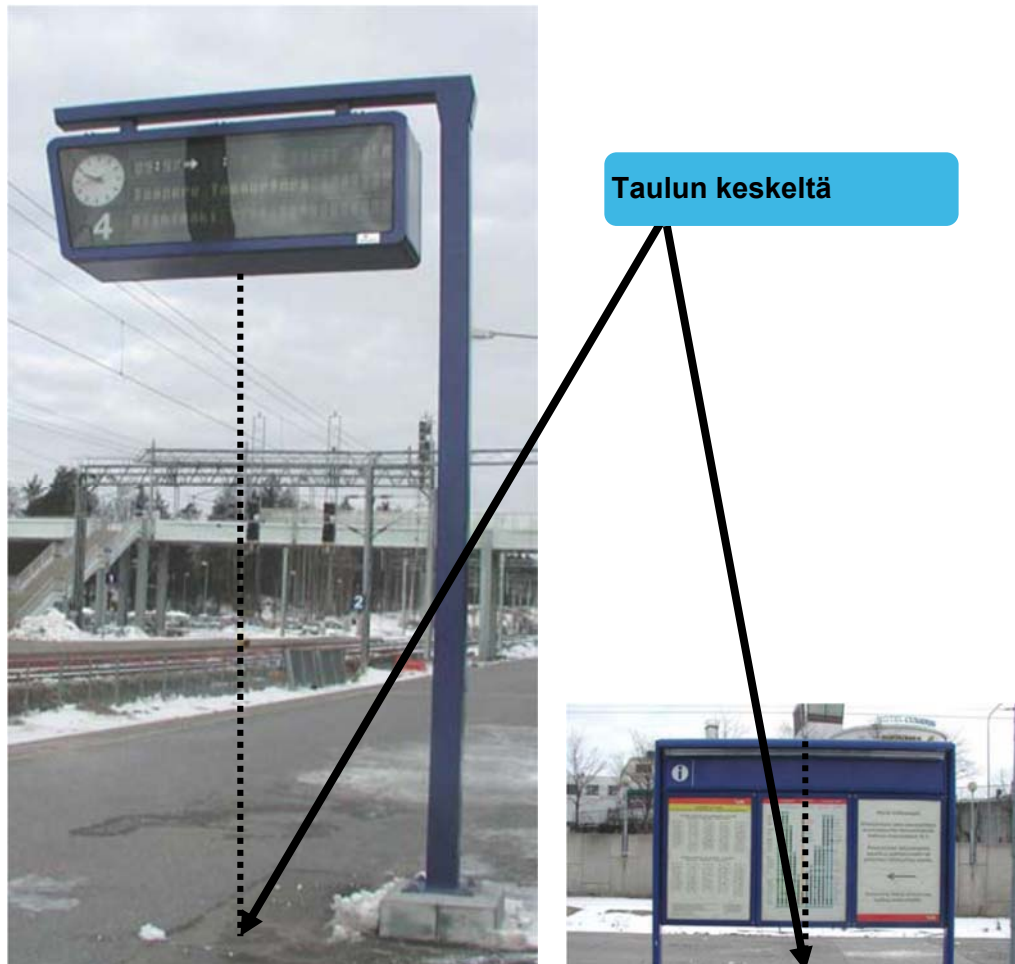
Katkaisijan keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
—	9	0	777	8915	6744392.371	27486935.867	0.000	

Koodi 779 Opastustaulu



Kartoitettavat pisteet:

Taulun keskeltä, pylväs kartoitetaan erikseen. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Esim. Infra-formaatti:

1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234							
—	9	0	779	8915	6744392.371	27486935.867	0.000

Koodi 780
Kuitujatkokaappi



Kartoitettavat pisteet:

Kaapin keskipiste. Kartoitustarkkuutena käytetään maastomallin tarkkuutta.

Lisämääreet:

Kaapin tunnus.

Esim. Infra-formaatti:

	1	2	3	4	5	6	7	
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234								
_____	9	0	780	8915	6744392.371	27486935.867	32.700	
!	J2							

RUMMUT

3	x	xxx	rummut	cm	tarkkuudella
			halkaisija:	0	ei mitattu
				10	10 cm
				20	20 cm
				30	30 cm
				35	35 cm
				jne.	
			materiaali:	0	ei selvitetty
				1	betoni
				2	teräsaaltolevy
				3	teräs
				4	muovi
				5	luonnonkivi
				6	Puu
				7	Nelikulmainen betoni

Esimerkki: 34030 = Ø 300 mm, muovirumpu
31180 = Ø 1800 mm, betonirumpu

KAIVOT JA PUTKET

4 x x kaivot

↳ kansi:

- 0 määrittelemättä
- 1 umpikansi
- 2 ritiläkansi
- 3 kitakaivo
- 4 kaasujohto
- 5 maakaasulinjan merkkipaalu
- 6 kaasujohdon sulkuventtiili
- 7 vesijohdon merkkipaalu

↳ laatu:

- 0 määrittelemättä
- 1 talousvesi
- 2 jätevesi
- 3 sadevesi
- 4 kaukolämpö
- 5 imeytyskaivo
- 6 salaojantarkastuskaivo
- 7 tarkastus- tai tuuletusputki
- 8 vesijohtoon liittyvä laite
- 9 paloposti

MAAKAAPELIT

6 x xx kaapelit

↳ johdot:

- 0 määrittelemättä
- 1 puhelin
- 2 sähkö ≤ 0.4 kV
- 3 sähkö ≥ 0.4 kV
- 4 puhelin + sähkö ≤ 0.4 kV
- 5 puhelin + sähkö ≥ 0.4 kV
- 6 sähkö ≤ 0.4 kV + ≥ 0.4 kV
- 7 puh + säh ≤ 0.4 kV + ≥ 0.4 kV

↳ johtojen luku:

- 0 määrittelemättä
- 1 1 kpl
- 2 2 kpl, jne..
- 9 9 kpl tai enemmän

ILMAJOHDOT

5	x	x	x	
				→ materiaali:
				0 määrittelemättä
				1 puu- tai muovipylväs
				2 metalliputkipylväs
				3 metalliristikkipylväs, kaikki jalat mitataan uloimmasta kohdasta
				4 betonipylväs
				5 valaisinpylväs (käytetään kun ilmajohdot yhdistävät)
				6 pylväsmuuntaja
				7 tukivaijeri
				8 puutuki
				→ johdot:
				0 määrittelemättä
				1 puhelin
				2 sähkö ≤ 0.4 kV
				3 sähkö ≥ 0.4 kV
				4 puhelin + sähkö ≤ 0.4 kV
				5 puhelin + sähkö ≥ 0.4
				6 sähkö ≤ 0.4 kV + ≥ 0.4 kV
				7 puh + säh ≤ 0.4 kV + ≥ 0.4 kV
				→ johtojen luku:
				0 määrittelemättä
				1 1 kpl
				2 2 kpl, jne..
				9 9 kpl tai enemmän

Mikäli pylväsrakenteita kuvataan pistemäisinä tai viivamaisina kohteina, ovat koodin toinen ja kolmas numero nolli, ja vain viimeinen on merkitsevä, esim. Tukivaijeri 5007, mikäli kuvataan viivamaisena, käytetään viivan numeroa T2 -kentässä.

Ilmajohdot koodataan erikseen taiteviivoina, jotka kulkevat pylväiden kautta.

Sisäisen laaduntarkastuksen tarkastuslista

Maastomallin tarkastuslista

Pv.kk.v / Kuittaus

- | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. Visuaalinen tarkastelu | _____ / _____ |
| 2. Karkeiden virheiden poisto | _____ / _____ |
| 3. Yli 10m pistevälien tarkistus | _____ / _____ |
| 4. Leikkaavien viivojen tarkistus ja korjaus | _____ / _____ |
| 5. Tuplapisteiden poisto | _____ / _____ |
| 6. Aineiston kolmioituvuus | _____ / _____ |
| 7. Maanpintamallin kolmioverkko kattaa koko aluerajauksen | _____ / _____ |
| 8. Aineiston uloskirjoitus Infra maastomalli -formaatissa | _____ / _____ |
| 9. Metatiedoston teko | _____ / _____ |

Yleispiirteisen maastomallin koodiluettelo

100 Hajapiste

- 121 Tien keskilinja
- 122 Päällysteen reuna
- 123 Pientareen ulkoreuna
- 124 Sisäluiskan alareuna
- 125 Ulkoluiskan alareuna
- 126 Ulkoluiskan yläreuna
- 127 Muu tien taiteviiva
- 128 Ns. valereuna
- 129 Polku
- 132 Tukimuurin alareuna
- 133 Tukimuurin yläreuna
- 140 Ojanreuna
- 141 Ojanpohja
- 146 Joen reuna (törmän yläreuna)
- 147 Rantaviiva
- 148 Vesipinnan korkeus
- 149 Muu maanpinnan taite
- 150 Luiskan alareuna
- 151 Luiskan yläreuna
- 190 Avokallion hajapiste
- 191 Avokallion rajaus
- 192 Kallioleikkauksen alareuna
- 193 Kallioleikkauksen yläreuna
- 195 Kalliohyllyn/maaleikkauksen reuna

- 200 Rakennuksen nurkka yleensä
- 201 Rakennuksen nurkka (asuin- yms. rakennus)
- 202 Rakennuksen nurkka (talous- yms. rakennus)
- 203 Katos
- 205 Muu rakenne
- 210 Aita
- 211 Puuaita
- 212 Verkkoaita
- 213 Kiviaita, tiili- tai betonimuuri
- 214 Lehtipuurivi tai -aita
- 215 Havupuurivi tai -aita
- 220 Kaide yleensä
- 221 Teräskaide
- 222 Puukaide
- 234 Valaisinpylväs
- 241 Sillan keskilinja (harjat)
- 243 Sillan reunapalkin tai korokkeen yläreuna (sillan reunaviiva)
- 260 Kuvioraja yleensä
- 261 Pellon reuna
- 271 Huomattava kivi
- 280 Rautatie
- 292 Maaliviiva (jos näkyy)
- 999 Tarkistuspoikkileikkaus
- 5**0 Sähkö- tai puhelinpylväs, vähintään voimalinjan pylväät
- 5**1 Sähkö- tai puhelinjohto, voimalinjat

Pohjakartan tasojaako

Taso	Ryhmänimi
1	Kiinteistöraja_viivat
2	Kiinteistöraja_pisteet
3	Rajapisteiden_numerot
4	Kiinteistöjaotus_tekstit
5	Kiinteistötunnukset
6	Kiinteistötunnusten_viiteviiva
11	Maastokuviot_viivat
12	Maastokuviot_symbolit
13	Maasto_tekstit
15	Vesistö_viivat
16	Vesistö_symbolit
17	Vesistö_tekstit
18	Rumpu_viivat
19	Rumpu_symbolit
21	Johtokäyrät
22	Välikäyrät
23	Katvekäyrät
24	Korkeuspisteet
25	Rakennus_viivat
26	Rakennus_symbolit
27	Rakennus_tekstit
28	Rakenne_viivat
29	Rakenne_symbolit
30	Rakenne_tekstit
31	Liikenneväylä_viivat
32	Liikenneväylä_symbolit
33	Liikenneväylä_tekstit
34	Liikenneväylät_silta
36	Sähköverkko_viivat
37	Sähköverkko_symbolit
38	Sähköverkko_tekstit
40	Runkopisteet_symbolit
41	Runkopisteet_tekstit
60	Koordinaattiristit
62	Katvealueen_rajaus

Mittausperustan pistekorttimalli

PISTEKORTTI

TULOSTETTU 19.1.2016

KUNTA	Nokia	536	PISTE N:O		201508		
KARTTALEHTI			TASO-LUOKKA	4	ETRS-GK24 X 6816481.115		
PISTEEN LAATU	pultti				Y 24470338.177		
ALUSTA	maakivi		KORKEUS-LUOKKA	4	N2000 H 98.442		
MAANPINNASTA METRIÄ		-0.10	TN:O		VUOSI 2015		
SJAINPIIRROS	1:500	JA HAKUMITAT	LAITOS Tampereen Rajamerkki Oy				
			ALUE				
			VIEREISET PISTEET N:O			SUUNTA (g)	MATKA (m)
			201507			63.0831	412.360
			201509			280.8760	221.179
A= 10.56 Liikennemerkkin jalusta B= 17.63 Liikennemerkkin jalusta C= 21.64 Valaisinylväs			MUITA TIETOJA				
			1) 1 PUTKI 2 PULTTI 3 PUTKI MAASSA 4 PORANREIKÄ 5 HAARUKKAPISTE 6 JOKIN MUU 2) 11 KALLIO 12 MAAKIVI 13 UPOUTETTU KIVI 14 BETONI 15 RAJAPYYKKI 16 JOKIN MUU				

Mittausperustan mittaussuunnitelman sisältöluettelo

Hankkeen nimi

Mittausperusta

Mittaussuunnitelman sisältö:

1. **TEHTÄVÄN YLEISKUVAUS**
2. **KOORDINAATISTO JA LÄHTÖPISTEET**
3. **PERUSPISTEET**
 - 3.1 Mittausmenetelmä
 - 3.2 Laskenta
 - 3.3 Mittauskalusto
4. **KÄYTTÖPISTEET**
 - 4.1 Mittausmenetelmä
 - 4.2 Laskenta
 - 4.3 Mittauskalusto
5. **KORKEUDEN MÄÄRITYS**
 - 5.1 Vaaitusjonot
 - 5.2 Kalusto
 - 5.3 Vaaitusten laskenta
6. **TYÖN ORGANISOINTI**
7. **LAADUNAVARMISTUSMENTTELY**
8. **DOKUMENTOINTI JA RAPORTOINTI**
9. **LIITTEET (NUMEERISENA)**
 - Aluerajaus
 - Peruspisteverkkopiirros
 - Käyttöpisteverkkopiirros
 - Vaaitusjonojen verkkopiirros

Mittausperustan mittaussuunnitelma

Hanke

Tasokoordinaatisto ETRS- GK ____	Korkeusjärjestelmä N ____
----------------------------------	---------------------------

Lähtöpisteet				
--------------	--	--	--	--

Peruspisteiden mittaus staattinen relatiivinen GNSS	
-----------------------------------------------------	--

Käyttöpisteiden mittaus	
Jonomittaus takymetrilla	
Staattinen relatiivinen GNSS	
Reaaliaikainen GNSS*	

Korkeuden määrittäminen				
Lähtöpisteet				

Mittausmenetelmä	
Vaaitus	
Trigonometrinen vaaitus	
Staattinen relatiivinen GNSS *	

*vain poikkeustapauksissa, tilaajan suostumus ehdoton edellytys

Lisätietoja (mm poikkeamat ohjeista)

Suunnitelma on laadittu noudattaen Liikenneviraston ohjeita (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje)
Suunnitelman laatija, päivämäärä

Liitteet:

- peruspisteiden verkkopiirros
- käyttöpisteiden verkkopiirros
- vaaitusten verkkopiirros

On liitteenä (rasti ruutuun)

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Maastomallien, pohjakartan ja ortokuvien mittaussuunnitelman sisältöluettelo

Hankkeen nimi

Maastotiedot

Mittaussuunnitelma:

1. **TEHTÄVÄN YLEISKUVAUS**
2. **KOORDINAATISTO JA MITTAUSPERUSTA**
3. **MAASTOMALLI**
 - 3.1 Laserkeilaus
 - 3.2 Maastotäydennykset
 - 3.3 Maastomallin tuottaminen
 - 3.4 Laadunvarmistusmenettely
4. **POHJAKARTTA**
 - 4.1 Kartoitusmenetelmä
 - 4.2 Tulosteet
 - 4.3 Laadunvarmistusmenettely
5. **ORTOKUVAT**
 - 5.1 Tuotantomenetelmä
 - 5.2 Tulosteet
 - 5.3 Laadunvarmistusmenettely
6. **TYÖN ORGANISOINTI**
7. **DOKUMENTOINTI JA RAPORTOINTI**
8. **LIITTEET (NUMERISENA)**
 - Maastomallin aluerajaus
 - Pohjakartan aluerajaus
 - Ortokuvan aluerajaus

Mittausperustan mittausraportin sisältöluettelo

Hankkeen nimi

Maastotiedot

Mittausraportti:

