

Ratamittaajan työ

- Suunnittelu
- Rakentaminen
- Kunnossapito

3.12.2024

Janne Mikkonen, Welado Oy
Pasi Kråknäs, Welado Oy
Timo Mättö, Welado Oy



Väylävirasto
Trafikledsverket



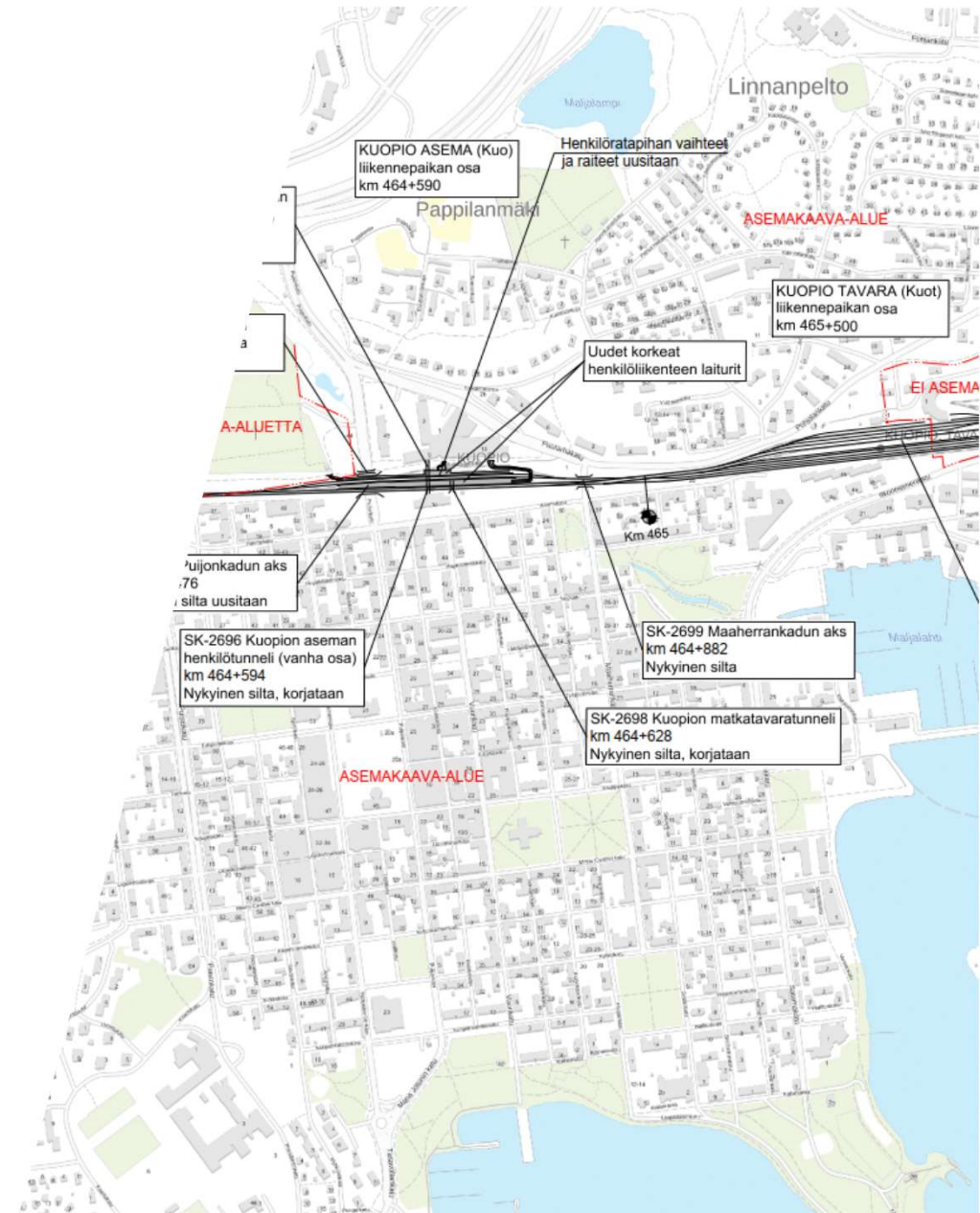
Ratamittaajan työ

SUUNNITTELU



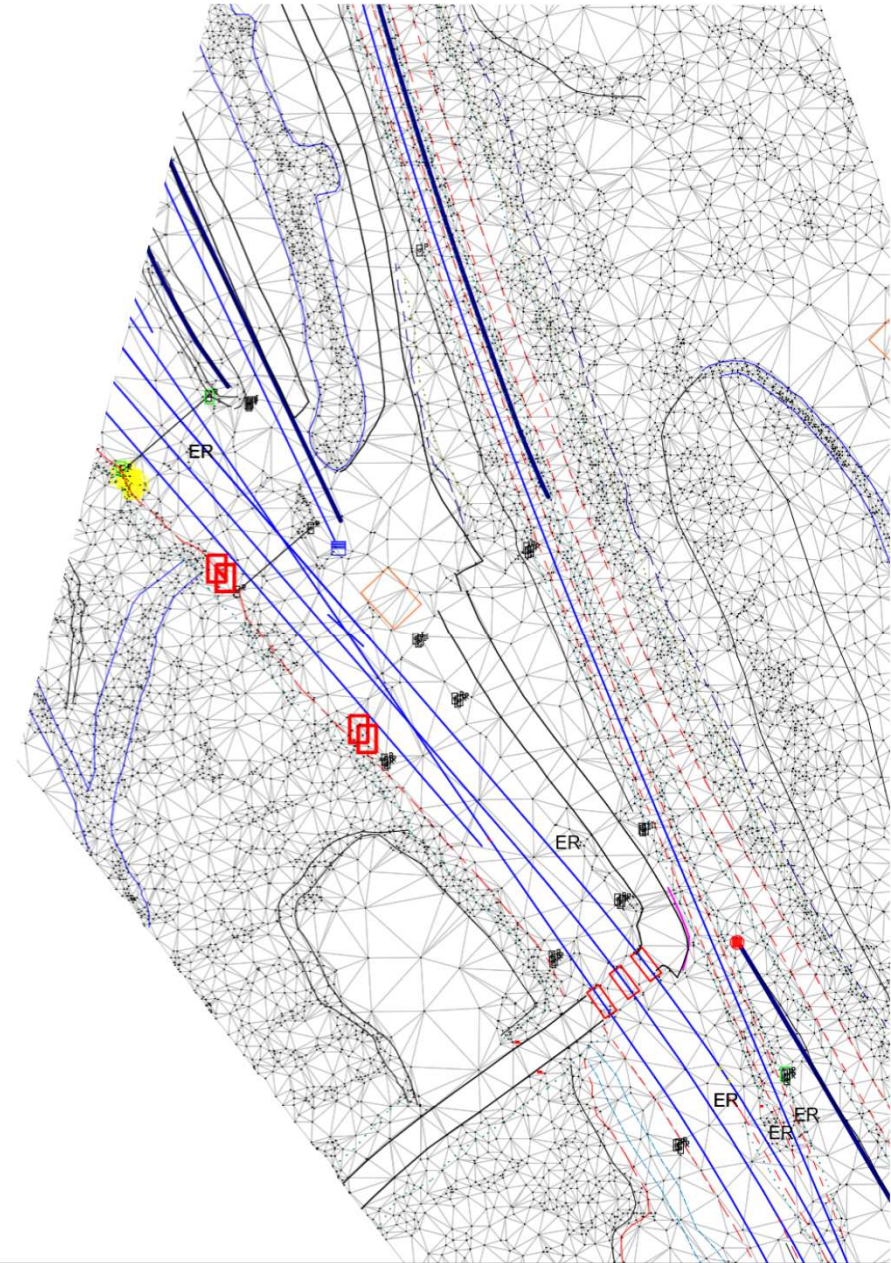
Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Ratasuunnittelu vaiheittainen eteneminen:
 - Esiselvitys
 - Yleissuunnitelma
 - Ratasuunnitelma
 - Rakentamissuunnitelma
- Kaikkia [vaiheita](#) ei välttämättä tarvita
- Rata- ja rakentamissuunnitelma vaiheissa mittaajan tarve ja rooli lisääntyy
- Ratamittaajan työ keskittyy suunnittelun toimeksiantoon suoraan tai erillisenä omana mittaustoimeksiantona
 - Mittausperustan rakentaminen tai varmistaminen (*käydään omana osionaan tarkemmin läpi*)
 - Maastomittaukset:
 - Maastomallit
 - Raide- ja ratalaitekartoitukset
 - Keilaukset (ilma- ja maalaser)
 - Seurantamittaukset
 - ATU- mittaukset



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Maastomalli –mittaukset (maastomallin täydennysmittaukset)
 - Kohteiden tarkkuusvaatimuksista riippuen mitataan takymetrillä tai reaaliaikaisella GNSS mittauksella
 - Yleensä suuremmissa hankkeissa maastomallin pohjaksi tuotetaan lentolaserkeilaus
 - [LO 18/2017](#) ohjeessa on esitetty vaatimukset maastomallin mittaamiselle, koodaukselle, laadunvarmistukselle ja dokumentoinnille
 - Maastomalli = digitaalinen aineisto, joka kuvaa maaston pintaa ja rakenteita
 - Muodostuu pisteistä ja taiteviivoista ja niiden ominaisuustiedoista
 - Lähtötietona suunnitteluhankkeille



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Tarkka maastomalli
 - Mitattavat kohteet ja niiden luokittelu on esitetty [18/2017 mittausohjeen](#) koodiluettelossa
 - Kartoitetaan maastosta
 - Maanpinta, kalliopinnat sekä pintoihin kuulumattomat rakenteet
 - Vedenpintaa, järvien/jokien ja merenpohjaa
 - Pintamalli muodostetaan hajapisteistä ja taiteviivoista kolmioverkkomallina.
 - Taiteviivojen osat aina kolmioiden sivuja
 - Huom. Valereunat jne
 - Maanpinnan- ja rakenteiden muodot otettava huomioon jo mittausvaiheessa maastossa
 - Esimerkiksi pitkissä luiskissa tarvitaan väliin myös hajapisteitä
 - Maastossa "tiedettävä" miten mitattava aineisto kolmioituu