1. **TEHTÄVÄN YLEISKUVAUS**
2. **KOORDINAATISTO JA LÄHTÖPISTEET**
3. **PERUSPISTEET**
 - 3.1 Pisteiden rakentaminen
 - 3.2 Mittausten suoritus ja kalusto
 - 3.3 Laskenta ja tulosten arviointi
4. **KÄYTTÖPISTEET**
 - 4.1 Pisteiden rakentaminen
 - 4.2 Mittausten suoritus ja kalusto
 - 4.3 Laskenta ja tulosten arviointi
5. **KORKEUDEN MÄÄRITYS**
 - 5.1 Vaaitusten suoritus
 - 5.2 Vaaitusten laskenta ja tulosten arviointi
6. **LAADUNAVARMISTUSTOIMENPITEET**
7. **TYÖ TEKIJÄORGANISAATIO JA HENKILÖT**
8. **LIITTEET**
 - Peruspisteet
 - Verkkopiirroks^{et} **numeerisena**
 - Vektorilaskennan tulokset numeerisena
 - Verkkotasoituksen tulokset numeerisena
 - Havainnot numeerisena rinex-muodossa
 - Käyttöpisteet
 - Verkkopiirroks^{et} **numeerisena**
 - Jonomittauksen havainnot numeerisena
 - Jonojen laskentatulokset numeerisena
 - Vaaitus
 - Vaaitusjonojen verkkopiirros **numeerisena**
 - Vaaitushavainnot numeerisena
 - Vaaitusten laskenta numeerisena
 - Pistekortit
 - Koordinaattiluettelot **numeerisena**

Mittausperustan mittausraportti

Hanke

Tasokoordinaatisto ETRS- GK ____ Korkeusjärjestelmä N ____

Lähtöpisteet

Peruspisteiden mittaus staattinen relatiivinen GNSS	Mitattuja pisteitä kpl
Tarkkuuden tunnusluku	
Käytetty kalusto	

Käyttöpisteiden mittaus		Tarkkuuden tunnusluku	Käytetty kalusto
Jonomittaus takymetrilla	kpl		
Staattinen relatiivinen GNSS	kpl		
Reaaliaikainen GNSS*	kpl		

Korkeuden määrittäminen

Lähtöpisteet

Mittausmenetelmä	Tarkkuuden tunnusluku
Vaaitus	
Trigonometrinen vaaitus	
Staattinen relatiivinen GNSS *	

*vain poikkeustapauksissa, tilaajan suostumus ehdoton edellytys

Lisätietoja (mm poikkeamat ohjeista)

Yritys/organisaatio	Henkilöt

Mittausperusta on Liikenneviraston ohjeiden (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot –Mittausohje) mukaan toteutettu ja niiden tarkkuusvaatimukset täyttyvät
Raportin laatija, päivämäärä

1. LIITTEET

Peruspisteet

On liitteenä (rasti ruutuun)

- Verkkopiirroksien tulokset numeerisena
- Vektorilaskennan tulokset numeerisena
- Verkkotasoituksen tulokset numeerisena
- Havainnot numeerisena rinex-muodossa
- Käyttöpisteet
 - Verkkopiirroksien tulokset numeerisena
 - Havainnot numeerisena
 - laskentatulokset numeerisena
- Vaaitus
 - Vaaitusjonojen verkkopiirros numeerisena
 - Vaaitushavainnot numeerisena
 - Vaaitusten laskenta numeerisena
- Pistekortit
- Koordinaattiluettelot numeerisena

Maastomallien, pohjakartan ja ortokuvien mittausraportin sisältöluettelo

Hankkeen nimi

Maastotiedot

Mittaussuunnitelma:

1. **TEHTÄVÄN YLEISKUVAUS**
2. **KOORDINAATISTO JA MITTAUSPERUSTA**
3. **MAASTOMALLI**
 - 3.1 Laserkeilauksen suoritus ja koordinaatistoon sitominen
 - 3.2 Maaston hajapisteistön tuottamien
 - 3.3 Taiteviivamittaus
 - 3.4 Maastotäydennykset
 - 3.5 Maastomallin editointi
 - 3.6 Laadunvarmistustoimenpiteet
4. **POHJAKARTTA**
 - 4.1 Pohjakartan laatiminen
 - 4.2 Kiinteistörajojen käsittely
 - 4.3 Laadunvarmistustoimenpiteet
5. **ORTOKUVAT**
 - 5.1 Ortokuvien oikaisu
 - 5.2 Mosaikointi
 - 5.3 Laadunvarmistustoimenpiteet
6. **TOIMITUKSET**
 - 6.1 Laserkeilausaineisto
 - Keilausdata LAS -muodossa
 - Metatiedosto

-
- 6.2 Maastomalliaineisto
- Maastomalli yhdistettynä sekä laserkeilaus- ja maastomittaukset eri tiedostoina **Infra maastomalli -formaattissa**
 - Maastomittausten orientointitiedostot ja raakahavainnot
 - Metatiedosto
- 6.3 Pohjakartta
- DWG-tiedosto
 - PFD-tiedostot
 - Metatiedosto
- 6.4 Ortokuvamosiikki
- Ecw-pakattuna osa1, osa2, osa3
 - Tiff-kuvat
 - Metatiedosto
7. **TYÖN TEKIJÄORGANISAATIO JA HENKILÖT**
8. **LIITTEET NUMEERISENA**
- Itselleluovutusdokumentit
 - Laadunvarmistusdokumentit
 - Koordinaattiluettelot **numeerisena**

Maastomallin mittausraportti

Lomake on tarkoitettu käytettäväksi pienissä hankkeissa kun malli mitataan kokonaan maastomittauksena

Hanke

Tasokoordinaatisto ETRS- GK ____	Korkeusjärjestelmä N ____
----------------------------------	---------------------------

Mittausperustasta on laadittu erillinen raportti k/e (mittausperusta on pakollinen tarkoissa maastomalleissa)	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Mittauskalusto	

Mittausten suoritusajankohta	Tekijät

Maastomallin editoinnin kuvaus (tekijä, ohjelmisto, suoritusajankohta)

Lisätiedot (mm poikkeamat ohjeista)

Laadunvarmistustoimenpiteet ja itselleluovutus tehty (k/e)	
------------------------------------------------------------	--

Yritys/organisaatio	Henkilöt

Sisäisen laaduntarkastuksen tarkastuslista

Maastomalli on tuotettu Liikenneviraston ohjeita (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje) noudattaen ja niiden tarkkuus- ja laatuvaatimukset täyttyvät.

Raportin laatija, päivämäärä

Liitteet:

on liitteenä
rasti ruutuun

Maastomalliaineisto

-Aluerajaus numeerisena

-Maastomalli yhdistettynä sekä GNSS- ja takymetrimittaukset eri tiedostoina

-Maastomittausten orientointitiedostot ja raakahavainnot

-Metatiedosto

Pohjakartan/yleispiirteisen maastomallin laatimisraportti

Lomake on tarkoitettu käytettäväksi pienissä hankkeissa kun kartta ja/tai yleispiirteinen maastomalli laaditaan käyttäen olemassa olevaa lähtöaineistoa

Hanke

Tasokoordinaatisto ETRS- GK ____	Korkeusjärjestelmä N ____
----------------------------------	---------------------------

Mittausluokka (1e,1,2 tai 3)	
------------------------------	--

Lähtöaineisto, tuottajaorganisaatio	Lähtöaineiston tuotantovuosi	kuvauskorkeus, maastoresoluutio, keilauksen pistetiheys

Kiinteistötietojen hankintapäivämäärä	
---------------------------------------	--

Kartoitusmenetelmän kuvaus	Tekijät

Yleispiirteisen maastomallin menetelmän kuvaus	Tekijät

Lisätiedot (mm poikkeamat ohjeista)

Laadunvarmistustoimenpiteet ja itselleluovutus tehty (k/e)	
------------------------------------------------------------	--

Yritys/organisaatio	Henkilöt

Pohjakartta/yleispiirteinen maastomalli on tuotettu Liikenneviraston ohjeita (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot- Mittausohje) noudattaen ja niiden tarkkuus- ja laatuvaatimukset täyttyvät.
Raportin laatija, päivämäärä

Liitteet:

On liitteenä (rasti ruutuun)

- Aluerajaus numeerisena
- Pohjakartta numeerisena
- Koodiluettelot
- Maastomalli infra-formaatissa
- Metatiedostot

Maastotietojen näytetarkastusohje

JOHDANTO.....	2	
1	MAASTOMALLIN SIJAINNITARKKUUS MUUTTUJAN NÄYTETARKASTUKSENA	
1.1	Pinnan korkeustarkkuus tarkastusprofiileina	3
1.2	Maastomallin tasosijaintitarkkuus.....	8
1.3	Maastomallin kolmiulotteinen sijaintitarkkuus.....	10
2	MAASTOMALLIN OMINAISUUDET ATTRIBUUTTITARKASTUKSENA.....	12
2.1	Ominaisuustarkastuksen näyteotanta.....	13
3	POHJAKARTTA	17
4	ORTOKUVAT	19
5	RAPORTOINTI	23
5.1	Laaturaportti	23
5.2	Poikkeamaraportti.....	24
5.3	Esimerkkejä laaturaportista	26
6.	KORJAAVAT TOIMENPITEET	30
6.1	Ilmoitetun laatutason testit.....	31
7.	MAASTOMALLIN NÄYTETARKASTUKSEN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	33
7.1	Periaate	33
7.2	Tarkastettavien kohteiden valinta ja mittaaminen	33
7.3	Maastomallikohteiden koodauksen, ominaisuuksien ja täydellisyyden tarkastaminen	35
7.4	Tarkastuksen raportointi.....	36

Johdanto

Tässä ohjeessa kuvataan menettelyt joiden mukaisesti tien ja rautatien suunnittelua varten hankittavien maastotietojen laatu tarkastetaan vastaanottotarkastuksessa. Aineistoilta edellytettävä laatutaso ilmaistaan hyväksyttävän laadun rajan ilmaisevalla AQL-luvulla (*Acceptable quality limit*). AQL-luku ilmoittaa sen rajan, jota pienempää määrää virheellisiä yksiköitä sataa tuoteyksikköä kohden pidetään hyväksyttävänä.

Tuhansia kohteita ja kymmeniäkin tuhansia pisteitä käsittävän todellisuutta kuvaavan mallin laatua ei millään menettelyllä voida täydellisesti selvittää. Eräät laatupoikkeamat - kuten virheelliset koodit - on mahdollista paikantaa automaattisin menetelmin. Sellaiset tarkastukset on tehtävä ennen aineiston luovutusta ja jos niitä vielä vastaanottotarkastuksessa esiintyy, niin tarkastus keskeytetään. Eräitä laatutekijöitä - kuten ortokuvauksen kattavuutta - voidaan tarkastaa pintapuolisena täystarkastuksena vastaanoton yhteydessä. Keskeiset laatutekijät korkeus- ja sijaintitarkkuus, täydellisyys ja luokittelun oikeellisuus voidaan taloudellisesti järkevästi tarkastaa vain pienehköjen näytteiden avulla.

Kokonaisen tuote-erän laatu ilmaistaan siis näytteestä lasketun arvion perusteella. Jos erä näytteen perusteella hyväksytään, jää tilaajalle oikeutettu epäily: "Tuliko maksettua sekundasta?" Jos taas näyte johtaa hylkäykseen, jää tuottajaa askarruttamaan hylättiinkö itse asiassa priimaa tavaraa oleva erä. Näihin tilaajan ja tuottajan kokemuksiin epäilyksiin haetaan tasapainoa näytetarkastusstandardeilla.

ISO 2859 standardisarja käsittelee tilaajan ja tuottajan riskiä taulukoissaan. Edellytyksenä riskitasojen luotettavuudelle on, että kaikkia standardien soveltuvuudelle asetettuja rajoituksia noudatetaan. Maastotietojen hankinnassa joudutaan tinkimään ISO 2859-1:1999 Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection standardin rajauksesta erä erältä tapahtuvaan tarkastukseen. Maastotiedot hankitaan tarjouskilpailun perusteella kyllä usein toimittajalta, jonka aiemmin toimittamien aineistoerien laatua on pidetty riittävänä. Niistä ei kuitenkaan ole aiempaa AQL-lukuihin suhteutettua laatuhistoriaa.

Vastuu riskitasojen säilymisestä standardien taulukoimalla noin 10 % tasolla jää pääosin tuottajalle. Omaa riskiään tuottaja hallitsee käyttämällä prosesseja, joiden laatutaso alittaa selvästi aineistolle asetetut laatuvaatimukset. Tilaaajan riskiä pienentää hylätyn erän uusintatarkastuksessa sovellettava tiukennettu menettely ja toista hylkäystä seuraava mahdollisuus vaihtaa toiseen toimittajaan. Menettely on osaltaan varmistamassa, ettei heikkoa laatua tuottavia prosesseja rohjeta tarjota.

Vastaanottotarkastuksen suorittajalla on suuri vastuu sekä tilaajaa että tuottajaa kohtaan. Tarkastuksen tekijältä on tarpeen edellyttää riittävää kokemusta ja taitoa sekä maastomalleista, mittaamisesta että laadun arvioinnista.

Vastaanottotarkastukseen sovelletaan ISO 3951-1:2005 muuttujan näytetarkastuksen ja ISO 2859-1:1999 attribuuttien näytetarkastuksen standardien jäljempänä kuvattavia menettelyjä ja taulukoita. Tarkastuksen suorittajalla tulee olla käytössään standardit

- *ISO 2859-1:1999 Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*
- *ISO 3951-1:2005 Sampling procedures for inspection by variables — Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*

Standardeissa mainitaan useassa kohdassa vastaava viranomainen (*responsible authority*), jolla on päätösvalta standardin soveltamisessa. Toimeksiannosta riippuen tämä vastaava viranomainen on joko Liikennevirasto tai alueellinen Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus.

1 Maastomallin sijaintitarkkuus muuttujan näytetarkastuksena

Maastomallin sijaintipoikkeamille asetettujen ylärajojen alittuminen testataan ISO 3951-1:2005 standardin s-menetelmän mukaisesti

- tarkastusprofiilien havaintopisteistä pinnoille, joiden korkeuspoikkeamien yläraja on joko A) 200 mm (kovat pinnat) tai B) 400 mm (pehmeät pinnat)
- tarkastuspisteiden etäisyydestä viivoihin ja pisteisiin, joiden sijaintipoikkeaman XY- yläraja on C) 100 mm
- tarkastuspisteiden etäisyydestä viivoihin ja pisteisiin, joiden sijaintipoikkeaman XYZ- yläraja on joko D) 50 mm tai E) 100 mm

Näytekoot määräytyvät sen mukaan, kuinka monta kohdetta tarkastettavassa aineistossa kuhunkin ylärajaluokkaan kuuluu. Näytteen koko otetaan ISO 3951-1 standardin taulukoista A.1 ja A.2.

Hyväksyttävän laadun rajan AQL 4,0 alittuminen lasketaan ISO 3951-1 standardin taulukon B.1 mukaisesti kaavalla $Q_U = (U-X)/s$, missä

- U on yläraja
- X on havaittujen poikkeamien keskiarvo
- s on poikkeamista laskettu keskihajonta

Näytteestä laskettua tulosta verrataan hyväksymisvakioon k, joka saadaan ISO 3951-1 standardin taulukosta B.1. Jos $Q_U \geq k$, erä hyväksytään.

1.1 Pinnan korkeustarkkuus tarkastusprofileina

Tarkastuksen kohteena olevassa maastomallissa on kahdenlaisia pintoja - kovia ja pehmeitä. Kovien pintojen *keskivirheen* raja A) on ± 100 mm ja pehmeiden pintojen B) ± 200 mm.

ISO 3951-1 standardin mukaisena poikkeamien *ylärajana* AQL 4,0 tasolla on koville pinnoille A) 200 mm ja pehmeille pinnoille B) 400 mm. Karkeita virheitä ovat yli A) 250 mm ja B) 500 mm poikkeamat. Niiden osuus ei saa *näytteessä* olla yli AQL 1,0 (ISO 2859 ominaisuustarkastus). Käytännön menettelynä 50-70 havainnon näytteestä poistetaan yksi karkea virhe, jos niitä esiintyy ja 95 havainnon näytteestä kaksi.

Näytteen koko määräytyy ISO 3951-1 standardin taulukoiden A.1 ja A.2. mukaisesti. Näyteohjelma on yleisen tarkastustaso II:n mukainen:

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

Taulukko 1.1

Erän koko	Näyte
3 - 15	3
16 - 25	4
26 - 50	6
51 - 90	9
91 - 150	13
151 - 280	18
281 - 500	25
501 - 1 200	35
1 201 - 3 200	50
3 201 - 10 000	70
10 001 - 35 000	95
35 001 - 150 000	125
150 001 - 500 000	160
Yli 500 000	200

Kovien ja pehmeiden pintojen eräkoot määritetään *esimerkki 1.1:n* mukaisesti. Näytekokoja 200 mm ylärajalle (A) ja 400 mm ylärajalle (B) selventää taulukko 1.1. Käytännössä taulukkoon 1.2 poimitusta AQL 4,0 vaatimuksesta seuraa, että yli 10 000 pisteen eräkoolla näytteen koko rajoittuu 95 mittaushavainnoksi, koska suuremmalle näytekoolle ei ole näyteohjelmaa kyseiselle laatutasolle.

Korkeustarkkuuden tarkastusmittaus suoritetaan profiilien mittauksena. Samassa profiilissa voi olla sekä kovien että pehmeiden pintojen mittaushavaintoja. Yhden pinnan (A tai B) profiilihavaintojen lukumäärä vastaa taulukon 1.1 Näyte-saraketta 3-13 tarkastuspistettä. Näin saadaan koko erää koskevan laatutuloksen lisäksi laatutulos myös yksittäisille profiileille. Siitä on hyötyä korjaavien toimenpiteiden suuntaamisessa. Jos mallin leveys edellyttäisi yli 13 pistettä, profiili lopetetaan ja mitataan lyhyempi profiili toisesta kohdasta - ei siis 18 pisteen profiilia vaan kaksi 9 pisteen profiilia.