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Tarkka maastomalli
 - Yksikäsitteisten kohteiden mittauksen keskivirhe enintään 50mm
 - Pistemäiset kohteet ja viivamaiset kohteet
 - Poikkeuksena sillan tiettyjen rakenteiden keskivirhe 25 mm sekä raiteen kartoituksessa maksimivirhe +/- 20 mm
 - Mittauksessa pisteväli taiteviivoissa ja hajapisteissä saa olla enintään 10m
 - Poikkeuksena raiteen kartoitus suorilla osuuksilla 40 m ja kaarteissa 20 m välein
 - Huom. Ero nuotitusmittauksiin (10 m RATO 23)
 - Tarkastuksessa yli 10m saa olla vain 10 % kaikista taiteviivoista



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Koodiluettelossa mittaustavat ja keskivirheet sekä muu luokittelu:

Liikenneviraston ohjeita 18/2017
Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot
Mittausohjeet

LIITE 1 / 4 (125)

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	Luisikan alareuna (myös kasat, pinta 9)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
151	Luisikan yläreuna (myös kasat, pinta 9)	als/fot/mls/tls/t	1		50	100 (200)	100/200 (400)	v
157	Rakenneluisikan reuna (Infrabim)		1					v
190	Avokallion hajapiste / -	als/fot/mls/tls/t/rgnss	2			100	200	p/v

Ratamittaajan työ - suunnittelu

- Muita maastomallin tiedonkeruutapoja ovat:
 - Laserkeilaus ilma-aluksesta
 - Laserkeilaus ajoneuvosta
 - Maalaserkeilaus
 - Fotogrammetrinen mittaus
 - Ilmakuvaus ja laserkeilaus miehittämättömästä ilma-aluksesta
- Yllä mainittuja käytetään yleisesti maastomallin tuotantoon
 - Maastokartoitus takymetrillä & RGNSS:llä yleensä pienemmissä kohteissa sekä edellisten tiedonkeruutapojen maastotäydennyksiin
 - Takymetrimittaus suoritetaan hankkeen mittausperustalta
 - Reaaliaikaisella GNSS mittauksella voidaan kartoittaa avonaiselta paikalta kohteita
 - Paras tulos silti takymetrillä



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Ennen maastoon lähtemistä:**

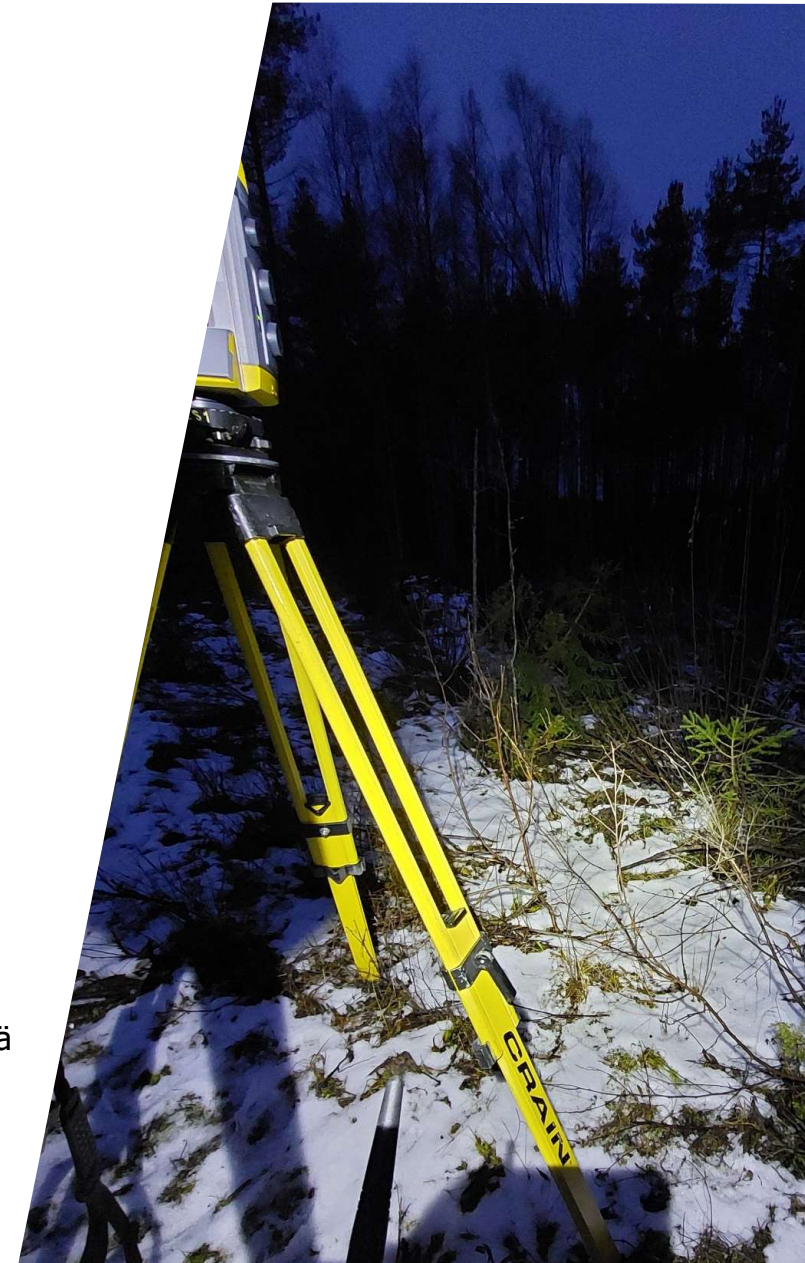
- Suunnittelijan/tilaajan määrittelemä maastomallin rajausta lähtökohtana
 - Mittausohjelmassa lueteltu tarkemmin kartoitettavat kohteet
- Suunnittele mittaus alustavasti jo toimistolla
 - Missä voi riittää RGNSS ja yltääkö mittausperustalta mitata kaikki takymetrillä
 - Mittausperustan tiedot maastotallentimeen
 - Aluerajaus DWG/DXF tallentimeen taustakartaksi
 - Kiintopisteiden koordinaattijärjestelmä vastaa haluttua
 - Koodiluettelo!
- Mittausvälineet ja muu varustus
- Työturvallisuus
 - Tarvitaanko turvahenkilöä tai ratatyölupaa
 - Onko alueella RTP palaverikäytäntö
 - Turvalliset pysäköintipaikat
 - Mittaryhmän koko
 - Viestintävälineet ja käytännöt yksintyöskentelyssä



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

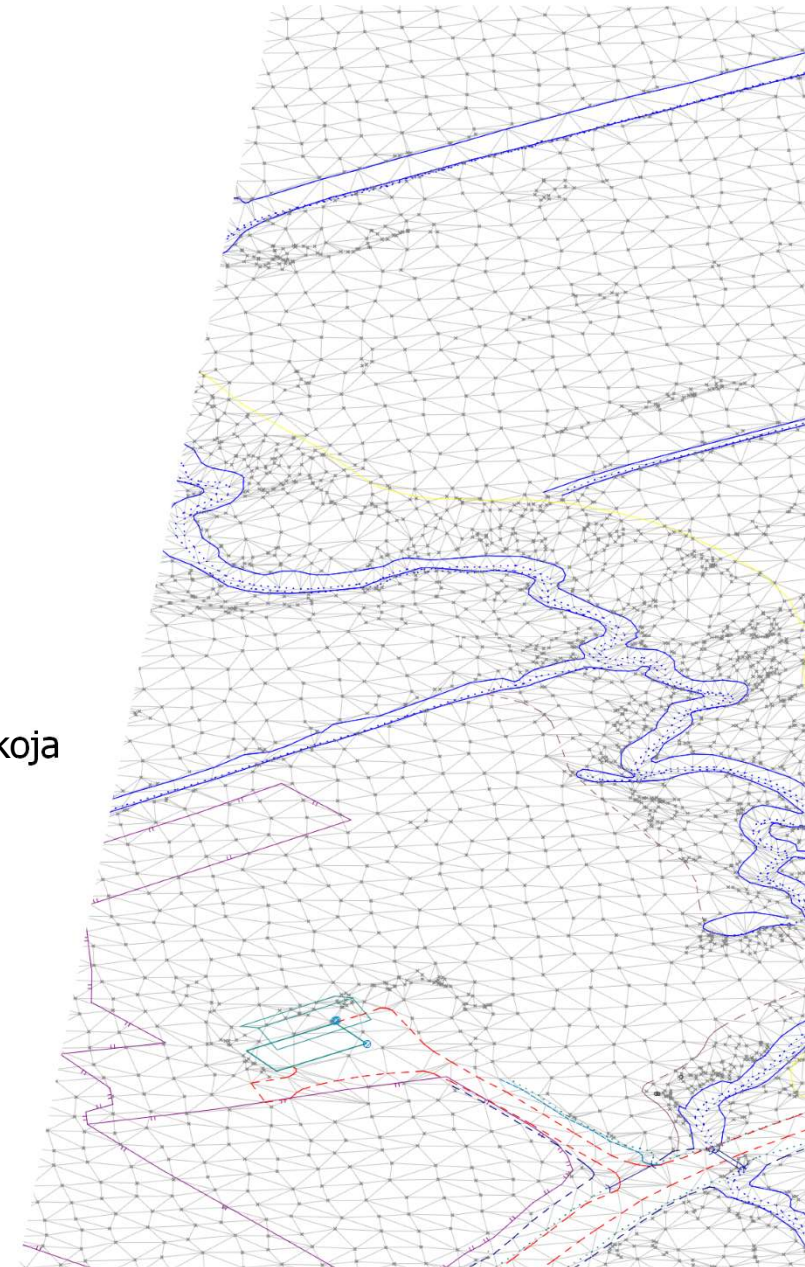
- Valitse sopiva kojeaseman sijainti mitattavaan kohteeseen nähden
- Nimeä työ tallentimeen selkeästi
- Orienteoi takymetri mittausperustalta
 - Vapaalta kojeasemalta 2:lta, mielellään 3 pisteeltä
 - Kartoita kontrollipiste
 - Havainnoi orientoinnin antamia keskivirheitä
 - Aktiiviprisman käyttö suotavaa maastossa
- GNSS laitteella mitattaessa
 - Määrittele mahdollinen tukiasema pisteen päälle (RTK)
 - Määritä asetukset tilanteen/projektin mukaan (kulmamaski, koordinaattijärjestelmä, geoidimalli)
 - Kontrolloi tunnettuun pisteeseen aika ajoin
 - Tarkasta maastossa mitkä ja missä paikassa on mahdollista mitata GNSS:llä
 - Havainnoi laitteen tekemää alustuksen kestoa
 - Pitkä kesto alustukseen ei aina lupaa tarkkuudeltaan hyvää