Kaikkien näytetarkastuksessa mitattujen kontrollipisteiden lukumäärän tulee vastata täsmälleen eräkoosta johdettua näytekokoja sekä A- että B-näytteissä. Siihen pääsemiseksi joudutaan monesti viimeiseksi mitattavassa profiilissa poikkeamaan näytesarakkeen pistemäärästä.

Profiilien mittauksen yhteydessä tulee mitattua merkittävä määrä myös viivamaisia kohteita, joiden XY-keskivirheraja on ± 50 mm. Niiden laaturajat ja näytteen muodostus esitetään luvussa 1.3.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

Taulukko 1.2

Näytekoko	AQL 4,0
	<i>k</i>
3	0,954
4	1,046
6	1,108
9	1,159
13	1,189
18	1,212
25	1,225
35	1,311
50	1,372
70	1,451
95	1,484
125	↑
160	
200	

Tälle alueelle ei ole sopivaa näyteohjelmaa, käytä ensimmäistä nuolen yläpuolella olevaa.

Esimerkki 1.1

Maastomallin pinta-ala (kuva 1.1) on 10 ha. Pinnat muodostuvat 21 860 kolmiosta. Kovien ja pehmeiden pintojen eräkoon määrittämiseksi pisteiden lukumäärän pohjalta viivat jaetaan ensiksi kovien ja pehmeiden pintojen viivoihin, joista saadaan:

- kovia viivapisteitä 2 590
- pehmeitä viivapisteitä 970

Toisessa vaiheessa hajapisteet jaetaan koville ja pehmeille pinnoille puskuroimalla kovien pintojen viivojen ympärille 3 m puskuri. Puskurin sisäpuolelle jäävät hajapisteet edustavat näytekoon määrittämisen edellyttämällä tarkkuudella kovien pintojen pisteitä:

- kovia hajapisteitä 3 175
- pehmeitä hajapisteitä 15 125

Kovien pintojen eräkokoa A on 5 765 pistettä -> näytekokoa 70 tarkastuspistettä.

Pehmeiden pintojen eräkokoa B on 16 095 pistettä -> näytekokoa 95 tarkastuspistettä.

Esim. 5 profiilia á 13 pistettä + 5 pisteen profiili = 70 pistettä (tai $11 \times 6 + 4 = 70$)

A

ja esim. 10 profiilia á 9 pistettä + 5 pisteen profiili = 95 pistettä B

Lasketaan poikkeamien itseisarvojen keskiarvot *X* sekä kullekin A ja B profiilille että kaikille A- ja B-poikkeamille

Lasketaan keskihajonta *s* poikkeamien itseisarvoista sekä kullekin A ja B profiilille että kaikille A- ja B-poikkeamille

Verrataan saatavia arvoja $Q_U = (U-X)/s$ taulukon B vakioon *k* laatutasolla AQL 4,0.

Jos $Q_U \geq k$, erä (profiili) hyväksytään.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Alla on esimerkki yhden profiilin tarkastushavainnoista ja laatutulosten laskemisesta. Havainnot on tarkastusmittauksessa jaettu kovien ja pehmeiden pintojen mittauksiksi ja huolehdittu siitä, että sekä kovien että pehmeiden pintojen havaintomäärä vastaa taulukoituja näytekokoja. Keskiarvot ja keskihajonnat on laskettu virheiden itseisarvoista eli poikkeamista. Poikkeamien keskiarvot ja keskihajonnat ovat tässä esimerkkiprofiilissa hyvin lähellä toisiaan sekä kovilla että pehmeillä pinnoilla.

Nro	N	E	Z-malli	Z- mitattu	virheet		poikkeamat		
					pehmeä t	kovat	pehmeä t	kovat	
1	6701150,203	26512526,872	17,844	17,865	0,021		0,021		
2	6701150,981	26512529,248	17,085	17,192	0,107		0,107		
3	6701151,542	26512530,958	16,989	16,990	0,001		0,001		
4	6701151,884	26512532,004	17,003	16,912	-0,091		0,091		
5	6701151,946	26512532,194	17,092	17,274	0,182		0,182		
6	6701152,538	26512533,999	17,266	17,405	0,139		0,139		
7	6701152,849	26512534,950	16,413	16,405	-0,008		0,008		
8	6701153,192	26512535,995	17,601	17,422		-0,179		0,179	
9	6701153,316	26512536,375	16,103	15,903		-0,200		0,200	
10	6701153,503	26512536,945	15,085	15,047		-0,038		0,038	
11	6701154,250	26512539,226	22,946	22,967		0,021		0,021	
12	6701154,406	26512539,701	23,397	23,362		-0,035		0,035	
13	6701154,562	26512540,176	23,769	23,807		0,038		0,038	
14	6701155,402	26512542,742	24,383	24,411		0,028		0,028	
15	6701156,243	26512545,308	24,900	24,921		0,021		0,021	
16	6701156,430	26512545,878	25,321	25,291		-0,030		0,030	
17	6701156,585	26512546,353	24,786	24,665		-0,121		0,121	
18	6701157,177	26512548,159	23,522	23,360		-0,162		0,162	
19	6701157,613	26512549,489	14,220	14,133		-0,087		0,087	
20	6701158,173	26512551,200	14,509	14,434		-0,075		0,075	
21	6701158,765	26512553,005	14,565	14,645	0,080		0,080		
22	6701159,543	26512555,381	14,549	14,448	-0,101		0,101		
<i>virheiden keskiarvo</i>					0,037		-0,063		

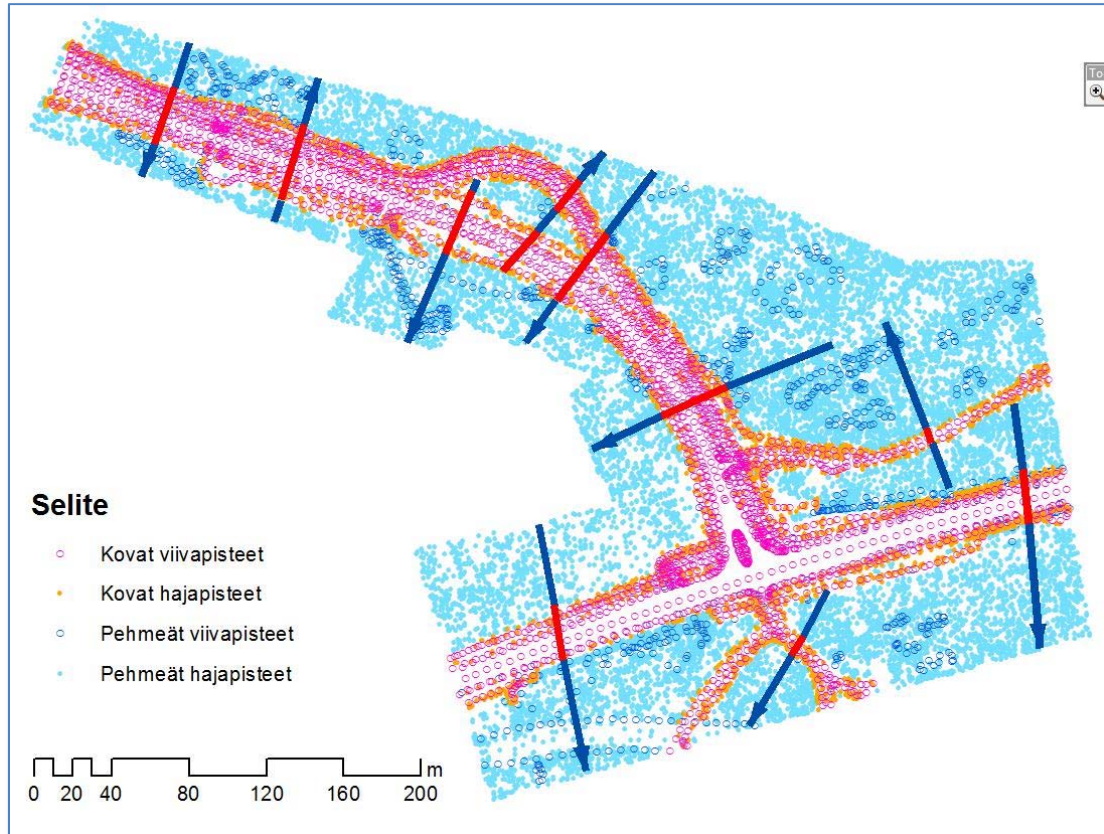
Keskihajonta lasketaan kaavalla:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

	lkm	9	13
poikkeamakeskiarvo (X)	0,081	0,080	
keskihajonta (s)	0,061	0,065	
yläraja (U)	0,400	0,200	
Q_U: (U-X)/s	5,201	1,858	
=			
Q_U (9) po. >	1,159		
Q_U (13) po. >	>1,189		

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje Mittausohjeet

Kovien pintojen Q_U -arvoksi on saatu 1,858, kun hyväksymisrajana 13 havainnon tapauksessa on $k = 1,189$. On helposti laskettavissa että pudottamalla ylärajaa U arvoon 157 mm pysyttäisiin vielä sallitun k -arvon yläpuolella. Esimerkinäytteen pehmeät pinnat läpäisisivät tätäkin tiukemman 153 mm ylärajan.



Kuva 1.1 Kymmenen profiilin näytetarkastussuunnitelma 10 hehtaarin esimerkkialueella kovalle ja pehmeille pinnoille

Kaikkien profiilien tulokset kovien pintojen 70 havainnosta:

Z-poikkeamien keskiarvo	0,106	$Q_U: (U-X)/s = 1,472$
Poikkeamien keskihajonta	0,064	$Q_U (70) po. > 1,451$
Yläraja (U)	0,200	

Kaikkien profiilien tulokset pehmeiden pintojen 95 havainnosta:

Z-poikkeamien keskiarvo	0,155	$Q_U: (U-X)/s = 2,502$
Poikkeamien keskihajonta	0,098	$Q_U (95) po. > 1,484$
Yläraja (U)	0,400	

Laatutulos 1.1 Z-korkeustarkkuus/kovat pinnat: Hyväksytään, $Q_U \geq k$.
Z-korkeustarkkuus/pehmeät pinnat: Hyväksytään, $Q_U \geq k$.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje Mittausohjeet

1.2 Maastomallin tasosijaintitarkkuus

Pääosalle maastomallin pistemäisistä ja viivamaisista kohteista on asetettu normaalin kartoitustarkkuuden mukainen ± 50 mm keskivirheraja XY-sijaintipoikkeamille. Näillä kohteilla ei joko ole korkeustarkkuusvaatimusta tai se on erisuuruinen (± 100 mm) osana maanpinnan pintamallia. Silta- ja ratakohteiden erikoistarkkuuden ± 25 mm rajaa käsitellään kolmiulotteisena XYZ-keskivirherajana luvussa 1.13 samoin kuin rumpujen ± 50 mm XYZ-keskivirherajaa.

Normaalitarkkuuden XY-kohteista muodostetaan oma näyte kohteiden lukumäärän perusteella. ISO 3951-1 standardin mukaisena poikkeamien *ylärajana* AQL 4,0 tasolla on näille kohteille C) 100 mm.

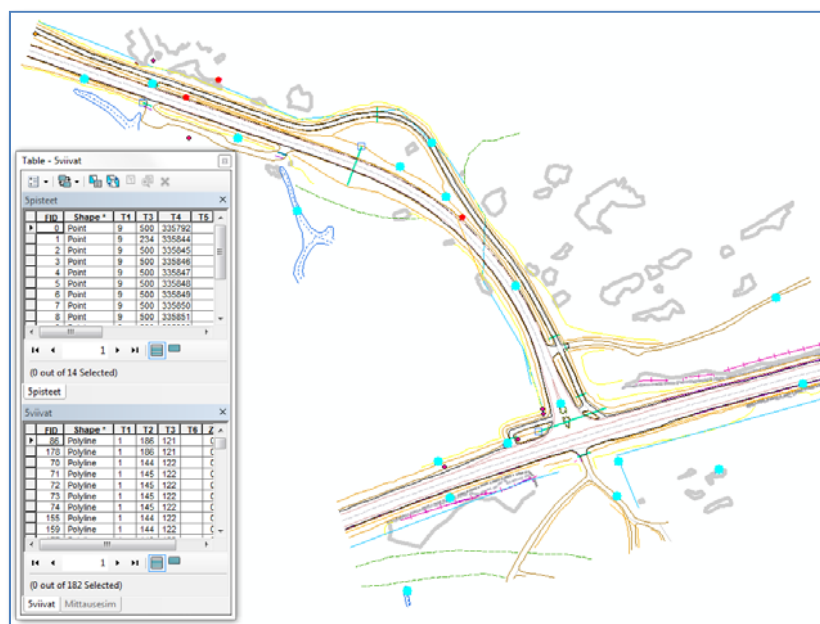
Seuraavassa esimerkissä 1.2 otetaan näyte saman 10 hehtaarin mallin viiva- ja pistekohteista. Alueella ei ole erikoistarkkuuden kohteita.

Esimerkki 1.2

Viivakohteita on mallissa 182, joista 11 on rumpuja. Pistekohteita on 14. Tässä tarkastettavaksi eräkooksi jää siten $171 + 14 = 185$ kohdetta.

Näytekooksi saadaan 18 kpl. Koska pisteitä on vain 14, on tarkoituksenmukaista saada niille riittävä edustus - taulukon mukaan 3 kpl, jolloin mitattavia viivoja tulee näytteeseen 15 kpl.

On hyvinkin mahdollista, että jo profiilien mittauksen yhteydessä on mitattu 15 viivan XY-sijainti. Ne sopivat sellaisenaan näytteeseen, niiden lisäksi on siis mitattava 3 pistekohdetta ja tasosijaintinäyte on koossa.



Kuva 1.2 Tasosijaintitarkkuuden näyte koostuu 18 pisteestä. Kolme pistemäistä kohdetta on arvottu erikseen ja 15 viivakohdetta mitattu profiilimittauksen yhteydessä.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Seuraavassa esimerkissä on laskettu poikkeamien suuruus ja laatutulos. Viivamaisten kohteiden poikkeama on saatu mittaamalla maastomallin viedyn kontrollipisteen etäisyys vastaavasta viivasta. Pisteiden välinen poikkeama saadaan suoraan kontrollipisteen ja mallin vastaavan pisteen koordinaattierosta.

<i>Id</i>	<i>T3</i>	<i>Y (tarkastus)</i>	<i>X (tarkastus)</i>	<i>Y (malli)</i>	<i>X (malli)</i>	<i>dy</i>	<i>dx</i>	<i>keama</i>
		2532071,34	6670656,05					
1	123	4	1					0,122 Pientareen ulkor. Päällysteen
		2532193,24	6670729,90					0,011 reuna
2	122	9	0					
		2532138,52	6670673,56					0,073 Sähköpylväs
3	512	6	7					
		2531933,96	6670594,01					0,067 Ojan reuna
4	140	7	1					
		2531954,21	6670679,08					0,042 Ulkoluiskan ylä-
5	126	9	3	Etäisyys				
		2532004,85	6670794,08					0,024 Maaliviiva
6	292	4	0	tarkastus-				
		2531959,55	6670852,88					0,059 Sisäluisikan alar.
7	124	9	8	pisteestä				
		2531861,73	6670843,19					0,022 Ojan reuna
8	140	9	8	viivaan				
		2531766,89	6670926,62					Päällysteen
9	122	5	1	mitattu				0,050 reuna
		2531722,33	6670930,02					
10	234	5	9	maasto-				0,056 Valaisinpylväs
		2532034,54	6670716,86					
11	130	9	2	mallista				0,103 Reunakivi
		2531962,03	6670655,06					Kallioleikkaus
12	192	1	9					0,042 alar.
		2532175,45	6670786,25					
13	123	4	2					0,092 Pientareen ulkor.
		2531950,25	6670887,81					Päällysteen
14	122	1	0					0,012 reuna
		2531999,70	6670690,95					
15	203	2	1					0,112 Katos
		2532072,67	6670679,05	2532072,60	6670679,12			
21	5001	1	2	6	3	-0,065	0,071	0,096 Puupylväs
		2531929,47	6670872,25	2531929,49	6670872,28			
22	5009	9	3	4	6	0,015	0,033	0,036 Muu pylväs
		2531822,70	6670891,13	2531822,65	6670891,13			
23	401	7	3	3	1	-0,054	-0,002	0,054 Kaivo

Poikkeamien keskiarvo (kaikki) **0,060**
 Poikkeamien keskihajonta **0,034**
 yläraja (U) **0,100**

$Q_U: (U-X)/s = 1,184$
 $Q_U (18) po. > 1,212$

Poikkeamien keskiarvoksi saadaan 60 mm ja keskihajonnaksi 34 mm. Niistä ja 100 mm ylärajasta laskettu Q_U -arvo on 1,184, kun sen pitäisi 18 mittaushavainnon tapauksessa ylittää k-vakio 1,212.

Laatutulos 1.2 XY-sijaintitarkuus: Hylätään, $Q_U < k$.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Pistemäisille kohteille voidaan esimerkin vuoksi laskea oma laatutulos, joka olisi hyväksytty kun Q_U -arvo 1,223 on suurempi kuin kolmen mittaushavainnon mukainen k-vakio 0,954.

Poikkeamien keskiarvo (pisteet)	0,062	$Q_U: (U-X)/s = 1,223$
Poikkeamien keskihajonta	0,031	$Q_U (3) po. > 0,954$
yläraja (U)	0,100	

Tällä pisteiden laatutuloksella ei ole muuta kuin informatiivista merkitystä standardin taulukoiden käyttäytymisen ymmärtämiseksi. Samaa ymmärrystä palvelee sen ylärajan laskeminen, jolla yo. 18 havainnon näyte olisi tullut hyväksytyksi: nostamalla raja 101 milliin, nousee 18 havainnon Q_U -arvo 1,213:een eli hyväksyttäväksi.

Tämän esimerkin hylkäävä laatutulos on linjassa maastomallien yleisen ± 50 mm kartoitustarkkuuden keskivirhevaatimuksen kanssa. Näytteen poikkeamien keskiarvo ylittää keskivirhevaatimuksen 20 prosentilla. Yhdistettynä kohtuulliseenkin keskihajontaan seurauksena on ymmärrettävästi hylkäävä tulos.

1.3 Maastomallin kolmiulotteinen sijaintitarkkuus

Erikoistarkkuudella kartoitettaville silta- ja ratarakenteille (kohteet 240-249, 281-283) on keskivirhevaatimus XYZ-tarkkuudelle ± 25 mm. Niistä muodostetaan oma näyte kyseisiin luokkiin kuuluvien kohteiden lukumäärän perusteella. ISO 3951-1 standardin mukaisena poikkeamien *ylärajana* AQL 4,0 tasolla on siltarakenteille D) 50 mm.

Normaalilla kartoitustarkkuudella ± 50 mm XYZ-keskivirheellä kartoitetaan rummut (kohteet 300-ryhmässä). Niistä muodostetaan oma näyte kyseisiin luokkiin kuuluvien kohteiden lukumäärän perusteella. ISO 3951-1 standardin mukaisena poikkeamien *ylärajana* AQL 4,0 tasolla on rummuille E) 100 mm.

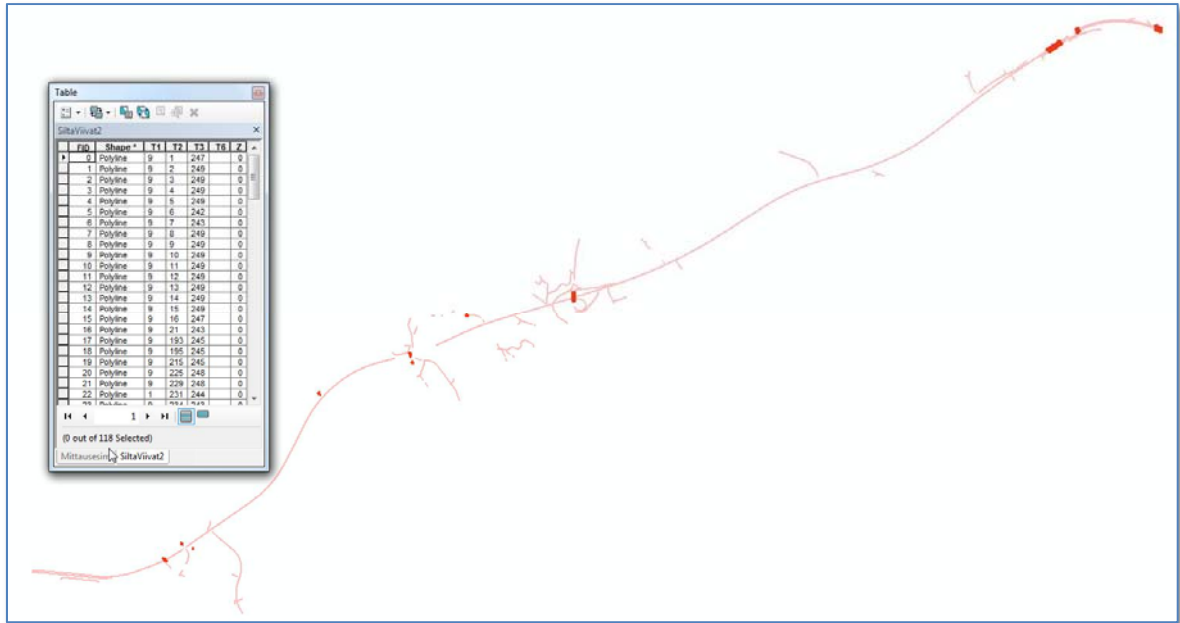
Esimerkki 1.3

Maastomallin pituus on 10 km. Siltoja on 11 kpl ja niissä 118 viivakohdetta.

Näytekokosi tulee 13 mittaushavaintoa.

Näytteiksi arvotaan kolme siltaa, joista mitataan 6, 4 ja 3 taitepistettä = 13 havaintoa.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**



Kuva 1.3 Kymmenen kilometrin pituinen maastomalli, jossa on 11 siltaa.

Seuraavassa on esimerkki 13 havainnon perusteella lasketusta laatumuksesta. Poikkeamien suuruus on laskettu dY, dX ja dZ etäisyyksistä.

dY	dX	dZ	poikkeama
-0,015	0,010	0,017	0,025
0,016	0,006	-0,024	0,029
0,014	-0,024	0,004	0,028
0,013	-0,008	0,004	0,016
-0,025	-0,021	-0,009	0,034
0,003	-0,002	-0,020	0,020
-0,002	-0,005	0,006	0,008
0,000	-0,010	-0,011	0,015
0,001	-0,003	-0,003	0,004
0,004	-0,014	0,016	0,022
-0,001	-0,004	0,018	0,018
-0,027	0,011	0,025	0,039
0,067	-0,027	0,030	0,078

Poikkeamien keskiarvo	0,026	$Q_U: (U-X)/s = 1,312$
Poikkeamien keskihajonta	0,018	$Q_U (13) po. > 1,189$
yläraja (U)	0,050	

Poikkeamien keskiarvo ylittää 4 prosentilla erikoistarkkuudelle asetetun keskivirherajan, mutta kohtuullisena pysyvä keskihajonta mahtuu riittävän hyvin keskiarvon 26 mm ja ylärajan 50 mm väliin. Silti joukkoon mahtuu myös yksi karkea, yli $2,5 \times$ keskivirheen (> 62 mm) oleva poikkeama.

Laatumulos 1.3 XYZ-sijaintitarkuus: Hyväksytään, $Q_U \geq k$

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Samoin kuin aiemmat esimerkit, tässäkin liikutaan hyvin lähellä hyväksymisrajaa: Näyte läpäisisi rajan vielä jos se olisi 48 mm 50 mm sijaan.

Esimerkki 1.4

Esimerkin 1.1 kymmenen hehtaarin mallissa on 11 rumpua. Niistä 100 mm XYZ-ylärajan näytekooksi tulee 3 mittaushavaintoa.

dY	dX	dZ	
-0,022	-0,012	-0,019	0,032
0,073	0,027	0,063	0,100
0,017	-0,026	-0,011	0,034

Poikkeamien keskiarvo **0,055** $Q_U: (U-X)/s =$ **1,149**

Poikkeamien keskihajonta **0,039** $Q_U (3) po. >$ **0,954**

yläraja (U) **0,100**

Laatutulos 1.4 XYZ-sijaintitarkuus: Hyväksytään, $Q_U \geq k$

2 Maastomallin ominaisuudet attribuuttitarkastuksena

Attribuuttitarkastuksella tarkastetaan maastomallin ominaisuuksia, jotka ovat joko oikein tai väärin. Täydellisyys ja temaattinen tarkkuus tarkastetaan ISO 2859-1 attribuuttien näytetarkastusstandardin taulukoita soveltaen. Standardin taulukko 1 määrittää yleisen tarkastustaso II:n mukaisen näytekoon koodikirjaimen. Näytteen koko ja hyväksymis-/hylkäysraja saadaan standardin taulukosta 2A.

Taulukko 2.1	Erän koko	Näyte	AQL 1,0		AQL 2,5	
			Ac	Re	Ac	Re
	2 - 8	2				
	9 - 15	3			v	
	16 - 25	5			0	1
	26 - 50	8	v		^	
	51 - 90	13	0	1	v	
	91 - 150	20	^		1	2
	151 - 280	32	v		2	3
	281 - 500	50	1	2	3	4
	501 - 1 200	80	2	3	5	6
	1 201 - 3 200	125	3	4	7	8
	3 201 - 10 000	200	5	6	10	11
	10 001 - 35 000	315	7	8	14	15
	35 001 - 150 000	500	10	11	21	22
	150 001 - 500 000	800	14	15	^	
	Yli 500 000	1 250	21	22		

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje Mittausohjeet

Taulukkoon 2.1 on yhdistetty normaalin tarkastuksen näytekoot sekä hyväksymis- ja hylkäysrajat AQL-luvuille 1,0 ja 2,5. Taulukosta nähdään, ettei kaikille näyteko-AQL yhdistelmille ole kokonaislukujen väliin osuvaa hylkäysrajaa pienemmille näytteille. Laatuvaatimus AQL 1,0 siis merkitsee täystarkastusta alle 14 kohdetta käsittävälle erälle. Eräkoolle 14 - 150 näyte on 13 ja eräkoolla 151 - 500 hypätään suoraan 50 yksikön näytteeseen.

Toisaalta AQL 2,5 vaatimuksen näytekokoa ei pidetä tarpeellisena kasvattaa yli 500 yksikön, kun taas AQL 1,0 laatutason selvittäminen saattaa vaatia 1 250 yksikönkin näytteen.

2.1 Ominaisuustarkastuksen näyteotanta

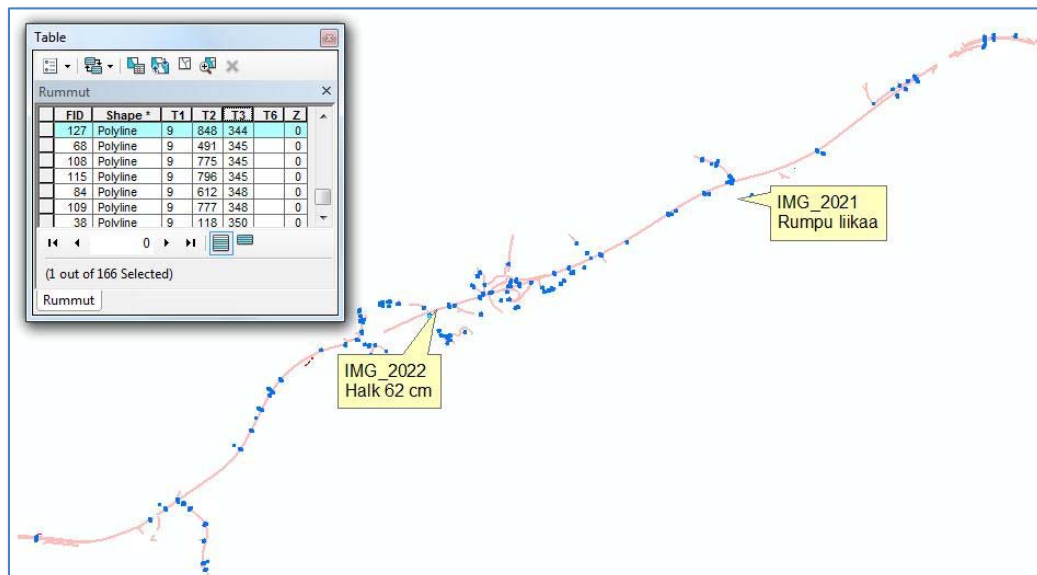
Sekä täydellisyyden että temaattisen tarkkuuden laatu arvioidaan samasta näytteestä. Näyte otetaan erikseen eri AQL-vaatimuksen omaaville kohteille. AQL 1,0 vaatimuksen näyte on tyypillisesti merkittävä osa maastomallin rummuista. Näyterumpujen välinen reitti on se näytealue, jolta puuttuvat rummut lasketaan poikkeamiksi.

AQL 2,5-vaatimuksen näyte koostuu näytealueista, joilla kullakin on sama määrä kohteita. Viimeiseksi arvotulla alueella kohdemäärä tasataan vastaamaan eräkoosta johdettua kokonaisnäytekokoa.

Esimerkki 2.1

Maastomallin pituus on 10 km. Mallissa on 166 rumpua. Näytteen kooksi AQL 1,0 rajalla valitaan 281–500 yksikön erän mukainen 50 rumpua, koska 151–280 eräkoolle ei ole sopivaa näyteohjelmaa (hyväksymis-/hylkäysrajaa siis).

Näytteiksi arvottujen rumpujen ominaisuudet ja olemassaolo tarkastetaan. Poikkeamat valokuvataan, josta niille saadaan numero. Täydellisyys mahdollisten puuttuvien rumpujen osalta tarkastetaan siltä reitiltä, joka rumpujen tarkastamiseksi on kuljettava. Jos muulta reitiltä löytyy puuttuva rumpu, siitä tehdään huomautus. Huomautusta ei lasketa poikkeamaksi, mutta puute tulee korjata.



**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Kuva 2.1 Rummut 10 km pituisessa maastomallissa (siniset viivat).

Tarkastuksen tuloksena mallin 50 rummun näytteestä löytyy yksi rumpu, jota ei ole maastossa (kuvassa IMG_2021). Yhden rummun materiaali on väärä (IMG_2023) ja yhden rummun läpimitta poikkeaa 5-8 cm (IMG_2022).

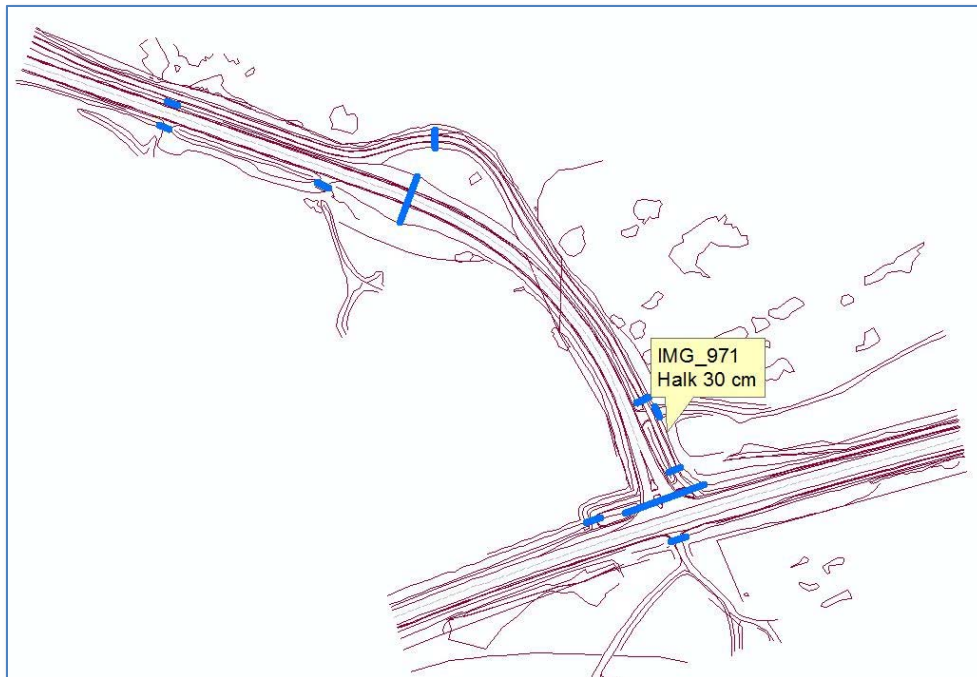
Laatutulos 2.1

Täydellisyys: Hyväksytään (yksi puute; hylkäys jos kaksi poikkeamaa)

Luokittelu: Hyväksytään (yksi poikkeama, yksi huomautus; hylkäys jos kaksi poikkeamaa)

Huomautus kuvassa 2022 ei oikein riitä poikkeamaksi. Koodilla 3117 halkaisijaltaan 700-milliseksi väitetty betonirumpu todetaan tarkastuksessa sisämitaltaan 620-650 milliseksi. Kun oikeampi luokka 3116 ei ole juurikaan lähempänä mitattua arvoa, on syytä epäroidä havainnon raportoimista poikkeamana. Sovelletaan kokeneen tarkastajan neuvoa ”jos epäilet, jätä pois”.

Korjaavat toimenpiteet: Rumpu 2021 poistetaan. Rummun 2023 materiaalikoodi korjataan ja rummun 2022 koodi korjataan 3116:ksi.