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

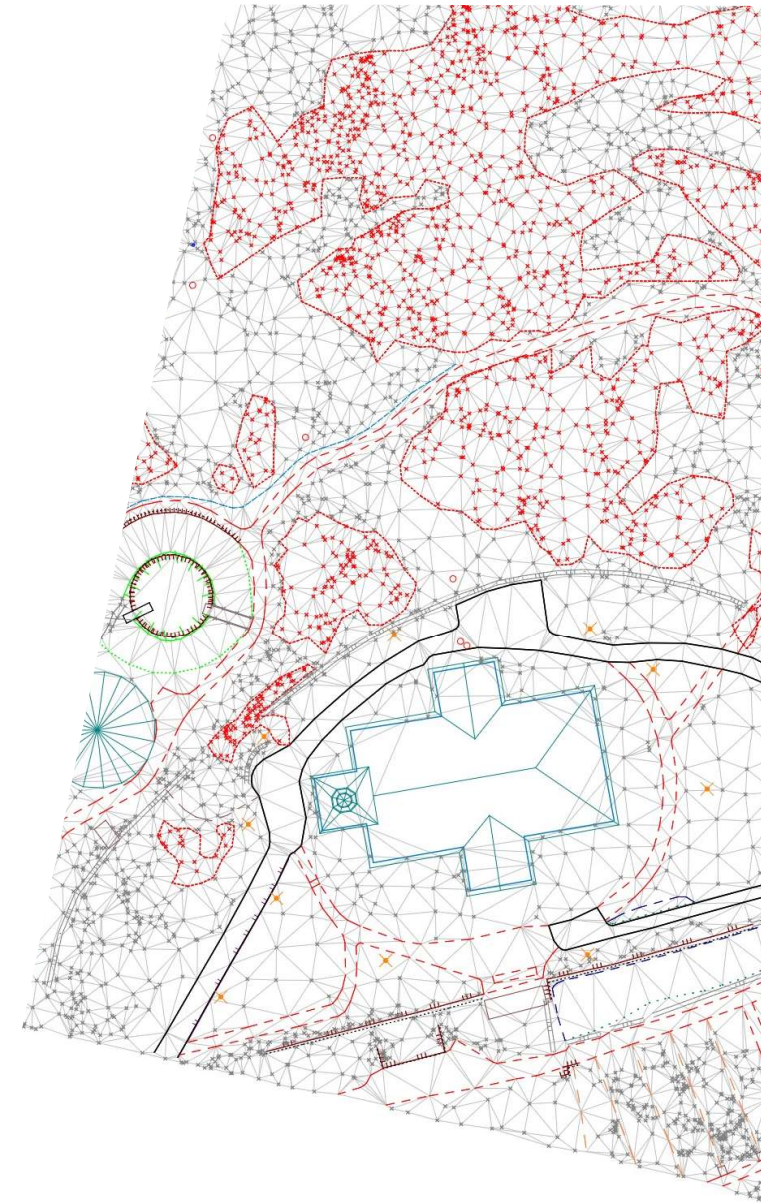
- Mittaa maaston topografia mahdollisimman tarkasti
 - Älä "leikkaa" korkeampia kohtia tai "täytä" monttuja
- Luokittele hajapisteet ja viivamaiset kohteet jo ohjeen mukaisella koodituksella
- Mittaa viivamaiset kohteet jo heti viivamaisina. Kirjoita tarvittavat ominaisuustiedot jo heti tallennetun havainnon jälkeen
- Tarkista mitattaessa myös karttanäkymää tallentimesta jottei jää aukkoja
- Etene järjestelmällisesti, elä hypi sinne tänne
- Lopuksi tarkastele ja havainnoi tuliko kaikki tarvittavat asiat mitattua



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Toimistossa:**

- Lataa mitattu aineisto tallentimelta tietokoneelle
- Vie tiedosto projektikansiossa alkuperäisten tiedostojen kansioon
- Lataa tiedosto editointiohjelmaan
- Tarkista että mittaus kattaa aluerajauksen eikä ole aukkoja
 - Lisämittaukset jos on puutteita
- Poista maastossa tulleet karkeat virheet jos ei maastossa ole poistettu
- Tarkista [koodaus](#) ja ominaisuustiedot että ovat oikein
 - Koodi-pintatunnusyhdistelmä oikein
 - Viivamaiset kohteet ovat taiteviivoja ja ne ovat yhtenäisiä
 - Eri pinnat ovat oikeilla tunnuksilla (esim. kallio 2 pinnalla)



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Toimistossa:**

- 1 - 2 pinnoilla ei ole leikkaavia taiteviivoja
- Taiteviivojen ja hajapisteiden pistevälit ovat ohjeen mukaiset
- Ei nollakorkeuksia
- Suorita aineistolle kolmiointi
 - Tarkasta ettei jää aukkoja
 - Kolmiointi onnistuu ilman ongelmia max 20m kolmionsivua käytettäessä
 - Havainnoi aineistoa 3D tilassa ettei ole poikkeavia piikkejä
 - Suorita poikkileikkaus vertailu aineistosta
- Tallenna tiedosto ja nimeä se ohjeen mukaisesti
 - Eri mittausmenetelmillä mitatut aineistot erikseen
 - Formaatti Infra maastomalli (.lvt)
 - Esim. Haapajärvi_maastomalli_takymetri_GK24_N2000.lvt
- Laadi Metatiedosto
- Liitä dokumentteihin orientointitiedostot
- Laadi mittausraportti
- Ennen toimitusta suoritetaan ns. itselleluovutus ja maastomallin tarkastuslista



Ratamittaajan työ - suunnittelu

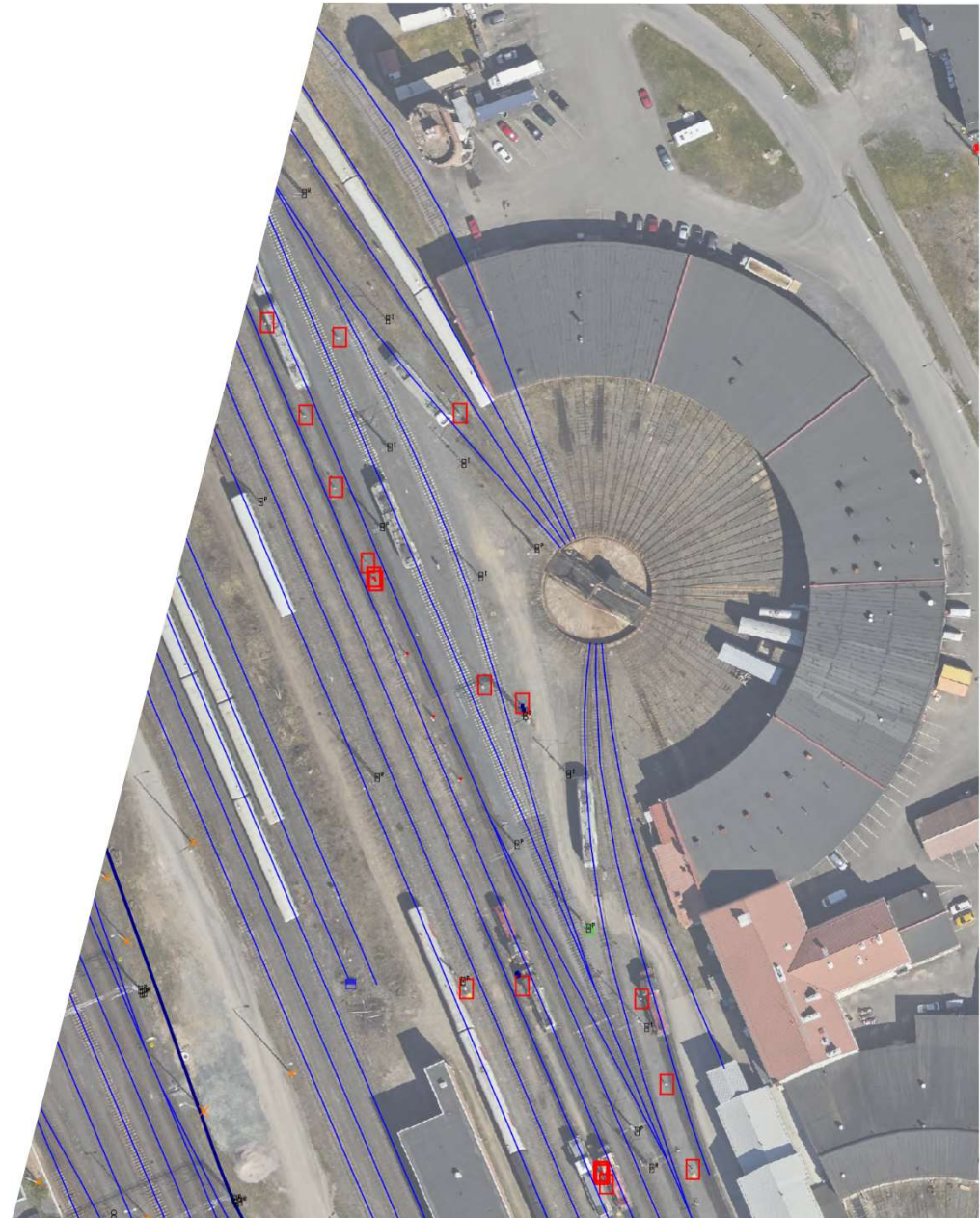
Raide- ja
rataaitekartoitukset



Ratamittaajan työ - suunnittelu

Raide- ja rataaitekartoitukset:

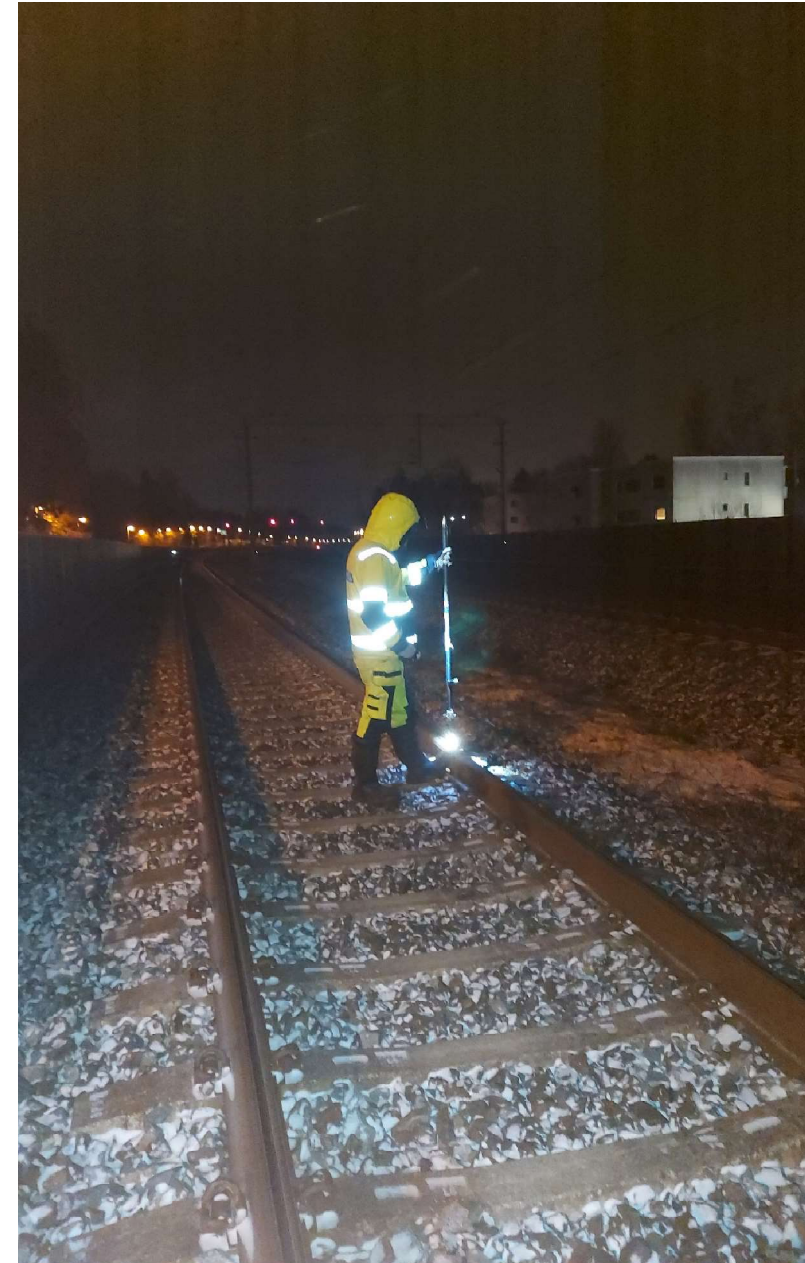
- Suoritetaan ratageometriasuunnittelua varten
 - Voi olla osana maastomallitoimeksiantoa
 - Tai kartoitetaan vain radan päällysrakenne
- Määrätyltä alueelta kartoitetaan raiteen lisäksi turvalaitteet ja sähköjärjestelmän osat
- 18/2017 mittausohjeessa suurin osa kartoitettavista kohteista
 - Luokittelu kuten maastomalliosiossa
 - Suurin osa 9-pinnalla mitattavia ei pintamalliin kuuluvia rakenteita ja kohteita
 - Ohjeessa myös havainnekuvia kartoitettavista kohteista
- Yleensä raide- ja rataaitekartoitukset suoritetaan kokonaan takymetrimittauksena
 - Poikkeuksena voidaan osa turvalaitteista mitata GNSS mittauksella
 - Yleensä tehokkainta on mitata kaikki kerralla takymetrillä
- Raiteenkartoitus aloitetaan ja lopetetaan raiteen suoralle osuudelle



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Ennen maastoon lähtemistä:**

- Suunnittelijan/tilaajan määrittelemä rajausta lähtökohtana mittauksille
 - Määritelty yleensä KM+M – KM+M väli
- Suunnittele jo mittaus alustavasti toimistolla
 - Mittausperustan tiedot maastotallentimeen
 - Koodiluettelo!
 - Sääennuste (huomioitava lämpötila- ja näkyvyyssolosuhteet)
- Mittausvälineet ja muu varustus
 - Kulmarauta raiteen kartoitusta varten tai
 - Keskilinjaabluuna tai
 - Mittausvaunu
- Työturvallisuus
 - Kuinka radalla tehtävä työ turvataan?
 - Onko alueella RTP palaverikäytäntö
 - Turvalliset pysäköintipaikat
 - Mittaryhmän koko
 - Viestintävälineet ja käytännöt yksintyöskentelyssä

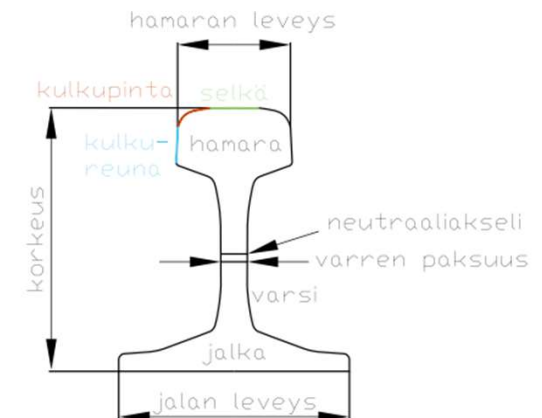


Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

- Mittaus voidaan suorittaa lähimmältä kiintopisteeltä tai vapaan kojeaseman menetelmänä
 - Vapaassa kojeasemassa, kojeaseman sijainti valikoituu liitospisteiden rajaaman kuvion painopisteen läheisyyteen
 - Vähintään 2 liitospistettä, mielellään 3
 - Otetaan havainnot kojeen molemmissa asennoissa
- Tarkkaillaan kiskosta kiskoprofiili ja mitataan prismakorkeus kulmaraudan kanssa radan korkeusviivaan kulkureunasta (kiskonkorkeus + aluslevy)
 - Kaarteessa raide kartoitetaan sisäkiskosta, jos käytetään kulmarautaa!
 - Koodi 280

Kiskoprofiili	korkeus [mm]	hamaran leveys [mm]	jalan leveys [mm]	varren paksuus [mm]	massa [kg/m]	poikkipinta [mm ²]
K30	120	56	100	11,5	30,00	3817
K33	128	60	110	12	33,48	4275
K43S (K43)	140	70	125	14	43,57	5564
UIC54	159	70	140	16	54,43	6934
54E1	159	70	140	16	54,77	6977
K60	165	78	150	16	59,74	7610
UIC60	172	72	150	16,5	60,26	7686
60E1	172	72	150	16,5	60,21	7670



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

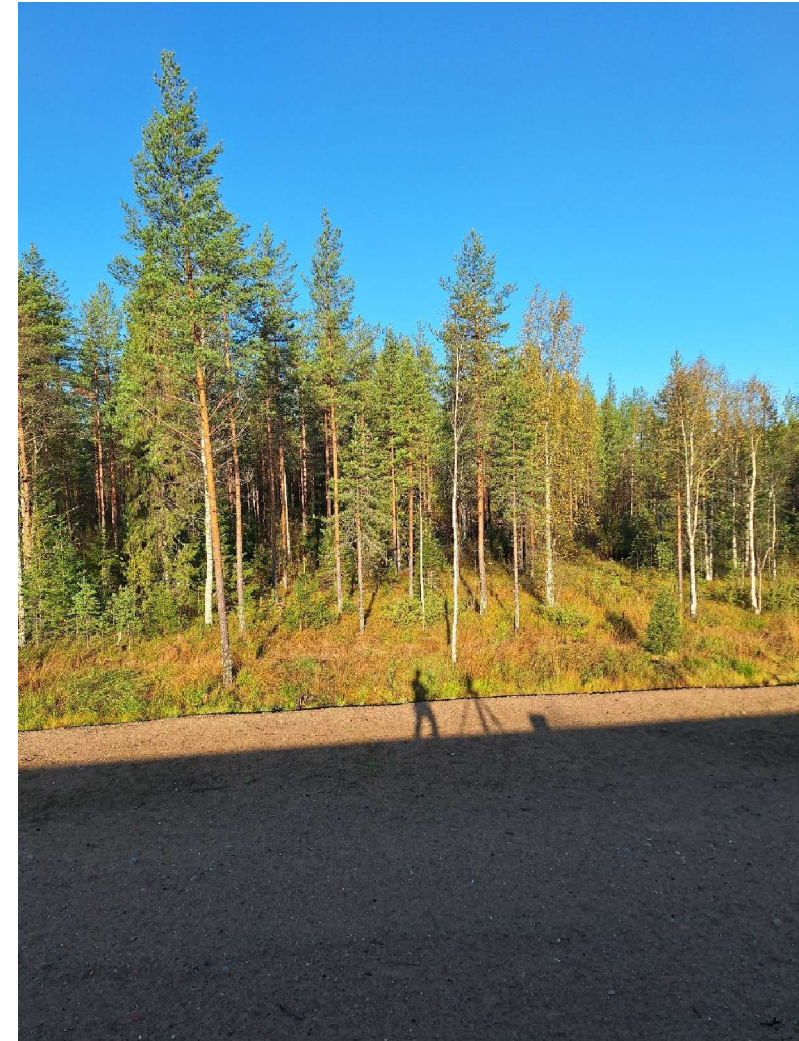
- Huomioidaan maastossa, jos kiskopaino muuttuu
 - Kartoitetaan kohta missä kiskopaino muuttuu
 - Lisätään pisteen ominaisuustietoihin esim. 60E1 – 54E1, K43 – K30
- Raiteen kartoituksessa ohjeen mukainen kartoitustiheys on
 - Suoralla osuudella 40 m
 - Kaarteessa 20 m
 - Kartoita raide jo taiteviivana!
 - Raiteen fyysinen kallistus hyvä tapa mitata väh. SL pisteiden kohdalta kartoittamalla yläpuolinen kisko
- Kartoita maastoon/kiskoon merkityt vaakageometrian taitepisteet
 - Ominaisuustietoihin SA, SL, TG sekä mahdolliset kaaren tiedot
 - Esim. *SA L120 R1500 D40*
 - Nykyinen merkintätapa kiskossa sekä kaarrepaalet radan sivussa
 - Vanha merkintätapa on ollut kaaripaalu raiteen sivussa, jossa kaaren tiedot teipattuna
 - Näitä voi vielä näkyä rataosilla



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

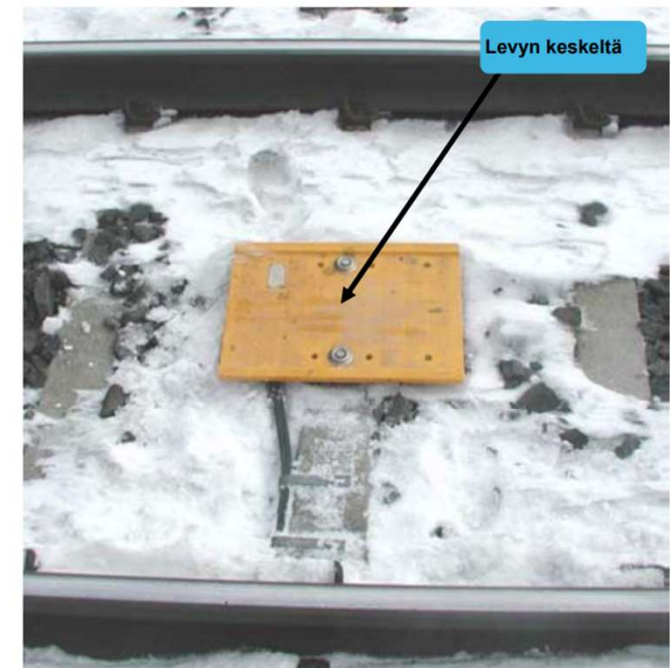
- Kartoita aluerajauksen sisältä myös vaihteiden etu- ja takajatkokset
 - Ominaisuustietoihin myös Vaihteentunnus, esim. **V103 EJ** tai **V103 TJ**
 - Kts koodiluettelo. Vaihteen alueella myös muita kohteita kartoitettavana
 - Mm. Tankokuoppa, vaihteenkosketin/lukitsin (60E1 vaihteet)
 - Varmistusrakko, sähkökääntölaite jne.
- Raiteen ylittävistä ylikäytävistä
 - Kartoita ylikäytävän alku- ja loppupiste raiteesta
 - Lankutuksen reuna 284
 - Lopullisessa aineistossa oltava 2814 koodilla viivana
- Rautatiesiltojen alku- ja loppupisteet
- Radan kilometritolpat
 - Ominaisuustieto KM luku
- Eristysjatkokset ja ratapihoilla myös mahdolliset liitosjatkokset*



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**
 - Kartoita myös raiteella olevat turvalaitteet ja muut rakenteet
 - Baliisit
 - Akselinlaskijat
 - Opastimet
 - Kytkentärasiat
 - Kaapelikanavat ja kaivot
 - Kaapit
 - Laiturit
 - Sähköjärjestelmien osat:
 - SR pylväät (huom. I, P ja R-pylväät)
 - Kulmat perustuksen pinnasta
 - Muuntajat
 - Laitetilat ja kojut
 - Tietyissä toimeksiannoissa myös radan merkit
 - Ohjeessa tarkemmin lueteltu koodit ja kartoitusmallit

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							

Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Maastossa:**

- Kartoituksien aikana suoritetaan jatkuvaa laadunvarmistusta:
 - Kojeaseman määrittämisen jälkeen kartoita kontrollipiste joko kiintopisteellä sijaitsevaan prismaan tai erikseen asennettuun prismaan.
 - Kontrolloi kojeaseman pysyvyyttä aika ajoin tai viimeistään mittauksen lopussa
 - Kojeaseman pysyvyyttä haittaavat:
 - Junaliikenne/tieliikenne
 - Lämpötilan muutos
 - Henkilöiden liikkuminen jalkojen ympärillä
 - Kolmijalkojen huono asennus
 - Maan sulaminen
 - Kojeasemien vaihdoksissa kontrolloi mittauksien yhteneväsyyttä mittaamalla esim. raiteen kartoituspiste tai vastaava
 - Pitää huomioida tarkkuuden vaikutukset kaikissa geometrian elinkaaren vaiheissa:
 - Suunnittelussa kartoitus on lähtötietona
 - Rakentamisessa käytetään lähtötiedosta suunniteltu geometriaa
 - Kunnossapidossa ylläpidetään samaa geometriaa



Ratamittaajan työ - suunnittelu

Toimistossa:

- Lataa mitattu aineisto tallentimelta tietokoneelle
 - Vie tiedosto projektikansiossa alkuperäisten tiedostojen kansioon
 - Lataa tiedosto editointiohjelmaan
- Tarkista että mittaus kattaa suunnittelijan aluerajauksen
- Poista karkeat virheet
 - Poista aineistosta tallennetut kontrollipisteet
- Tarkista koodaus
 - Luokittelu ohjeen mukainen (koodi-pintatunnusyhdistelmä)
 - Viivamaiset kohteet ovat taiteviivoja ja ne ovat yhtenäisiä



Ratamittaajan työ - suunnittelu

- **Toimistossa:**

- Yhdistä raiteen kartoituksen taiteviivat
 - Uusi viiva alkaa vaihteen käyrän puolen takajatkosta
 - Jos raide kartoitettu kulkureunasta → Viivan kopiointi keskilinjaan!
 - Ratapihoilla viivan numero raiteen numero
- Tarkista ominaisuustiedot
 - Ratalaitteet ja sähköjärjestelmän osat sisältävät tärkeää tunnustietoa
 - Jos tunnusta ei ole maastossa ollut, ominaisuustiedoksi "ei tunnusta"
- Tallenna ja nimeä työ selkeästi
- Laadi mittauksesta mittausohjeen mukaiset laadunvarmistusdokumentit ja mittausraportti

Ratamittaajan työ

Rakentaminen



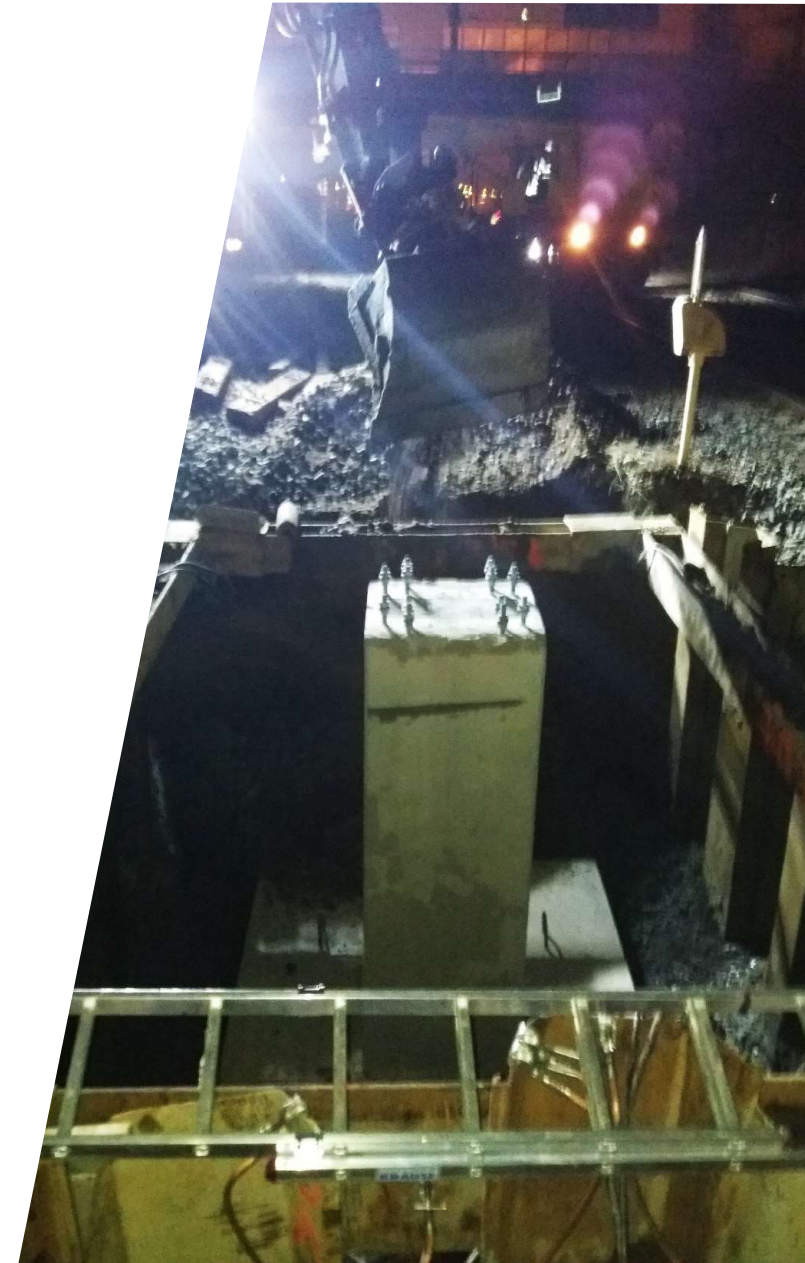
Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Rakentamisen hankkeisiin liittyvät mittaukset ovat monipuolisia
- Rakentamisen hankkeet jakaantuvat pääsääntöisesti:
 - **Perusparannushankkeet**
 - *Pitkät esim. rataosan radanparannushankkeet*
 - **Päällysrakenneurakat**
 - *Vaihteenvaihdot*
 - *Päällysrakenteen vaihdot*
 - *Kiskon- ja pöllinvaihdot*
 - **Rakennusurakat**
 - *Uusien ratayhteyksien rakentaminen (mm. kaksoisraidehankkeet)*
 - *Ratapihaurakat*
 - *Puuterminalit*
 - *Massanvaihdot*
 - *Sähköistyshankkeet*
 - **Taitorakenne hankkeet**
 - *Siltarakennus/uusinta*
 - *Rumpurakennus/uusinta*



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Erilaisissa urakkamalleissa rakentaminen on yleisesti jo tietomallipohjaista
 - Paalutukset, sihtilaputukset jne. jää historiaan tietomallien myötä
- Ratamittaajan työn määrä riippuu urakkamallista
- Kaikissa rakentamishankkeissa ratamittaajan työ on tärkeä osa rakentamissuunnitelman toteuttamista maastoon ja laadun osoittamista
 - Mittaus toimii suoraan rakennusurakoitsijan alaisuudessa tai hankkeen alikonsulttina
- Tyypillisimpiä työtehtäviä radanrakentamisen työmailla
 - Rakennekerrosten merkintä, mittaus ja tarkemittaukset
 - Koneohjattujen kaivinkoneiden sekä tukiasemien kontrollointi
 - Päälysrakenteen merkintä
 - "Puolisepelin" merkintä
 - Pöllinpää merkintä
 - Vaihteiden asennuksen mittaustyöt
 - Elementtien asennus, routalevytyt, nuotitus ja tarkemittaukset
 - Silta- ja rumpumittaukset
 - SR-perustusten asennustyöt
 - Raiteen tukemisen nuotitus- ja tarkemittaukset



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Ratamittaajan tärkeimmät lähtötiedot ovat:
 - **Hankkeelle luotu mittausperusta**
 - **Suunniteltu ratageometria**
 - IM4 formaatissa
 - Elementtilistaus (txt, pdf)
 - Rata KM pituudet (txt)
 - **Muut suunnitelmakuvat**
 - Pituus- ja poikkileikkaukset (pdf)
 - Mittapiirustus (pdf & dwg)
 - Suunnitelmakartta (pdf & dwg)
 - **Tietomallit**
 - IM4 formaatissa
 - Kaivinkoneiden koneohjausyksiköiden vaatimat formaatit



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Ratageometria:
 - LandXML (IM4) formaatissa
 - Jos raiteita on useampia, joku raide toimii pituusmittauslinjana
 - Yleensä rataosan pääraide
 - Pituusmittauslinja sisältää radan tasakilometripisteet
 - Elementtilistaus
 - Vaakageometrian elementtien alku- ja loppukoordinaatit
 - Mistä elementeistä geometria koostuu
 - Elementtien paaluluvut ja pituudet sekä suuntakulmat
 - Kaarien alku- ja loppusäteet
 - Kallistukset ja (kallistusviisteet)
 - [Malliesimerkki pääpistelaskenta](#) vaakageometriasta
 - Tasakilometripisteiden pituudet ja koordinaatit
 - [Malliesimerkki pääpistelaskenta](#) Kilometrit
 - Pystygeometria
 - Taitepisteet
 - Pyöristyssäteet
 - [Malliesimerkki pääpistelaskenta](#) Pystygeometria



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Ratageometrian vienti tallentimeen
 - Ratageometrian voi viedä myös sellaisenaan tallentimeen → juokseva paaluluku
 - Tai sitten geometrialle tehdään paalutuksen tasoitus → KM+M paaluluku
- Paalutuksen tasoitus
 - Tarkasta ensin pääpistelaskennasta että aloituspisteen koordinaatit vastaavat geometriatiedostossa olevaa aloituspistettä
 - Voi tehdä manuaalisesti käsin tallentimella tai "puoliautomaattisesti"



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Manuaalinen paalutuksen tasoitus, Trimble
 - Muuta XML tiedoston geometrian alkupaalu samaksi kuin pääpistelaskennan alkupaaluluku (esim. 3D Winissä)
 - Tässä esim. [756631.298](#)
 - Vie XML tiedosto tallentimelle
 - Muuta XML tiedosto RXL formaattiin
 - Tien määrittelyssä valitse paalutuksen tasoitukset
 - Alkupaalu ja loppupaalu kohtaan kirjoita linjan alkupaaluluku*
 - Lisää seuraava tasoitus
 - Tässä tapauksessa annetaan KM tolpan 757 alkupiste
 - Alkupaalu kohtaan kirjoitetaan **756+983.020**
 - Loppupaaluksi **757+000.000**
 - Jos kilometri on ylipitkä (esim 769 km) tasoitus tehdään seuraavasti:
 - Alkupaalu **769+000.249**, loppupaalu **769+000.000**



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Toinen tapa suorittaa paalutuksen tasoitus
 - Kilometritolpat on geometriassa sisällytettynä
 - Muuta XML tiedoston geometrian alkupaalu samaksi kuin pääpistelaskennan alkupaaluluku (esim. 3D Winissä)
 - Tässä esim. [756631.298](#)
 - Kirjoita geometria IM3 formaatissa (LandXML 1.2)
 - Vie geometriatiedosto tallentimeen
 - Muuta tiedosto RXL formaattiin
 - RXL tien määrittelyssä mene paalutuksen tasoitukset
 - Muuta ensimmäistä tasoitusta alkupaalun mukaisesti
 - Molemmissa tasoitusvaihtoehdoissa
 - Tarkasta vaaka- ja pystygeometrian taitepisteet että ne vastaavat pääpistelaskennassa olevia!
 - Korjaa jos jossain kilometrissä alkaa tulla eroja

Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Tasoitetulla geometrialla voit paaluttaa työmaa-alueella suunnitelmakuvien mukaisesti
 - Pituusmittausraiteen merkintää
 - Tarvittavia KM+M paalulukemia myös muualle
- Sivuraiteiden geometrian merkintää voidaan suorittaa suoraan raiteen XML geometrialla
 - Ei projisoinnin aiheuttamaa pituusvirhettä kun linjan suuntakulma eroaa pituusmittausraiteesta
- Suunnitelmakuvat ovat geometriaan sidottuja
 - Geometrian avulla voidaan kaikki radan rakenteet paikalleen mitata



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Kaikki suunnitelmakuvat saatavilla hankkeen tarjouspyynnön liitteinä
- Varmistettava että käytetään viimeisiä suunnitelmakuvia rakentamisen eri vaiheissa
 - Varsinkin ST-hankkeissa voi suunnitelmakuvista tulla useampia reviisioita
- Pituusleikkaus
 - Tärkeä ja havainnollistava suunnitelma työmaan lukuun
 - Suunnitelmasta saadaan tietoa mm.
 - Korkeusviivan Z korkeus sekä ero kartoitettuun korkeuteen
 - Vaaka- ja pystygeometrian elementit sekä niiden arvot
 - Pituuskaltevuudet ja kallistustiedot
 - Rakennekerrokset ja luiskat rakenteiden välillä (rampit)
 - Routasuojaukset
 - Kuivatustiedot
 - Vaihteiden sijainti ja vaihdetyyppi
 - Kairaustiedot



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- [Poikkileikkauskuvat](#)
- Havainnollistaa raiteen rakenteita ja päällysrakennetta radan poikkisuuntaisesti paaluväleittäin
 - Korkeusviiva
 - Nykyinen maanpinta
 - Rakenneleveydet ja leikkaukset
 - Luiskakaltevuudet
 - Ojat ja salaojat
 - Kairaustiedot
 - Muita rakenteita kuten laiturit, sillat ja huoltotiet
- Vaihteiden asennukseen liittyvät suunnitelmakuvat
 - Pölkytyskuvat
 - [Routalevytyssuunnitelma](#)



Ratamittaajan työ - Rakentaminen

- Mittapiirustus ja suunnitelmakartta
 - Mittapiirustus mittateknisempi versio suunnitelmakartasta
 - Mittapiirustukseen piirretty
 - Raiteiden keskilinjat
 - Vaihteiden paikat
 - Vaaka- ja pystygeometrian taitteet ja niiden arvot
 - KM paalutus
 - Jos liian paljon tietoa voi muodostua sekavaksi
 - Suunnitelmakartta on enemmänkin työselostusmaisempi karttaesitys
 - Raiteet ja vaihteet piirretty
 - Rakenteet
 - Tietoa rakennustoimenpiteistä
 - Tiet ja huoltotiet
 - KM paalutus
 - SR pylvää



Ratamittaajan työ

KUNNOSSAPITO



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Suomen rataverkkoa pidetään liikennekelpoisena koko ajan
 - Edellyttää jatkuvaa radan kunnossapitoa
- Kunnossapito sisältää
 - Tarkastuksia
 - Määräaikaishuoltoja
 - Viankorjaukset
 - Lumityöt
- Korjaustoimenpiteitä tehdään
 - Päälysrakenteelle (kiskot, pölkyt, vaihteet ja tukikerros)
 - Alusrakenteille
 - Tasoristeyksille ja silloille
 - Turva- ja sähkölaitteille



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Väylävirasto kilpailuttaa radan kunnossapidon
 - Vaatii kunnossapitajalta erityisosaamista
 - Materiaaleja sekä kalustoa
- Suomi on jaettu neljään eri aluetoimintaan
 - Etelä-Suomi
 - Itä-Suomi
 - Länsi-Suomi
 - Pohjois-Suomi
- Jokaiselle alueelle on nimetty oma rataisännöitsijä
- Rataverkko on jaettu 12 eri kunnossapitoalueeseen
 - Alueet kilpailutetaan 3-9 vuoden välein, riippuen optiokausista
- Kunnossapitoalueille on jaettu tietyt rataosuudet rataosamaisuusnumeroittain

RATAOMAISUUDEN JAKO ALUEISIIN JA RATAOSIIN

1.5.2017

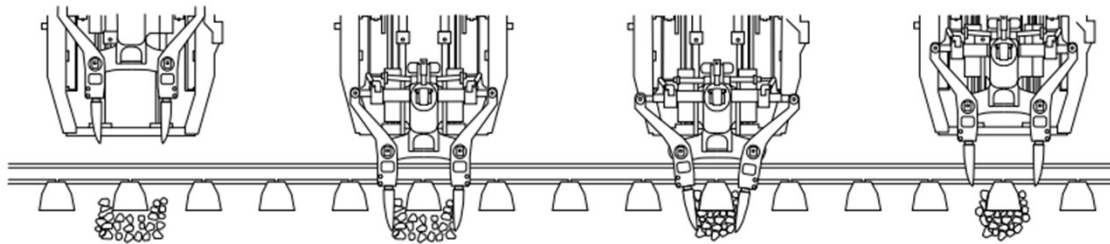
nro	alue/rataosa	huom!
ALUE 1 Uusimaa		
1101	Helsinki–(Pasila)	sis. Pasilan henkilöaseman laiturialueet
1102	(Pasila)–(Riihimäki)	
1103	(Riihimäki)–(Lahti)	
1104	(Pasila)–Kirkkonummi	
1105	(Huopalahti)–Vantaankoski–(Havukoski)	
1106	(Kerava)–Sköldvik/Porvoo	
1107	(Kytömaa)–(Hakosilta)	
1108	Vuosaari–(Kerava)	
1109	Ilmala ratapiha	
1110	Pasila ratapiha	
1111	Riihimäki ratapiha	
1112	Lahti ratapiha	
1113	Pisara	
1199	Alue 1 jakamaton	Käytetään vain ratamaksun seurantaan

ALUE 2 Lounaisrannikko		
1201	(Kirkkonummi)–Karjaa–(Turku)	
1202	(Turku)–Uusikaupunki–Hangonsaari	
1203	(Turku)–(Toijala)	
1204	(Hyvinkää)–(Karjaa)	
1205	(Karjaa)–Hanko	
1206	(Raisio)–Naantali	
1207	Turku ratapiha	sisältää Turku–Turku satama
1208	Muut alue 2 (Lohja)–Lohjanjärvi (Ihala)–Viheriäinen	Suljettu toistaiseksi liikenteeltä
1299	Alue 2 jakamaton	Käytetään vain ratamaksun seurantaan

ALUE 3 (Riihimäki)–Kokkola		
1301	(Riihimäki)–Toijala–(Tampere)	
1302	(Tampere)–(Seinäjoki)	
1303	(Toijala)–Valkeakoski	
1304	Niinisalo–(Parkano)–Kihniö	(Parkano)–Kihniö suljettu toistaiseksi liikenteeltä
1305	(Ruosniemi)–(Niinisalo), (Kihniö)–(Haapamäki)	Suljettu toistaiseksi liikenteeltä
1306	Tampere henkilöratapiha	
1307	Tampere tavararatapiha	
1308	Seinäjoki ratapiha	

Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Ratamittaajan suurimmat tehtävät radan kunnossapidossa liittyvät raiteen tukemiseen
- Tukemiskoneella tehtävä [tukeminen](#) perustuu:
 - Raiteen nostoon
 - Sivuttaissiirtoon
 - Kallistamiseen
 - Raidesepelin uudelleenjärjestäminen ja tiivistäminen pölkyn alapuolelle
- Raiteen nostolla saadaan aikaiseksi pölkkyjen alapuolelle tyhjä tila ja värähtelevät tukemishakut uudelleenjärjestävät raidesepelin tyhjään tilaan.



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Ennen tukemista tukemiskoneelle suoritetaan nuotitusmittaus
- Nuotitusmittaus tarkoittaa käytännössä sitä, että tukemiskoneelle määritetään radan nosto -ja sivuttaissiirtoarvot raiteen siirtämiseksi suunniteltuun/haluttuun asemaan tai lähelle sitä
- Tukemistarve
 - Syntyy kun raidegeometrian raja-arvot tai toleranssit ylittyvät
 - Rataan on syntynyt geometriavirheitä radan tarkastuksen perusteella
 - Eniten rataverkolla suoritetaan vuosittain juurikin kunnossapitotuentaa
- Tukemistyön pohjana on lähes aina suunniteltu raidegeometria, jota verrataan todelliseen raidegeometriaan rataverkolla
- Mittaajan on hyvä tuntea ja ymmärtää tukemisen periaate ja sen edellytykset jotta lopputuloksesta saadaan laadukas!
- Raiteiden ja vaihteiden koneellista tukemistyötä ja sen suunnittelua ohjaa [Ratatekniset ohjeet \(RATO\) 23](#)
 - Ohjeessa myös ohjeistusta nuotituksen sekä tarkemittauksen pelisäännöistä




Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Tukemisalueen määrittäminen
 - Kunnossapidossa tuettava alue määritetään pääsääntöisesti raiteentarkastusvaunun tarkastusajon tulosten perusteella
 - Tukemisalueen määrittämiseen vaikuttaa myös pakkopisteet kuten tukikerroksittomat sillat ja betonikäytävät- ja kaukalot.
 - Aloitus- ja lopetuskohdissa ei saa olla vaaka- tai pystygeometriavirheitä
 - Tuntojan alussa ja lopetuksessa käytetään viisteitä joiden kaltevuuden tulee olla 1:1000 tai loivempi.
 - Vaihdetuennassa väh. vaihdealueen mukaisesti (V/2) tai vähintään 50 m jatkoksista
 - Tuentaa ei saa lopettaa siirtymäkaarelle vaan tulee tukea kokonaisuudessaan aina n. koneen verran yli
 - Ympyränkaarella voidaan tukeminen aloittaa ja lopettaa kunhan aloitus- ja lopetusviiste sekä koneen mittakanta pysyy ympyränkaarella
 - Aloitus- ja lopetuskohdassa ei myöskään saa olla kallistusvirheitä/kallistusviistettä
- Tukemiskoneiden päätyyppejä ovat vaihdekone ja linjatukemiskone
- Tukemismenetelmät:
 - Tarkkuusmenetelmä
 - Suhteellinen tarkkuusmenetelmä
 - Suhteellinen menetelmä
 - Käsintuenta



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Nuotitusmittaus:
 - **Määritetään raiteen nosto- ja sivuttaissiirto (rekkaus) arvot suunniteltuun raidegeometriaan viemiseksi (tai lähemmäksi)**
 - Valmis tuotos on nimeltään 'Nuotti'
 - **Oltava tiedossa viimeisimmät raidegeometriat sekä mittausperustan tieto**
 - Ratarekisteristä (ratarekisterit@vayla.fi) saadaan viimeisin tieto geometrioista*
 - Mittausperustan tietoja ylläpidetään Ratko järjestelmässä
 - **Raiteen kartoittaminen**
 - Kartoitustiheys 10 m ja vaihteen alueella 5 m
 - Vaakageometrian muutoskohdat (SA,SL,TG,VA,VL)
 - Kaarteissa kartoitetaan raiteen fyysinen kallistus
 - Ylikäytävien alku- ja loppupisteet
 - Laiturit (raide ja laituri samasta kohtaa)*
 - Vaihteista etu- ja takajatkot sekä vaihteen viimeinen pitkä pölli!
 - Vaihteista myös kartoitetaan käyrän puolen kisko
 - Tiettyjä turvalaitteiden sijainteja hyvä kartoittaa, esim akselinlaskija
 - **Merkintöjen teko**
 - Tukemisen alkupiste sekä johtokisko (NA 0 ↑↑↑ Q) 
 - Pituusmittauksen paaluluvut kiskoon vahaliidulla
 - Sivuraiteilla ei projisoitu paalutus vaan sisäinen paalulukku tai muu vastaava pituusmittaus
 - Vaakageometrian muutoskohdat sekä arvot (Jos ei ole radan merkkejä)
 - Tukemisen loppupiste (NL 0 ↑↑↑)



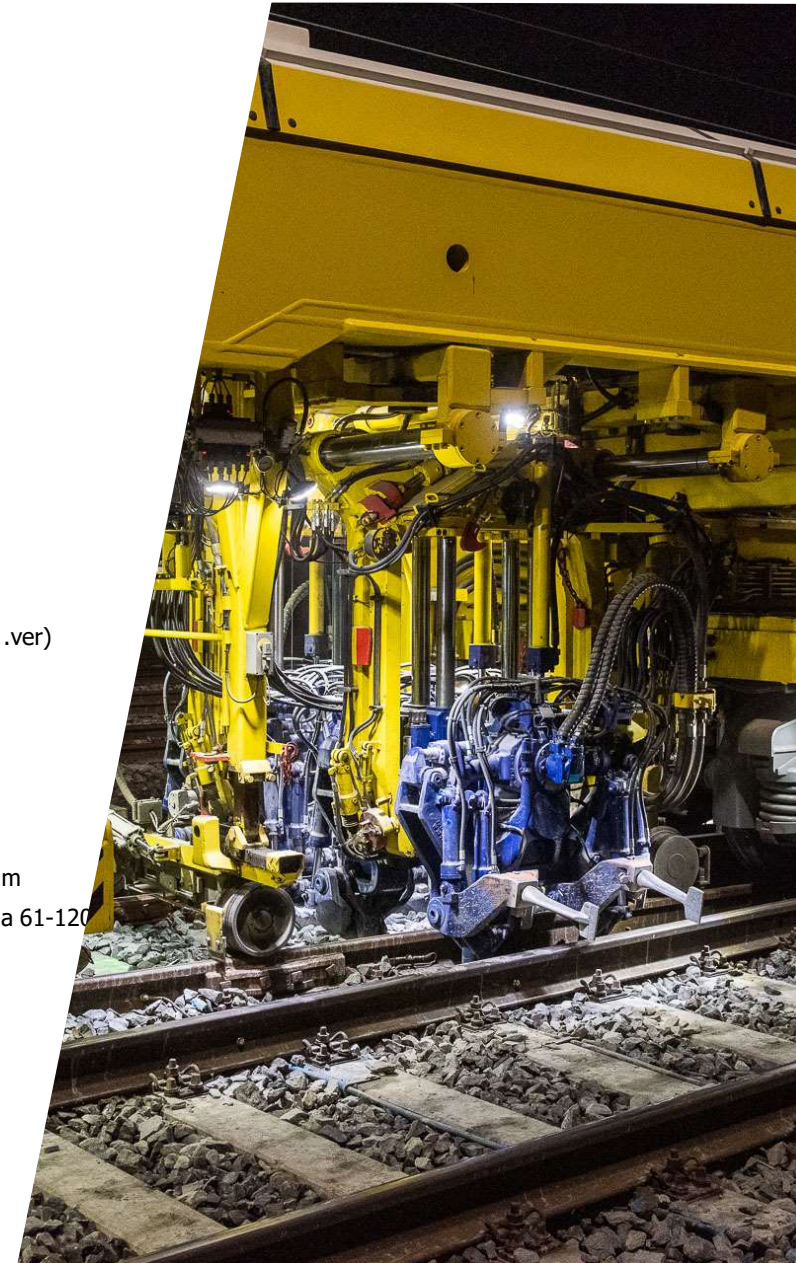
Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Nuotitusmittaus - Laadunvarmistus:
 - **Mittaajalla iso rooli tukemisen onnistumiseksi!**
 - Havainnoidaan rataa myös silmin
 - Huomataan omat virheet!
 - **Mittausperusta on yleisesti rakentamisen jäljiltä luovutettua aineistoa**
 - Nykyään Väylävirasto on myös teettänyt kunnossapidolle mittausperustoja sekä läpituentageometrioita mistä niitä on puuttunut
 - **Mittausten yhteydessä samat kontrollit kuin suunnittelussa ja rakentamisessa**
 - Tarkkuutena voidaan ajatella myös samat, mutta mittausperusta sanelee paljolti
 - Mittauksia ei kannata suinkaan lopettaa vaan huomioida mahdolliset virheet
 - Mittapisteiden liikkuminen näkyy yleisesti radassa siirtoina
 - Sisäinen mittaus pidettävä kuitenkin laadukkaana ja tarkkana ettei tehdä geometriasta huonompaa
 - Mittapisteiden korjaaminen tukemiskauden ulkopuolella
 - Mittaukset saa suorittaa maksimissaan 8 viikkoa ennen tuentaa
 - Mittauksia ei tehdä, kun routa on vielä maassa



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Nuotinlaskenta:
 - **Mittauksista laaditaan tukemiskoneelle nuotti, jossa**
 - nosto- ja sivuttaissiirrot ja raidegeometrian muutoskohdat
 - Mahdolliset teoreettiset jatkeet
 - Linjanuotti ja vaihdenuotti eri tyyppisille koneille erikseen
 - **Nuotin laskenta voidaan tehdä käsin geometrian eroarvoista**
 - Kiireellisissä tapauksissa ja esim. rakentamisen työmailla
 - Nk. "paperinuotti"
 - **Yleisin tapa tällä hetkellä on laskea nuotti ohjelmiston avulla**
 - 3D Win raidenuotitus 'palikka'
 - Trimble GEDO office
 - Ohjelmistoilla voidaan tuottaa myös tukemiskoneen omaan formaattiin perustuva nuotti (esim. .ver)
 - **Nuotissa huomioitavia asioita ovat**
 - Tukemisen alku ja lopetuspisteen nosto- ja siirtoarvot ovat '0mm'
 - Siirrot ovat millimetreinä
 - Huomioidaan tukemisen minimi- ja maksiminostot
 - Min. perusnosto 20mm – Maksiminosto 60mm
 - Tietyissä tapauksissa geometrian parantamiseksi voidaan pistemäisesti laittaa 10-15mm
 - Päälysrakennetöiden yhteydessä kun rataa ei ole hitsattu max. noston suuruus voi olla 61-120
 - Nuotissa on merkitty mitattu johtokisko
 - Geometrian taitepisteet ja niiden arvot
 - Varmistetaan kallistus mittauksista!
 - Mahdolliset [teoreettiset jatkeet](#) pakkopisteissä, vaihteissa jne.
 - Katsotaan lyhyt video [vaihdenuotin](#) laskennan peruserätyksestä



Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Nuotissa muita huomioitavia asioita
 - Nuotin muut informatiiviset tiedot / otsakkeet
 - Mittaajan tiedot ja organisaatio
 - Nuotin laatija (*jos eri kuin mittaaja*)
 - Kartoitusmittauksen ajankohta sekä nuotin laatimisen ajankohta
 - Mittauskalusto
 - Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä
 - Käytetty raidegeometriasuunnitelma (*tiedoston nimi*)
 - Rataosa (*rataomaisuusnumero*)
 - Mahdollinen tukemisjärjestys (*puolen vaihtopaikat jne.*)
 - Tuettava raide
 - Tukemissuunta (*esim. tornio-kolari*)
 - Kiskopaino (*tukemiskoneen huomioitava myös maastossa*)
- Tärkeintä on se, että nuotin ymmärtää tukemiskoneen käyttäjä ja nuotin laatija yhdessä eikä mikään jää epätietoisuuteen
 - Loput tiedot perustuvat käytännössä tiedon jäljittämiseen
 - Tarkastusta varten

www.welado.fi
uttaminen
↓ 12:05
4
otitus
kola-Oulu
.kkonen janne.mikkonen@welado.fi +358408645236
S9 0,5"
.25

projektit\ROK-ratamittauskoulutus\Koulutusaineiston laadi
pera nuotti 2024.xyz
IL
aperä-Oulu

tri	Siirto	Nosto		
980	0	0	Vasen	NA
990	1 >	4	Vasen	
0	5 >	13	Vasen	km 720
10	1 >	18	Vasen	
20	0	24	Vasen	
30	5 >	21	Vasen	
40	12 >	22	Vasen	
50	15 >	27	Vasen	
60	13 >	30	Vasen	
70	6 >	34	Vasen	
80	7 >	37	Vasen	
90	6 >	35	Vasen	
95.018	8 >	38	Vasen	
100	10 >	37	Vasen	
0 105.007	7 >	38	Vasen	
0 110	9 >	38	Vasen	
20 114.998	8 >	40	Vasen	
20 119.637	7 >	36	Vasen	ej v661
720 125.087	10 >	35	Vasen	
720 130	10 >	37	Vasen	
720 135.084	9 >	36	Vasen	
720 140	8 >	29	Vasen	
720 145.106	0	25	Vasen	
720 150	3 >	24	Vasen	
720 154.975	2 >	22	Vasen	
720 160	-2 <	28	Vasen	
720 164.579	0	21	Vasen	tjs;
720 170	0	22	Vasen	
720 171.503	0	22	Vasen	Viimeinen pitkä pölly
720 174.991	1 >	22	Vasen	
720 180	3 >	22	Vasen	
720 185.010	3 >	24	Vasen	
720 190	4 >	27	Vasen	
720 200	3 >	29	Vasen	
720 210	4 >	25	Vasen	
720 220	5 >	18	Vasen	
720 230	8 >	21	Vasen	

Ratamittaajan työ - Kunnossapito

- Tarkemittaukset
 - Ratateknisten ohjeiden (RATO) 23 mukaisesti on suoritettava tarkemittaukset tuetuille kohdille
 - Uudella raiteella ja kunnossapitotasolla 1AA-3 raiteet ja vaihteet tarkemittattava kahden viikon sisällä tukemisesta
 - Tarkemittaus suoritetaan samalla tiheydellä kuin nuotti ja samoista kohdista
 - Paras tulos kun kojeasemat ovat lähes samoilla paikoilla
 - Käytetään samoja kiintopisteitä!
 - Nuotin laskentavaiheessa on tallennettava nuotituksen pituusleikkaus tarkemittauksen dokumentointia varten
 - Tarkemittauksia verrataan nuotituksen sivuttaissiirto- ja nostoarvoihin sekä raiteen suunniteltuun asemaan
 - Nykypäivänä on tehty pituusleikkausvertailuja
 - Tulossa uusi tarkemittauslaskenta 3D Winiin
 - Nuotti ja [tarkeanalyysi](#) tallennetaan RAIKU järjestelmään tuennan ilmoituksen liitteiksi yhdessä tukemiskoneen piirturikäyrän kanssa





Väylävirasto
Trafikledsverket

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						

RAIDE 008

ELEM. ELEM.		ALKUPAALU LOPPUPAALU	Y-ALKU X-ALKU	Y-KULMA X-KULMA	T-ALKU T-LOPPU	PITUUS TG PARAM	R-ALKU R-LOPPU H-ALKU H-LOPPU
	KM KM	METRI METRI	Y-LOPPU X-LOPPU	Y-KESKI X-KESKI	KULMA T-KLOT		
<u>SUORA STHD</u>		0.000	25521488.385	0.000	369.9730	799.902	0.000
		799.902	7215153.236	0.000	369.9730	0.000	0.000
	756	631.298	25521124.935				0.000
	757	448.180	7215865.799				0.000
<u>KLOT C206</u>		799.902	25521124.935	0.000	369.9730	140.000	0.000
		939.902	7215865.799	0.000	366.9861	0.000	-1492.000
	757	448.180	25521059.387	0.000	-2.9868	457.034	0.000
	757	588.180	7215989.491	0.000			75.000
<u>YMPYRÄ K207</u>		939.902	25521059.387	0.000	366.9861	170.663	-1492.000
		1110.564	7215989.491	0.000	359.7042	0.000	-1492.000
	757	588.180	25520966.515	25519763.550	-7.2820		75.000
	757	758.843	7216132.560	7215249.984			75.000
<u>KLOT C208</u>		1110.564	25520966.515	0.000	359.7042	140.000	-1492.000
		1250.564	7216132.560	0.000	356.7173	0.000	0.000
	757	758.843	25520880.218	0.000	-2.9868	457.034	75.000
	757	898.843	7216242.783	0.000			0.000

KILOMETRIT

KM	ALKUPAALU	LOPPUPAALU	PITUUS	Y - KOORD	X - KOORD
756	-631.298	351.722	983.020	0.000	0.000
757	351.722	1349.925	998.203	25521332.135	7215468.371
758	1349.925	2343.606	993.681	25520820.638	7216322.382
759	2343.606	3341.386	997.780	25520639.276	7217270.592
760	3341.386	4339.314	997.928	25520512.277	7218258.871
761	4339.314	5337.297	997.983	25520341.470	7219242.073
762	5337.297	6336.094	998.797	25520170.780	7220225.351
763	6336.094	7333.686	997.592	25519999.832	7221209.410
764	7333.686	8331.379	997.692	25519844.908	7222194.367
765	8331.379	9328.253	996.875	25519731.657	7223185.611
766	9328.253	10325.051	996.798	25519620.657	7224176.289
767	10325.051	11322.433	997.382	25519559.494	7225169.424
768	11322.433	12314.648	992.215	25519558.844	7226166.423
769	12314.648	13314.897	1000.249	25519743.805	7227133.237
770	13314.897	14312.562	997.664	25519689.360	7228129.474
771	14312.562	15309.732	997.170	25519503.806	7229109.731
772	15309.732	16306.735	997.003	25519358.670	7230095.436
773	16306.735	17304.552	997.817	25519246.767	7231086.139
774	17304.552	18302.660	998.108	25519152.400	7232079.186
775	18302.660	19297.430	994.770	25519083.614	7233074.937
776	19297.430	20298.068	1000.638	25519055.999	7234064.462
777	20298.068	21294.996	996.928	25519218.872	7235051.756
778	21294.996	0.000	0.000	25519379.931	7236035.589

P Y S T Y G E O M E T R I A

RYHMÄN ALKUP.: 0.000 RYHMÄN LOPPUP.: 21569.078

TAITE: 1

	KORKEUS	KALTEVUUS	KM	METRI	PAALULUKU	
PYÖRISTYKSEN ALKU	10.467	0.003458	756	796.232	164.934	
TAITE	10.480		756	800.000	168.702	
PYÖRISTYKSEN LOPPU	10.494	0.003835	756	803.768	172.470	
	PITUUS			PITUUS		SUORA OSA
PYÖRISTYSSÄDE	20000.000			KALTEVUUSJAKSO TAAKSEP.	168.702	164.934
TANGENTTI	3.768			KALTEVUUSJAKSO ETEENP.	618.020	512.194

TAITE: 2

	KORKEUS	KALTEVUUS	KM	METRI	PAALULUKU	
PYÖRISTYKSEN ALKU	12.459	0.003835	757	332.942	684.664	
TAITE	12.850		757	435.000	786.722	
PYÖRISTYKSEN LOPPU	12.547	-0.002969	757	537.058	888.780	
	PITUUS			PITUUS		SUORA OSA
PYÖRISTYSSÄDE	30000.000			KALTEVUUSJAKSO TAAKSEP.	618.020	512.194
TANGENTTI	102.058			KALTEVUUSJAKSO ETEENP.	485.000	380.103

TAITE: 3

	KORKEUS	KALTEVUUS	KM	METRI	PAALULUKU	
PYÖRISTYKSEN ALKU	11.418	-0.002969	757	917.161	1268.883	
TAITE	11.410		757	920.000	1271.722	
PYÖRISTYKSEN LOPPU	11.402	-0.002685	757	922.839	1274.560	
	PITUUS			PITUUS		SUORA OSA
PYÖRISTYSSÄDE	20000.000			KALTEVUUSJAKSO TAAKSEP.	485.000	380.103
TANGENTTI	2.839			KALTEVUUSJAKSO ETEENP.	618.203	565.090

Kuivatus

V
0

142
92,00

Kuopio asema

▽100

Routalevyt välikerroksen alle
40 60 80 100 mm 80 60 40