Kuva 2.2 Esimerkin 2.2 maastomallissa on 11 rumppua. Ne tarkastetaan kaikki täystarkastuksena ja puutteet samalla periaatteella kuin edellä.

Tarkastuksen tuloksena 11 rummun täystarkastuksessa ei löydy täydellisyyspoikkeamia. Yhden muovirummun, koodi 34040 sisähalkaisijaksi mitataan 280–300 mm (IMG_971).

Laatutulos 2.2

Täydellisyys: Hyväksytään (ei puutteita; hylkäys jos yksi poikkeama)

Luokittelu: Hylätään (yksi poikkeama; hylkäys jos yksi poikkeama)

Korjaavat toimenpiteet: Rummun 971 koodi korjataan 34030:ksi. Hylkäyksestä huolimatta uusi näytetarkastus ei ole tarpeen koska poikkeama on paljastunut täystarkastuksessa.

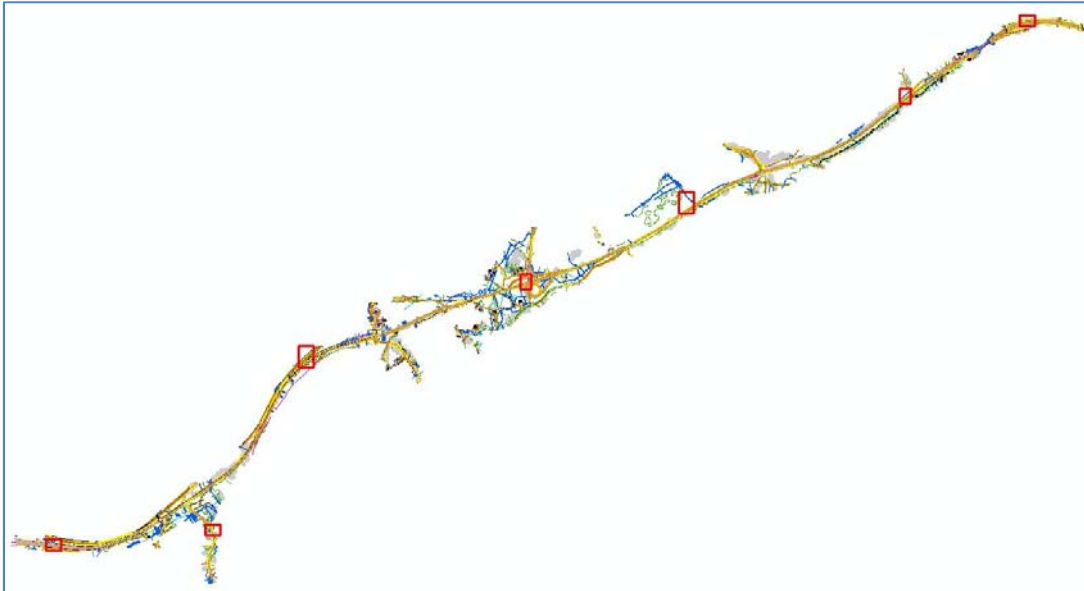
**Tie- ja ratakankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet****Esimerkki 2.3**

Maastomallissa on 3220 viivamaista kohdetta. Niistä 9 on nollakoodin taiteviivoja ja 166 rumpua, jotka eivät tämän laatutason erään kuulu. 3045 viivasta ja 1277 pistemäisestä kohteesta saadaan eräkooksi 4322 kohdetta. Näytteen kooksi tulee 200 kohdetta.

Jaetaan näyte suorakaiteen muotoisiksi näytealueiksi, kussakin 32 kohdetta. Saadaan 6 täyttä aluetta ja yksi 8 kohteen alue. Arvotaan seitsemän kohdetta eri puolilta erän aluetta.

Generoidaan arvottujen alueiden ympärille suorakaiteet joista kuudessa on 32 ja yhdessä 8 laatuvaatimuksen AQL 2,5 kohdetta.

Tarkastetaan kohteiden luokituksen oikeellisuus näytealueen sisällä. Tarkastetaan puuttuuko näytealueelta kohteita tai onko maastomallissa kohteita, joita ei näytealueella ole.



Kuva 2.3 Eri puolilta mallia arvotut 7 näytealuetta. Alueiden pinta-ala vaihtelee mutta kaikissa paitsi yhdessä on sama kohteiden lukumäärä.

Tarkastuksessa havaitaan 200 kohteen joukosta kaksi kohdetta liikaa ja näytealueilta neljä puuttuvaa kohdetta. Luokituksessa on poikkeamia kuudessa kohteessa. Näytealueiden ulkopuolelta tehdään huomautus kolmesta puutteesta ja kahdesta luokituspoikkeamasta.

Laatutulos 2.3

Täydellisyys: Hyväksytään (6 poikkeamaa; hylkäys jos 11 poikkeamaa)

Luokittelu: Hyväksytään (6 poikkeamaa; hylkäys jos 11 poikkeamaa)

Vaikka tarkastuksessa löytyi näytealueilta 12 poikkeamaa ja kaikkiaan 17 poikkeamaa, tulos hyväksytään sillä täydellisyys ja luokittelu käsitellään erillisinä laatuvaatimuksina. Näytteen ulkopuoliset poikkeamat eivät vaikuta laatutulokseen, mutta ne tulee korjata.

Korjaavat toimenpiteet: Kaikki 7 puuttuvaa kohdetta mitataan ja lisätään maastomalliin. Kaksi ylimääräistä kohdetta poistetaan ja kaikki 8 luokittelu-poikkeamaa korjataan malliin.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Esimerkki 2.4

Pienemmässä 10 ha maastomallissa on 182 viivaa ja 14 pistettä. Viivoista 11 on rumpuja, joten AQL 2,5 kohteita erään jää 185. Siitä saadaan näytekooksi 32. Arvotaan kolme näytealuetta, joista kahdessa on 13 ja yhdessä 6 kohdetta.

Menettely on sama kuin esimerkissä 2.3.

3 Pohjakartta

Pohjakartan sijaintitarkkuusvaatimukset ovat **Julkisen hallinnon suositusten 185 (Asemakaavan pohjakartan laatiminen)** mukaiset. Tarkkuusvaatimusten osalta sovelletaan mittausluokkaa 1 kaava-alueilla ja mittausluokkia 2 tai 3 kaava-alueiden ulkopuolella. Tarkkuusvaatimus pistekeskivirheelle on mittausluokassa 1 pääosin 0,5 m, mittausluokassa 2 pääosin 1,0 m ja mittausluokassa 3 pääosin 3 m.

Erän koko määräytyy niiden kohteiden lukumäärän mukaan joilla tarkkuusvaatimus mittausluokassa 1 on 0,5 m tai parempi ja vastaavasti 2-luokassa 1,0 m tai parempi ja 3-luokassa 3 m tai parempi. ISO 3951-1 mukaiset ylärajat ovat 1-luokassa 1,0 m, 2-luokassa 2,0 m ja 3-luokassa 6 m.

Korkeuskäyrien ja maanpinnan korkeuspisteiden korkeustarkkuuden ylärajoina on 1-luokassa 0,48 m, 2-luokassa 0,8 m ja 3-luokassa 1,6 m.

Tällaiset tarkkuusvaatimukset ovat tarkastettavissa **reaaliaikaisella GNSS-mittauksella**.

Esimerkki 3.1

Pohjakartan pinta-ala on 120 ha (3 km × 400 m). Asemakaavan ulkopuolisella alueella mittausluokka 2:n sijaintipoikkeamien ylärajaan 2,0 m luettavia kohteita erässä on 154, josta XY-näytteen kooksi saadaan 18 kohdetta.

Korkeuskäyriä ja korkeuspisteitä on 1162, josta Z-näytteen kooksi saadaan 35 kohdetta.

XY-poikkeamien keskivirhe 0,799
Poikkeamien keskihajonta 0,467
Yläraja (U) 2,0 m

$Q_U: (U-X)/s = 2,572$
 $Q_U (18) po. > 1,212$

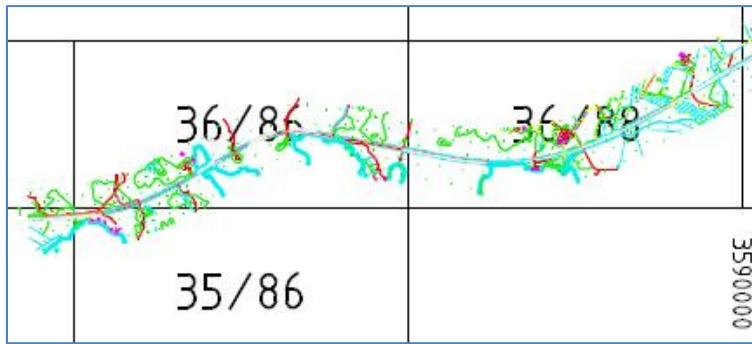
Z-poikkeamien keskivirhe 0,500
Poikkeamien keskihajonta 0,306
Yläraja (U) 0,8 m

$Q_U: (U-X)/s = 2,287$
 $Q_U (35) po. > 1,311$

Laatutulos 3.1 XY-sijaintitarkkuus: Hyväksytään, $Q_U > k$
Z-korkeustarkkuus: Hyväksytään, $Q_U > k$

Tarkastustuloksen hahmottamiseksi voidaan laskea, että XY-näyte läpäisisi ylärajan 1,37 m ja Z-näyte ylärajan 0,91 m. Laatutulokset jotka ovat kuten tässä esimerkissä 68 – 76 % ylärajasta kuvastavat sellaista prosessikeskiarvoa, johon käytettävillä tuotantoprosesseilla olisi päästävää. Muutoin ylärajojen sisällä pysyminen tuottaa hankaluuksia.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

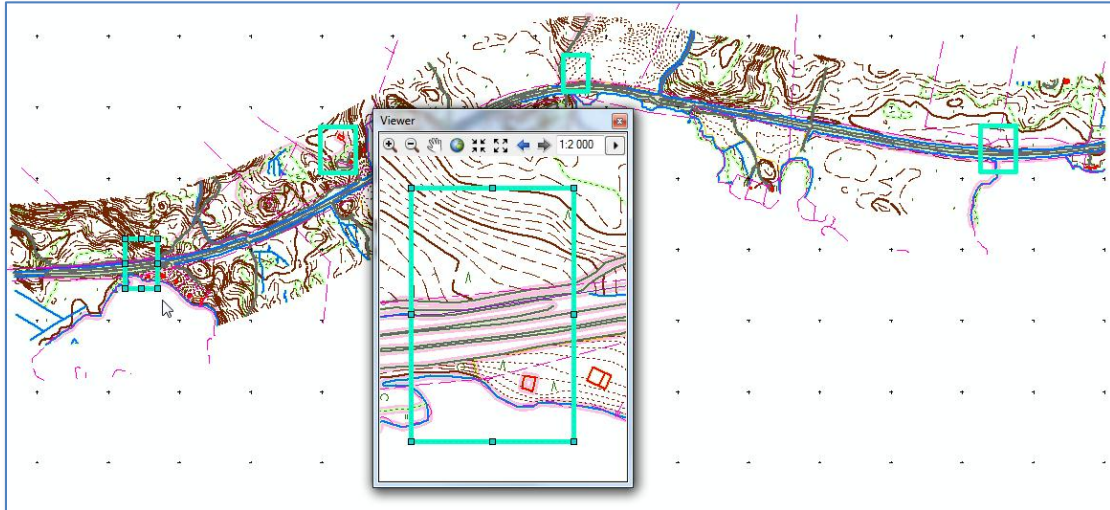


Kuva 3.1 120 ha pohjakartta osuu ”sopivasti” kuudelle yleislehtijaon 1×2 km karttalehdelle

Esimerkki 3.2

120 ha pohjakartassa on 350 kohdetta, joiden laatuvaatimus täydellisyydelle ja luokittelulle on AQL 2,5. Näytekokoksi saadaan 50 ja näytteeksi arvotaan neljä aluetta, joista kolmessa on 13 kohdetta ja yhdessä 11.

Tarkistetaan ovatko kohteet olemassa ja oikein koodattuja tai puuttuuko tarkastusalueilta kohteita.



Kuva 3.2 Yksi neljästä näytealueesta, jolla on 13 kohdetta.

Tarkastuksessa havaitaan yksi rakennus ja yksi sähkölinja puutteiksi. Yksi ajotie on liikaa - sen molemmat reunat ovat omina viivakohteina mallissa. Luokittelusta ei löydy poikkeamia.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje Mittausohjeet

Laatutulos 3.2

Täydellisyys: Hyväksytään (3 poikkeamaa; hylkäys jos 4 poikkeamaa)

Luokittelu: Hyväksytään (0 poikkeamaa; hylkäys jos 4 poikkeamaa)

Liikaa olevan ajotien molemmat reunat muodostavat yhden poikkeaman vaikka ovatkin kaksi näytealuetta 13 kohteesta, kuten ISO 2859.1 lausekkeessa 4.1 todetaan.

4 Ortokuvat

Ortokuvamosaiikin tasosijaintitarkkuuden vaatimus keskivirheelle on ± 15 cm. Tarkkuus on helposti tarkastettavissa **reaaliaikaisella GNSS-mittauksella** ajoratamaalauksista, kaivonkansista ja muista maanpinnan tarkoista kohteista. Ylärajana käytetään 300 mm. Näytekokomääräytyy kuvien lukumäärän perusteella.

Ortokuvan ominaisuuksille asetetaan laatuvaatimukset

- erotuskyvyille
- täydellisyydelle
- sävymäärälle
- saturaatiolle
- mosaikoinnille

Näissä laatutekijöissä on hyväksyttävän laadun raja AQL 4,0. Laatutekijät käsitellään samanarvoisina poikkeamina, ts. kaksi täydellisyyspoikkeamaa antaa saman virheluvun kuin yksi sävymäärän ja yksi mosaikoinnin poikkeama.

Taulukko 4.1	Erän koko	Näyte	AQL 4,0	
			Ac	Re
	2 - 8	2	v	
	9 - 15	3	0	1
	16 - 25	5	^	
	26 - 50	8	v	
	51 - 90	13	1	2
	91 - 150	20	2	3
	151 - 280	32	3	4
	281 - 500	50	5	6
	501 - 1 200	80	7	8
	1 201 - 3 200	125	10	11
	3 201 - 10 000	200	14	15
	10 001 - 35 000	315	21	22
	35 001 - 150 000	500	^	
	150 001 - 500 000	800		
	Yli 500 000	1 250		

Seuraavassa on esimerkkejä ortokuvan ominaisuuksien poikkeamista.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

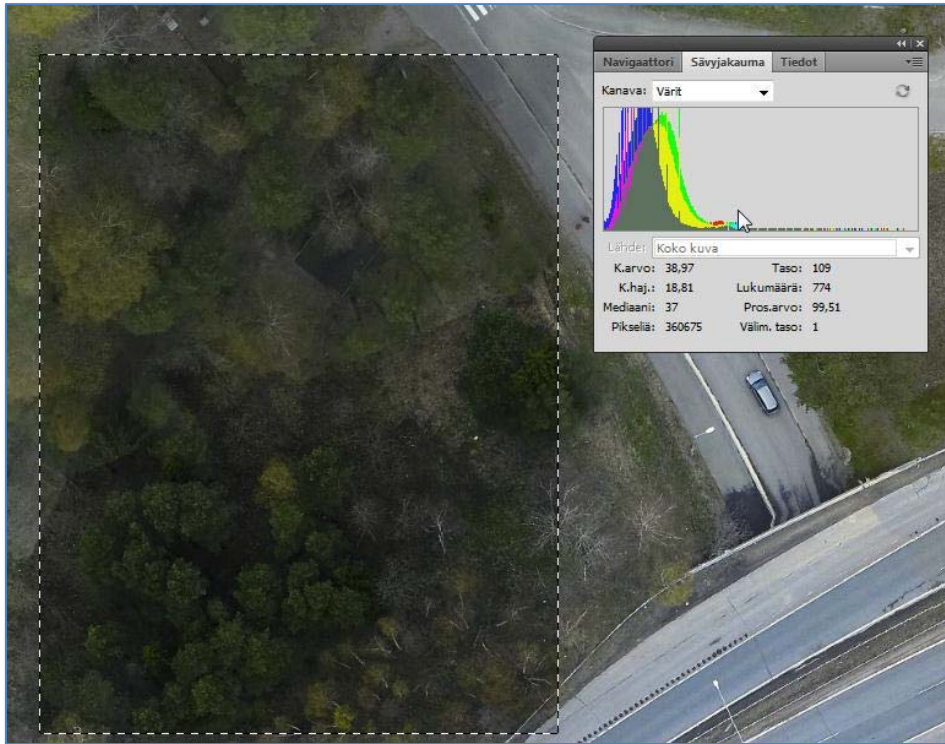


Erotuskyky on vasemmassa reunassa riittämätön. Syynä voi olla vaikkapa lasipinnoille kertynyt kosteus tai kameran heilahdus valotuksen aikana.



Täydellisyydessä voi olla poikkeamia puutteellisen kuvapeiton vuoksi. Ortokuvan peittoalueen tulee olla yksikäsitteisesti sovittu ennen kuvausta.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

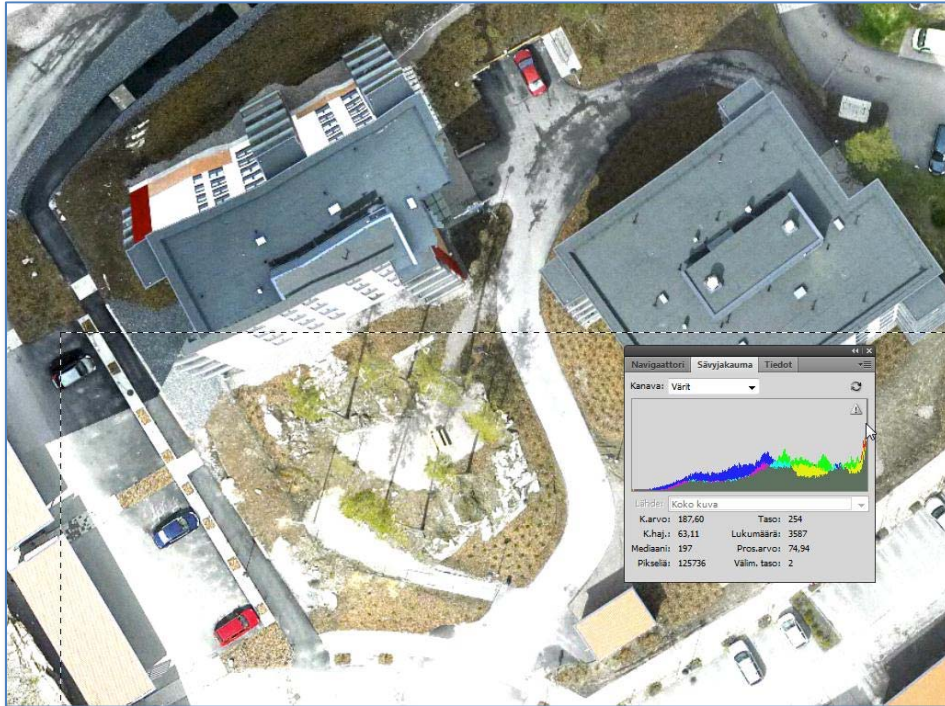


Sävymäärän tulee olla yli 150 sävyä (L/lightness) normaalisävyisessä kohdealueessa. Tässä pelkkää metsää käsittävässä rajauksessa 100 sävyä 99 % tehokkuusalueella ei ole poikkeama. Pilven varjossa kuvatut kuvat tulee säätää vaatimuksenmukaisesti raakakuvina.



Tukkoonmeno eli 0-saturaatio on tässä yli 5 %, syynä pilven varjot ja prosessointivirheet. Rajana on 2 % kuvilla, joilla yli puolet on normaalia maastoa kuten tässä esimerkissä (ei pelkkää peltoa, suota, vettä).

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje Mittausohjeet



Puhkipalaminen eli 255-saturaatio on tässä esimerkissä 25 %. Kun hylkäyksen syynä ovat valotusvirheet, joudutaan kuvaus uusimaan. Prosessointivirheet ovat korjattavissa ilman uutta kuvausta.



Mosaikointivirheet paljastavat heikon geometrian. Sauman suuntainen poikkeama on mitattavissa, mutta kohtisuora poikkeama näkyy vain, jos samat kohteet toistuvat molemmilla kuvilla. Saumoissa näkyvät väri- ja valoisuuserot ovat poikkeamia vain jos toisen kuvaan sävymäärässä tai saturaatiossa on poikkeama.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

5 Raportointi

Laatutuloksen raportointi tehdään *Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti*- lomakkeella, joka sisältää tiedot laatutuloksen laajuudesta ja laatulementistä. Kullekin laajuus/elementtiyhdistelmälle täytetään oma lomake. Lisäksi tehdään poikkeamaraportit, joissa dokumentoidaan tehdyt mittaukset, tarkastetut kohteet ja havaitut poikkeamat.

Laajuus

- Nimi (Maastomalli nn, pohjakartta nn, ortokuva nn)
- Koko (ha)
- Sijainti (rajaavan suorakaiteen reunat WGS 1984 lat/lon desimaaliasteina)
- Kohdejoukko (kovat pinnat, AQL 2,5 kohteet jne)

Laatuelementti

- Laatumittari (LE95, CE95, SE95, virhesuhde)
- Mittarin kuvaus
- Arviointimenetelmä
- Menetelmän kuvaus
- Arviointimenettely (erän koko, näytekoko jne.)
- Päiväys
- Laatutulos
 - Vaatimuksenmukaisuus
 - Spesifikaatio
 - Selitys
 - Hyväksytty (kyllä/ei)

5.1 Laaturaportti

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti			
Nimi			Koko ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma		Lat Lon
Kohdejoukko			
Laatuelementti			
Laatumittari			
Mittarin kuvaus			
Arviointimenetelmä			
Menetelmän kuvaus			
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma
Päiväys			
Laatutulos			
Spesifikaatio			
Selitys			
Hyväksyminen			

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

5.2 Poikkeamaraportti

Poikkeamaraportin tarkoitus on varmistaa havaittujen poikkeamien jäljitettävyyttä. Raportti ei ole määrämuotoinen. Esimerkiksi seuraavansisältöinen Excel-taulukko soveltuu XY-sijaintipoikkeamien raportointiin.

Poikkeamaraportti Kt 51 maastomallin XY-sijaintitarkkuudesta

26.10.2010

Id	T3	Y		X		dy	dx	Poikkeama
		(tarkastus)	(tarkastus)	Y (malli)	X (malli)			
		2532072,67	6670679,05	2532072,60	6670679,12			
21	5001	1	2	6	3	-0,065	0,071	0,096
		2531929,47	6670872,25	2531929,49	6670872,28			
22	5009	9	3	4	6	0,015	0,033	0,036
		2531822,70	6670891,13	2531822,65	6670891,13			
23	401	7	3	3	1	-0,054	-0,002	0,054

Jne

Poikkeamien keskiarvo	0,060	Q_U: (U-X)/s = 1,184
Poikkeamien keskihajonta	0,034	Q_U (18) po. > 1,212
yläraja (U)	0,100	

Esimerkin 1.1 mukainen taulukko soveltuu korkeusprofiilien poikkeamaraportointiin, kun sitä täydennetään kohteen nimellä ja päiväyksellä.

Ominaisuustarkastuksen poikkeamaraportti koostuu näytealueen kartasta ja kohdeluettelosta. Täydellisyyspoikkeamat dokumentoidaan valokuvaamalla liikaa olevan kohteen paikka maastossa tai puuttuva kohde. Kuvanumero antaa poikkeamalle numeron ja kuvanottoaikka ja kuvaussuunta merkitään näytekarttaan. Samoin menetellään luokituspoikkeamien kanssa. Myös huomautukset on syytä dokumentoida valokuvaamalla.

Kohdeluetteloksi soveltuu Excel-taulukko, johon merkitään ja selitetään havaitut poikkeamat. Taulukkoon lisätään linkki poikkeamasta otettuun valokuvaan.

Tie- ja ratakankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

Kuva 5.1 Näytealueen 1 kartta ja kuva poikkeamasta. Tarkastus on aloitettu 26.7.2010 klo 8:45.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Kt51 Näyte 1				26.7.2010	8:45	
2	T1	T2	T3	T6	Kuva	Poikkeama	Selite
3	9	873	243				
4	9	875	243				
5	9	922	343		IMG_0272	Väärä luokka	Nelikulmainen rumpu
6	9	925	245				
7	9	930	247				
8	9	933	245				
9	9	934	245				
10	9	935	245				
11	9	936	245				
12	9	938	245				
13	9	939	316				
14	9	940	318				
15	9	946	247				
16	9	947	244				

Kuva 5.2 Kohdeluettelo, jossa poikkeama on selitetty ja linkitetty valokuvaan.

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet

5.3 Esimerkkejä laaturaportista

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 1.1)			
Nimi	Maastomalli Mt 1130	Koko	10 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma	Lat	Lon
		60,1458	24,5671
		60,1491	24,5766
Kohdejoukko	Maastomallin kovat pinnat		
Laatuelementti			
Laatuelementti		Absoluuttinen sijaintitarkkuus	
Laatumittari		LE95	
Mittarin kuvaus		Lineaarinen virhe 95 % luotettavuustasolla	
Arviointimenetelmä		Suora ulkoinen tarkastus. ISO 3951-1 muuttujan näytetarkastus.	
Menetelmän kuvaus		Maastossa näytepisteillä mitattua maanpinnan korkeutta verrataan maastomallista laskettuun korkeuteen.	
Arvioinnin parametrit		Erän koko 5765 pistettä	Näytteen koko 70 pistettä
Päiväys		14.9.2010	
Laatutulos			
Spesifikaatio		Väylähankkeiden maastotiedot 2011	
Selitys		Korkeuspoikkeamien yläraja on 200 mm AQL 4,0 tasolla	
Hyväksyminen		Kyllä	

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 1.2)			
Nimi	Maastomalli Mt 1130	Koko	10 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma	Lat	Lon
		60,1458	24,5671
		60,1491	24,5766
Kohdejoukko	Maastomallin kohteet, joiden tasosijaintitarkkuusvaatimuksen yläraja on 100 mm		
Laatuelementti			
Laatuelementti		Absoluuttinen sijaintitarkkuus	
Laatumittari		CE95	
Mittarin kuvaus		Ympyrävirhe 95 % luotettavuustasolla	
Arviointimenetelmä		Suora ulkoinen tarkastus. ISO 3951-1 muuttujan näytetarkastus.	
Menetelmän kuvaus		Maastossa näytepisteillä mitatun sijainnin ja maastomallin mukaisen sijainnin eroa verrataan.	
Arvioinnin parametrit		Erän koko 185 kohdetta	Näytteen koko 18 kohdetta
Päiväys		14.9.2010	
Laatutulos			
Spesifikaatio		Väylähankkeiden maastotiedot 2011	
Selitys		Tasosijainnin poikkeamien yläraja on 100 mm AQL 4,0 tasolla.	
Hyväksyminen		Ei	

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 1.3)			
Nimi	Maastomalli Kt 51	Koko	1100 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma	Lat	Lon
		60,1080	24,4500
		60,1557	24,6233
Kohdejoukko	Maastomallin kohteet, joiden 3D sijaintitarkkuusvaatimuksen yläraja on 50 mm		
Laatuelementti			
Laatuelementti		Absoluuttinen sijaintitarkkuus	
Laatumittari	SE95		
Mittarin kuvaus	Pallovirhe 95 % luotettavuustasolla		
Arviointimenetelmä	Suora ulkoinen tarkastus. ISO 3951-1 muuttujan näytetarkastus.		
Menetelmän kuvaus	Maastossa näytepisteillä mitatun 3D-sijainnin ja maastomallin mukaisen sijainnin eroa verrataan.		
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma
	118 kohdetta	13 kohdetta	Normaali
Päiväys	26.7.2010		
Laatutulos			
Spesifikaatio	Väylähankkeiden maastotiedot 2011		
Selitys	3D sijaintipoikkeamien yläraja on 50 mm AQL 4,0 tasolla.		
Hyväksyminen	Kyllä		

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 2.1)			
Nimi	Maastomalli Kt 51	Koko	1100 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma	Lat	Lon
		60,1080	24,4500
		60,1557	24,6233
Kohdejoukko	Maastomallin kohteet, joiden täydellisyysvaatimus on AQL 1,0		
Laatuelementti			
Laatuelementti		Täydellisyys	
Laatumittari	Virheluku		
Mittarin kuvaus	Puuttuvien ja liikaa olevien kohteiden lukumäärä		
Arviointimenetelmä	Suora ulkoinen tarkastus. ISO 2859-1 ominaisuuksien näytetarkastus.		
Menetelmän kuvaus	Näytealueilta tarkastetaan puuttuvat ja liiat kohteet maastossa.		
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma
	166 kohdetta	50	Yleistarkastustaso II, normaali tarkastus
Päiväys	26.7.2010		
Laatutulos			
Spesifikaatio	Väylähankkeiden maastotiedot 2011		
Selitys	Täydellisyysvaatimus on AQL 1,0. Yksi poikkeama hyväksytään näytekoolla 50.		
Hyväksyminen	Kyllä		

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 2.2)				
Nimi	Maastomalli Mt 1130		Koko	10 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma		Lat	Lon
			60,1458	24,5671
			60,1491	24,5766
Kohdejoukko	Maastomallin kohteet, joiden luokittelun tarkkuusvaatimus on AQL 1,0			
Laatuelementti				
Luokittelu				
Laatumittari	Virheluku			
Mittarin kuvaus	Virheellisesti luokiteltujen kohteiden lukumäärä			
Arviointimenetelmä	Suora ulkoinen tarkastus. ISO 2859-1 ominaisuuksien näytetarkastus.			
Menetelmän kuvaus	Näytealueilta tarkastetaan kohteiden luokittelu maastossa.			
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma	
	11 kohdetta	11	Täystarkastus	
Päiväys	14.9.2010			
Laatutulos				
Spesifikaatio	Väylähankkeiden maastotiedot 2011			
Selitys	Luokittelun tarkkuusvaatimus on AQL 1,0. Poikkeamia ei hyväksytä 11 kohteen erässä.			
Hyväksyminen	Kyllä			

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 2.3)				
Nimi	Maastomalli Kt 51		Koko	1100 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma		Lat	Lon
			60,1080	24,4500
			60,1557	24,6233
Kohdejoukko	Maastomallin kohteet, joiden luokittelun tarkkuusvaatimus on AQL 2,5			
Laatuelementti				
Luokittelu				
Laatumittari	Virheluku			
Mittarin kuvaus	Virheellisesti luokiteltujen kohteiden lukumäärä			
Arviointimenetelmä	Suora ulkoinen tarkastus. ISO 2859-1 ominaisuuksien näytetarkastus.			
Menetelmän kuvaus	Näytealueilta tarkastetaan kohteiden luokittelu maastossa.			
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma	
	4322 kohdetta	200	Yleistarkastustaso II, normaali tarkastus	
Päiväys	26.7.2010			
Laatutulos				
Spesifikaatio	Väylähankkeiden maastotiedot 2011			
Selitys	Luokittelun tarkkuusvaatimus on AQL 2,5. Hyväksymisluku on 10 poikkeamaa 200 yksikön erässä.			
Hyväksyminen	Kyllä			

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Väylähankkeen maastotietojen laaturaportti (Esimerkki 3.2)				
Nimi	Pohjakartta Karvio 1:2000		Koko	120 ha
Sijainti	Lounaiskulma Koilliskulma		Lat	Lon
			62,5156	28,6611
			62,5240	28,7212
Kohdejoukko	Pohjakartan kohteet, joiden täydellisyysvaatimus on AQL 2,5			
Laatuelementti				
Laatuelementti		Täydellisyys		
Laatumittari		Virheluku		
Mittarin kuvaus		Puuttuvien ja liikaa olevien kohteiden lukumäärä		
Arviointimenetelmä		Suora ulkoinen tarkastus. ISO 2859-1 ominaisuuksien näytetarkastus.		
Menetelmän kuvaus		Näytealueilta tarkastetaan puuttuvat ja liiat kohteet maastossa.		
Arvioinnin parametrit	Erän koko	Näytteen koko	Näyteohjelma Yleistarkastustaso II, normaali tarkastus	
	350 kohdetta	50		
Päiväys		1.10.2010		
Laatutulos				
Spesifikaatio		Väylähankkeiden maastotiedot 2011		
Selitys		Täydellisyysvaatimus on AQL 2,5. Kolme poikkeamaa hyväksytään näytekoolla 50.		
Hyväksyminen		Kyllä		

6. Korjaavat toimenpiteet

Kaikki tarkastuksessa havaitut ja yksikäsitteisesti raportoidut poikkeamat korjataan tilaajalle toimitettavaan maastomalliin, olivatpa poikkeamat näytealueilla tai niiden ulkopuolella. Selvää lienee, ettei mallin toimittaja halua vastuuseen dokumentoitujen virheiden mahdollisista kustannusvaikutuksista suunnitelmaa toteutettaessa.

Jos tuote hylätään jonkun tai joidenkin laatutekijöiden osalta, tuottaja korjaa mallin kokonaisuudessaan kyseisen/kyseisten tekijöiden osalta. Sen jälkeen suoritetaan uusi tarkastus käyttäen tiukennetun tarkastuksen taulukoita.

Tiukennetun tarkastuksen käyttö on perusteltua, koska hylkäys tapahtuu huomattavasti edellytettyä laatutasoa heikkolaatuisemman näytteen perusteella. Vielä tiukennetussakin tarkastuksessa hyväksytään erä sellaisen näytteen perusteella, jonka poikkeamaprosentti jää hyväksyttävää laatutasoa korkeammaksi.

Kun näytteen koko on 80 yksikköä, se hyväksytään normaalissa tarkastuksessa AQL 1,0 laatutasolla jos poikkeamia on 2 kpl (2,5 %) ja hylätään, jos poikkeamia on 3 (3,8 %).

Tiukennetussa tarkastuksessa hyväksymisraja on 1 (1,3 %) ja hylkäysraja 2 (2,5 %).

Taulukkoon 6.1 on koottu tiukennetun muuttujatarkastuksen k-arvot AQL 4,0 laatutasolla.

Taulukko 6.1

Näytekoko	AQL 4,0
	<i>k</i>
4	1,163
6	1,275
9	1,338
13	1,405
18	1,429
25	1,457
35	1,476
50	1,481
70	1,526
95	1,559
125	↑
160	
200	

Tälle alueelle ei ole sopivaa näyteohjelmaa, käytä ensimmäistä nuolen yläpuolella olevaa.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Taulukkoon 6.2 on koottu tiukennetun attribuuttitarkastuksen hyväksymis- ja hylkäysrajat AQL 1,0 ja AQL 2,5 laatutasoilla.

Taulukko 6.2	Erän koko	Näyte	AQL 1,0		AQL 2,5	
			Ac	Re	Ac	Re
	2 - 8	2				
	9 - 15	3				
	16 - 25	5			v	
	26 - 50	8			0	1
	51 - 90	13		v		
	91 - 150	20	0	1	v	
	151 - 280	32			1	2
	281 - 500	50		v	2	3
	501 - 1 200	80	1	3	4	6
	1 201 - 3 200	125	2	5	6	8
	3 201 - 10 000	200	3	8	9	11
	10 001 - 35 000	315	5	12	13	15
	35 001 - 150 000	500	8	18	19	22
	150 001 - 500 000	800	12	13		^
	Yli 500 000	1 250	18	19		

6.1 Ilmoitetun laatutason testit

Jokainen attribuuttitarkastuksen näytealue pyritään muodostamaan siten, että kohteiden lukumäärä vastaa täsmälleen standardissa ISO 2859-4¹ vastaaville laatuvaatimustasoille DQL 1,0 ja DQL 2,5 taulukoituja näytekokoja. Kyseisessä standardissa ei edellytetä riippuvuutta eräkoon ja näytteen koon välillä.

Taulukko 6.3	Ilmoitettu laatutaso (% virheellisiä)	n (näytekoko)	L (hyväksymisraja)
	DQL 1,0	32	1
		80	2
		125	3
	DQL 2,5	13	1
		32	2
		50	3

Ilmoitetun laatutason (Declared quality level)
näytekoot ja hyväksymisrajat

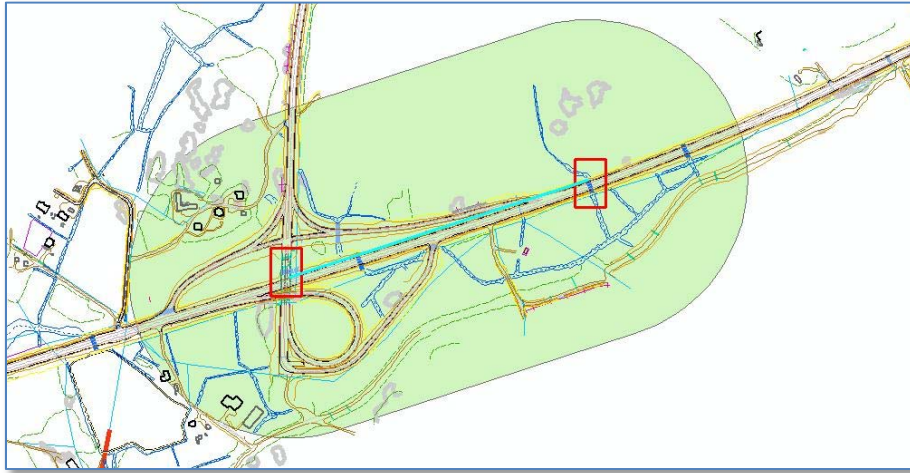
On hyvin mahdollista, ettei joku tarkastettavan erän näytealueista (tai profiileista) läpäise ilmoitetun laatutason testiä. Se ei normaalitapauksessa aiheuta erityisiä korjaavia toimenpiteitä, mikäli erän poikkeamat kokonaisuudessaan mahtuvat hyväksymisrajan sisälle.

¹ ISO 2859-4:1999 Sampling procedures for inspection by attributes — Part 4: Procedures for assessment of stated quality levels

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Suurissa maastomalleissa saattaa DQL-testiä läpäisemättömiä alueita olla kaksikin, vaikka kokonaisuus pysyy hyväksymisrajan sisällä. Jos hylätään vierekkäiset näytealueet, on perusteltua syytä epäillä, että niiden ympäristössä mallin laatu on korjaavien toimenpiteiden tarpeessa.

Korjaavien toimenpiteiden alue rajataan tällaisessa tapauksessa näytteiden välille puskurilla, jonka leveys on puolet näytealueiden välimatkasta. Alueella suoritetaan korjaavat toimenpiteet ja uusi tarkastus tiukennettuna hylkäykseen johtaneiden laatutekijöiden osalta.



Kuva 6.1 Puskurin leveys on 234 m kahden toisistaan 468 m päässä sijaitsevan näytealueen ympärillä.

Jos koko tuote-erän näytteiden hylkäysraja ylittyy, korjaavat toimenpiteet ja uusi tarkastus tiukennetuin vaatimuksin kohdistetaan tietenkin koko erään.

7. Maastomallin näytetarkastuksen käytännön toteutus

7.1 Periaate

Maastomallin vastaanottotarkastuksessa tehdään maastomittauksin ja niiden yhteydessä tehtävän maastokatselmuksen avulla otantaan perustuva arvio mallille asetettujen laatuvaatimusten täytymisestä. Tarkastuksen suorittajan on perehdyttävä ja ymmärrettävä tässä ohjeessa aiemmin esitetyt näytetarkastuksen peruseriaatteet.

Mittaukset on suoritettava kalustolla ja menetelmillä, joilla päästään varmuudella maastomallille asetettuihin tarkkuusvaatimuksiin. Takymetrimittauksena kartoitettujen kohteiden tarkastamiseen käytettävän kojeen tarkkuuden on oltava kulma-mittauksessa vähintään 0.3 mgon ja etäisyysmittauksessa vähintään 2 mm + 2 ppm.

Näytetarkastus suoritetaan maastomallin seuraaville osa-alueille eri tarkastuskokonaisuuksina:

- Maastomallin pintojen korkeusaseman tarkastus: Mallin pinnat jakautuvat kahteen tarkkuusluokkaan, ns. kovat ja pehmeät pinnat. Kovat pinnat ovat käytännössä tierakenteita ja päällystettyjä pintoja ja pehmeät pinnat rakentamatonta maastoa.
- Pintamallit muodostuvat niillä olevien pisteiden ja taiteviivojen avulla muodostetuista kolmioverkoista. Tarkastuksessa arvioidaan pintamallin tarkkuutta, ei sen yksittäisten pisteiden tarkkuutta.
- Maastomallikohteiden tasosijainnin tarkastus: Tarkastus suoritetaan sekä viivamaisille että pistemäisille kohteille.
- Maastomallikohteiden koodien oikeellisuus ja mallista mahdollisesti puuttuvat kohteet, erityiskohteenä rummut. Tarkastuksessa todetaan myös otantaan tulevien kohteiden ominaisuuksien oikeellisuus kuten rummun halkaisija ja materiaali, sähköpylvään materiaali tms.

Kaikkien osa-alueiden on läpäistävä tarkastus ennen mallin hyväksymistä. On huomattava, että tarkastuksen yhteydessä voidaan todeta virheitä tai puutteita, jotka eivät aiheuta hylkäämistä. Toimittaja on kuitenkin velvollinen korjaamaan tällaiset puutteet. Toisaalta, maastomalli tuotteena ei käytännössä kuitenkaan voi olla täysin virheetön vaan tavoitteena on saavuttaa hyväksyttävä laatutaso ja tarkastuksen tehtävänä ei siten ole etsiä siitä tarkoitushakuisesti virheitä.

7.2 Tarkastettavien kohteiden valinta ja mittaaminen

Maastomallin pintojen korkeusaseman tarkastaminen

Ensimmäiseksi selvitetään kovat ja pehmeät pinnat muodostavien kolmioiden lukumäärä, joka määrää kummankin tarkastukseen tarvittavien mittausten määrän eli näytekoon.

Kovien ja pehmeiden pintojen kolmioiden lukumäärä saadaan riittävällä tarkkuudella laskemalla kovia pintoja kuvaavien taiteviivapisteiden ja hajapisteiden osuus kaikista maanpinnan pisteistä. Tällä suhdeluvulla voidaan laskea mallin kokonaiskolmiomäärästä kovien pintojen ja pehmeiden

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

pintojen kolmioiden lukumäärät. Kovia pintoja edustavat taiteviivat ovat 102, 120, 121, 123, 124, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 292 ja 293.

Näytekoot määritetään tämän jälkeen sivulla 4 esitetyn taulukon 1.1 avulla. Jos esimerkiksi kovien pintojen kolmioiden lukumäärä on 5000 kpl, on näyte koko eli mitattavien pisteiden lukumäärä 70 kpl. Vastaavasti, jos pehmeiden pintojen kolmioita on esim. 15 000 kpl, on näyte koko 95 mitattavaa pistettä. Huomattavaa on, että suurissa malleissa (kolmioita yli 35 000) maksiminäyte koko on kummassakin tapauksessa 95 kpl.

Mittaukset suoritetaan satunnaisesti valituilta mittausperustan pisteiltä siten, että niitä saadaan eri puolilta maastomallia. Mittaus voidaan tehdä joko profiileina tai hajapisteinä siten, että mukaan tulee sekä pehmeiden pintojen että kovien pintojen pisteitä. Mittauksen yhteydessä tallennetaan pisteestä tieto, onko kyseessä kovan vai pehmeän pinnan piste.

Profiileja mitattaessa on edullista mitata kovien pintojen pisteitä taiteviivojen kohdalta ja tallettaa myös tieto taiteviivan koodista. Profiilimittaus antaa hyvän kuvan olemassa olevista tierakenteista mutta tieturvallisuusnäkökohdat voivat rajoittaa sen käyttöä vilkkailla tieosuuksilla.

Mitattavia pisteitä valittaessa on syytä välttää kohtia, joissa mitattava korkeusasema tai taiteviivan sijainti on tulkinnanvarainen. Pääsääntönä on, että kohdistus voidaan tehdä tarkkuudella, joka on parempi kuin 1/3 kohteille määrätystä keskivirheestä.

Oleellista mittauksen toteutuksessa on, että näytekoot täsmäävät ja niitä on satunnaisesti eri puolilla mallia. Ylimääräiset pisteet karsitaan pois tarkastuksesta ja profiileja lyhennetään tarvittaessa.

Maastossa mitattuja korkeuksia verrataan maastomallista saataviin (laskettuihin) korkeuksiin erikseen kovalle ja pehmeille pinnoille seuraavasti:

Lasketaan erojen keskiarvot ja keskihajonnat. Laskenta voidaan tehdä esim. Excel – taulukolla käyttämällä keskiarvoon ”average” -funktiota ja keskihajontaan ”stdev” -funktiota.

Lasketaan testisuure $Q_U = (U-X)/s$, missä U= pinnalle annettu epätarkkuuden yläraja (kova pinta = 0,2 m, pehmeä = 0,4 m), X= erojen keskiarvo ja s = erojen keskihajonta.

Verrataan testisuureta taulukon 1.2 (sivu 4) näytekoon mukaiseen arvoon. Testisuureen on oltava suurempi kuin taulukon arvo. Tuloksen on oltava hyväksytty sekä pehmeille että kovalle pinnoille.

Maastomallikohteiden taso- ja korkeussijainnin tarkastaminen

Tasosijainnin tarkastaminen tehdään erikseen kohteille, joiden keskivirhe tasossa on enintään 50 mm ja siltakohteille, joiden tarkkuusvaatimus sekä tasossa että korkeudessa on enintään 25 mm.

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Maastomalliaineistosta selvitetään ensin yllämainittujen kahden tarkkuusryhmän piste- ja viivakohteiden lukumäärä. Tämän jälkeen määritetään näytekoot taulukon 4.1, sivu 4 avulla erikseen maastomallin normaalitarkkuuden kohteille ja siltakohteille.

Normaalitarkkuuden kohteiden mittaukset voidaan tehdä samoilta kojeasemilta kuin edellisessä kohdassa esitetyssä korkeusaseman tarkastamisessa. Kohteet valitaan maastossa siten, että tarkastettavaksi otetaan vain yksiselitteisiä kohteita, joiden mittauskohdan määrittäminen onnistuu tarkkuudella, joka on parempi kuin 1/3 kohteille määrätystä keskivirheestä.

Jas korkeusaseman tarkastusmittaus on tehty profiileina ja niiden yhteydessä on mitattu taiteviivojen paikkoja, voidaan ko. taiteviivat ottaa sellaisenaan mukaan tasosijainnännäytteisiin. Oleellista on, että tasosijainnin tarkastusmittauksia saadaan eri puolilta mallialuetta ja lopullinen näytekokoon saadaan täsmälleen oikeaksi.

Siltakohteet mitataan omana tarkastusmittauksena erikseen, näytekoon määrittäminen tehdään kuten edellä esitetyissä normaalikohteissa.

Poikkeamat lasketaan pistemäisissä kohteissa suoraan mallipisteen ja tarkastusmittauksen koordinaattien mukaisina etäisyyksinä. Viivamaisissa kohteissa poikkeama on mittauksen etäisyys mallissa olevasta kahden viivapisteen välisestä suorasta. Siltakohteissa etäisyys lasketaan kolmiulotteisena etäisyytenä.

Poikkeamista lasketaan keskiarvo ja keskihajonta lasketaan testisuure $Q_U = (U-X)/s$, missä U = kohteille annettu epätarkkuuden yläraja (normaalikohteet = 100 mm, siltakohteet = 50 mm), X = erojen keskiarvo ja s = erojen keskihajonta.

Verrataan testisuureta taulukon 1.2 (sivu 4) näytekoon mukaiseen arvoon. Testisuureen on oltava suurempi kuin taulukon arvo.

Maastomallikohteiden korkeussijainti tarkistetaan erikseen rummuille ja tarvittaessa myös muille hankkeen kannalta tärkeille kohteille. Otannassa, testisuuren laskennassa ja hyväksymisessä noudatetaan samaa menettelyä kuin tasosijainnin tarkastuksessa.

7.3 Maastomallikohteiden koodauksen, ominaisuuksien ja täydellisyyden tarkastaminen

Koodauksen ja ominaisuuksien tarkastus tehdään ottamalla käsiteltäväksi koko malliaineisto, josta määritetään tarkastuserän koko. Eräkokoon on maastomalliviivojen lukumäärä + pistemäisten kohteiden lukumäärä, pois lukien hajapisteen ja rummut. Tarkastettava näytekokoon määritetään taulukosta 2.1, sivu 12. Kohteet poimitaan satunnaisesti maastomallista, esimerkiksi poimimalla teksti- ja viivakohteista Infra maastomalli -formaattissa olevasta tiedostosta satunnaisesti valitut rivit.

Koodauksen ja ominaisuuksien tarkastus voidaan tehdä suurelta osin sisätyönä laserkeilaus-, ortokuva- ym. oheisaineiston avulla. Epävarmat ja mittaamista vaativat tarkastuskohteet varmistetaan maastokäynnillä. Koodauksessa ja ominaisuuksissa todetut poikkeamat lasketaan yhteen.

Koodauksen ja ominaisuuksien osalta kaikki maastomallikohteet rumpuja lukuun ottamatta käsitellään tason AQL 2,5 mukaisesti. Hyväksymis-/hylkäyspäätös tehdään taulukon 2.1 (sivu 12) sarakkeen AQL 2,5 avulla (A_c = hyväksytyt poikkeamat),

**Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Maastotietojen näytetarkastusohje
Mittausohjeet**

Re = poikkeamien hylkäysraja).

Täydellisyyden tarkastuksessa rummut otetaan omana tarkastuseränä. Niiden AQL -luku on täydellisyyden ja koodauksen osalta 1, toisin sanoen selvästi muita kohteita tiukempi.

Tarkastusmenettely on kuvattu sivuilla 13 ja 14 (esimerkki 2.1). Periaatteena on, näytekoko on, että mallissa olevien rumpujen lukumäärä ja tarkastettavien rumpujen lukumäärä saadaan taulukosta 2.1 (sivu 12). Kaikki näytteen rummut tarkastetaan. Myös muut puutteet rummuissa, jotka havaitaan tarkastustyön eri vaiheissa, esitetään huomautuksina ja ne on korjattava, vaikka puutteet eivät aiheuta mallin hylkäämistä.

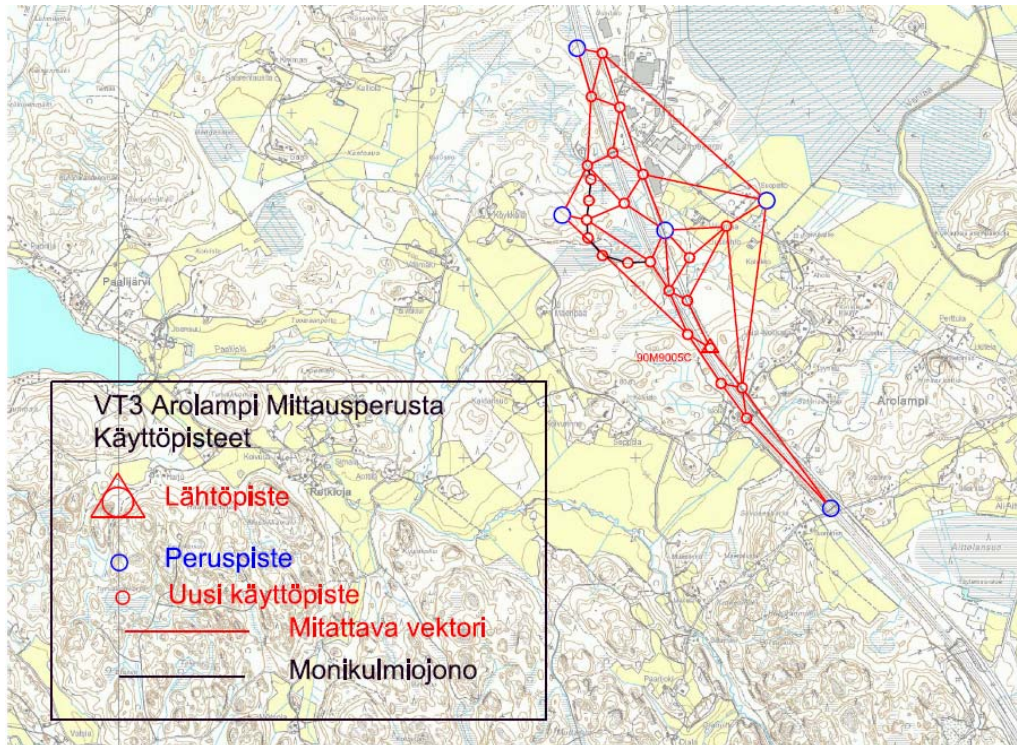
Muiden kohteiden täydellisyydeltä tarkastus tehdään otantana mallin taso- ja korkeussijainnin tarkistusmittausten yhteydessä. Maastossa todetaan mallilta mahdollisesti puuttuvat kohteet ja ylimääräiset kohteet. Näytekoko on sama kuin koodauksen ja ominaisuuksien tarkastuksessa ja hyväksyminen/hylkääminen päätetään taulukon 2.1 (sivu 12) sarakkeen AQL 2,5 avulla.

7.4 Tarkastuksen raportointi

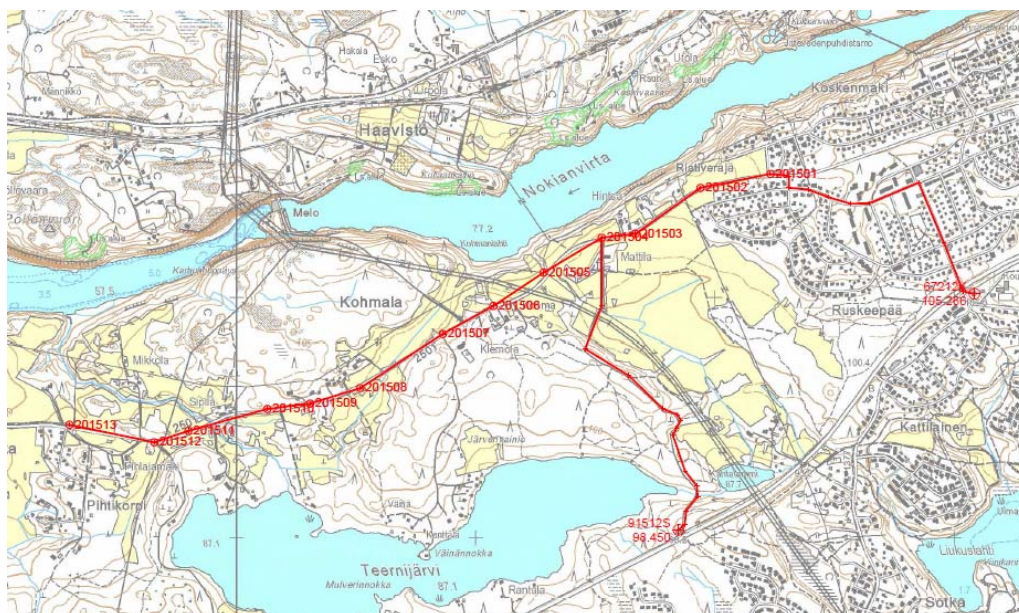
Maastomallin vastaanottotarkastuksen lopputuloksena työ joko hylätään tai hyväksytään. Hyväksyttävä vastaanotto edellyttää, että kaikkien edellä kuvattujen osa-alueiden tarkastustulos antaa lopputuloksen hyväksytyksi.

Tarkastuksesta laaditaan kirjallinen loppuraportti jonka pääsisältönä ovat sivun 22 mukaiset laaturaportit tarkastuksen kustakin osa-alueesta.

Mittausperusta, mittausuunnitelman verkkopiirros



Mittausperusta, vaaitussuunnitelma

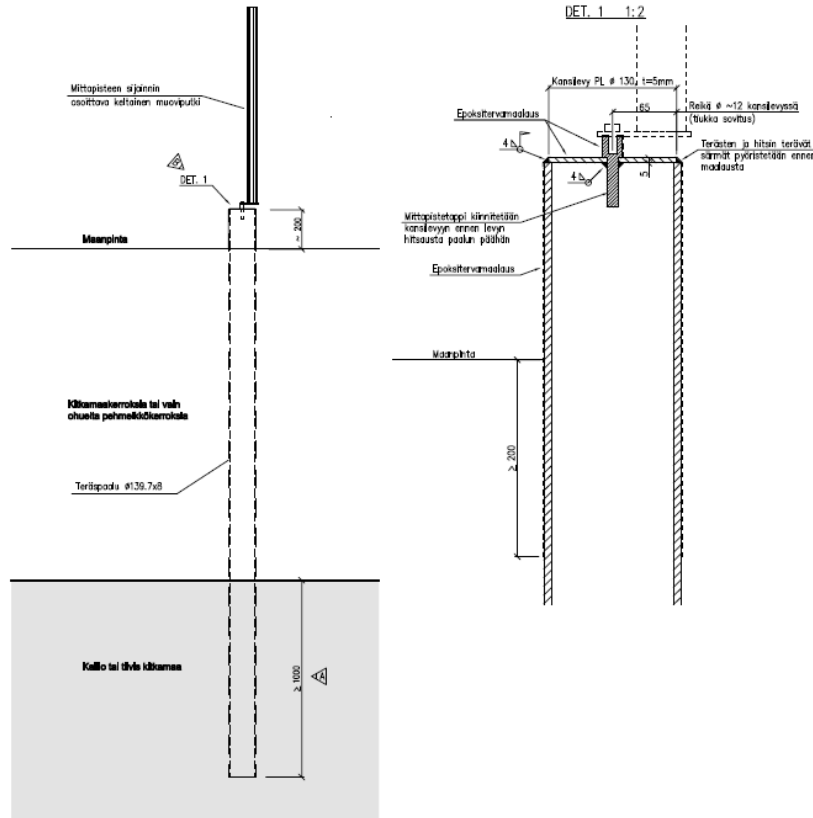


Ratakohteiden mittausperustan käyttöpisteiden mittaus, pisteet rakennettu sähköistuspylväiden kiinnityspulttiin.



Kiintopisteen putkipaaluperustus pehmeällä alueella

MITTAPISTEEN YHDEN TERÄSPAALUN PERUSTUS 1:10



Poropaalu # 139.7x6, S355J2H tai kitkamaakerrokseen kiinnitössä valittavasti lyhytviid teräsputkipaalu RH140 (ø 139.7x6) S440J2H RR -tyyppijatkosin tai putkipöytä # 139.7x6, S355J2H hitausputkikoire - putkut ovat alapäästään avoimia - paalun ja kallon välillä injektoidaan kallon poraustessa - lyhytpaalin loppupäästä Rautaruukin ohjeen RR-paalu, Loppupäästaulukko mukaan Päästaulukon III vaatimusten mukaan - paalun yläpäästään hitaustaan kolkkaan jälkeen kansilevy S235JR, johon on kiinnitetty valmiiksi mittapistetappi - paalun jossa ja mittatappi maastetaan Epiter (Telos Oy) epoksiteerivaipalla 2 x 100 µm maastointimittain ohjien mukaisesti

Teräspuutien hitausajankos täydellä anepakaudella Rautaruukin ohjeen Teräspuutipaalujen jälkimmäinen hitausohje mukaisesti. Hitausaukko C / EN-25817

Perustuksen sijaintitoleranssi on ±0,00 mittapisteen tasolla. Paalun katevastatoleranssi on ≤ 1% Toleranssin ylityksessä tarkistetaan suunnitelmat.

Paalu alustetaan riviävän päälle mallella hitausten kitkamaakerrokseen tai kolkkaan. Paalun päädessä kitkamaahan geotekstiilin suunniteltuja tarkistuspöytäsuoruuksien riittävyiden pohjatuikkunusten perusteella.

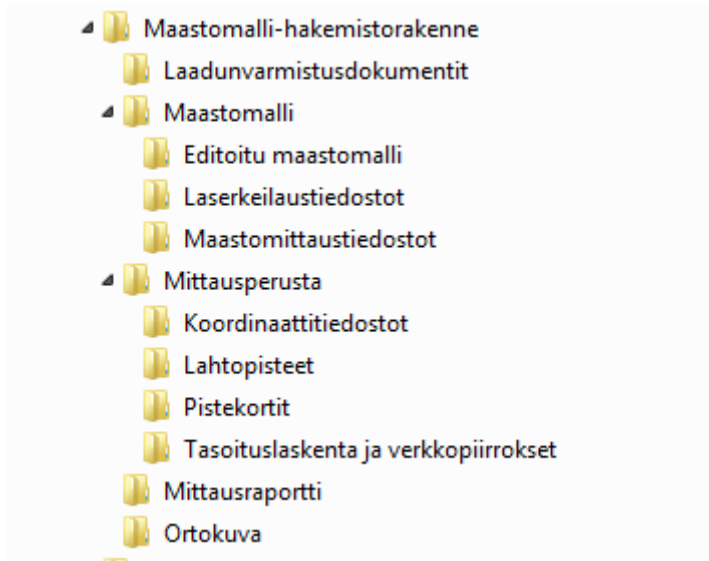
#	Teräspuutien välikite- ja perustustöiden muuttos	20.8.2007	RP	20.8.2007	TT
#	1. VML Viikityösuojelu- ja katevoimien	20.8.2007	RP	20.8.2007	TA
MUUT	muutokset		PVM	10/07/07	PVM
TOIMIKO					
TOIMIKO	RAUTARUUKKI RAUTARUUKKI OY				
TOIMIKO	TAUPERE - SENAUKKI NOPEUSNOSTO				
TOIMIKO	Oy Viikityösuojelu- ja katevoimien				
TOIMIKO	MITTAPISTEEN YHDEN TERÄSPAALUN PERUSTUS TYÖ- JA RAKENNEPIIRUSTUS				
AVO	31.5.2007	R. Penttilä	TOIMIKO	31.5.2007	J. Penttilä
AVO	31.5.2007	R. Penttilä	TOIMIKO	Tee-SL	RP
AVO	31.5.2007	R. Olla	TOIMIKO	31.5.2007	AVO
AVO	31.5.2007	I. Sinisalo	TOIMIKO	31.5.2007	AVO

Ratakohteiden kiintopisteet, pistetietojen tallennus Excel-taulukkoon

J	A	X	B	Y	C	Z	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	pisteeno						km	m	svumitta	pm_raide	kond.laji	koor.laji	lasok	kor.k.l	kor.k.l	rak.vuosi	pistemateriaali	alusta	lisätieoa	
1	7380	6737135,340		2544640,074		94,878	73	804,23	-6,04	PR	KKJ2	N60	4	VAAITTU 4 LK	2014	TERASPAALU	MAA	PARIPISTE		
2	73-34E	6737113,969		2544744,158		95,928	73	909,66	7,19	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
3	74-02E	6737104,291		2544867,929		97,061	74	28,85	7,23	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
4	74-07E	6737115,900		2544915,451		98,420	74	79,32	-8,35	PR	KKJ2	N60	4	VAAITTU 4 LK	2014	TERASPAALU	MAA	PARIPISTE		
5	74-09E	6737095,888		2544975,654		97,945	74	136,90	7,28	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
6	74-06E	6737089,386		2545074,828		98,355	74	233,02	7,28	PR	KKJ2	N60	5	VAAITTU 4 LK	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
7	74-13E	6737076,876		2545168,924		98,489	74	330,27	7,38	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
8	74-14E	6737080,699		2545168,924		98,489	74	330,27	7,38	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
9	74-14E	6737071,338		2545288,708		98,308	74	450,32	7,41	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
10	74-18E	6737076,876		2545366,535		97,177	74	597,90	-9,54	PR	KKJ2	N60	5	VAAITTU 4 LK	2014	MAAPUTKI	MAA	LUUSTI PISTE		
11	74-59E	6737052,692		2545537,406		97,994	74	700,01	7,40	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
12	74-26E	6737052,692		2545537,406		97,994	74	700,01	7,40	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
13	74-30P	6737050,708		2545663,974		97,790	74	826,31	7,35	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
14	74-34E	6737052,974		2545790,006		97,604	74	952,06	7,39	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
15	75-04E	6737060,467		2545914,673		97,374	75	77,87	7,43	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
16	75-05E	6737059,831		2545959,938		97,068	75	28,99	7,43	PR	KKJ2	N60	2	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
17	74-08E	6737059,831		2545959,938		97,068	75	28,99	7,43	PR	KKJ2	N60	2	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
18	75-33I	6737095,237		2546187,084		96,623	75	331,35	7,42	PR	KKJ2	N60	5	VAAITTU 4 LK	2014	MAAPUTKI	MAA	LUUDELEEN MITATTU VANHA PISTE		
19	75-14E	6737100,158		2546215,814		97,439	75	381,06	7,50	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
20	75-18E	6737120,779		2546333,007		98,224	75	500,04	7,47	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
21	75-19E	6737152,766		2546448,361		98,601	75	619,19	-4,06	PR	KKJ2	N60	5	VAAITTU 4 LK	2014	MAAPUTKI	MAA	LUUSTI PISTE		
22	75-21P	6737152,447		2546448,628		99,171	75	620,39	-3,53	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
23	75-29E	6737172,903		2546568,606		100,223	75	741,11	-3,07	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
24	75-29E	6737191,057		2546672,005		101,028	75	846,09	-3,05	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
25	75-29E	6737203,912		2546692,954		101,830	75	933,70	-3,09	PR	KKJ2	N60	4	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
26	75-29E	6737203,912		2546692,954		101,830	75	933,70	-3,09	PR	KKJ2	N60	4	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
27	76-01E	6737225,201		2546866,234		101,167	76	422,95	-3,06	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
28	76-01E	6737225,201		2546866,234		101,167	76	422,95	-3,06	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
29	76-03E	6737243,876		2546972,640		100,758	76	148,35	11,29	PR	KKJ2	N60	4	VAAITTU 4 LK	2014	TERASPAALU	MAA	PARIPISTE		
30	76-13E	6737284,480		2547203,134		98,785	76	150,99	-3,03	PR	KKJ2	N60	6	TAKYMETRI	2014	PYLVASPULTTI	BETONI	MAALAITTU		
31	76-45A	6737286,336		2547273,192		97,487	76	454,36	7,19	PR	KKJ2	N60	5	VAAITTU 4 LK	2014	MAAPUTKI	MAA	LUUDELEEN MITATTU VANHA PISTE		

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohjeet

Maastomalliaineiston luovutus, hakemistorakenne



Jos joku osatehtävä ei sisälly hankkeeseen, jätetään vastaava kansio pois. Osatehtävien mittausraportit voidaan tarvittaessa yhdistää yhdeksi mittausraportiksi.

Metatiedostot tallennetaan sen tiedot sisältävän aineiston kanssa samaan alikansioon.

Erillisinä kansioina, tarvittaessa eri tietovälineillä, toimitetaan lisäksi ortokuvien pakkaamattomat kuvatiedostot ja muu kuva-aineisto, mittausperustan staattisen mittauksen, takymetrimittauksen ja vaituksen havainnot ja laserkeilauksen pistepilviaineistot.

Raitteen kartoitus, mittauksen apuvälineitä

Kulmarauta



Raitteenmittausvaunu



ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-392-7
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus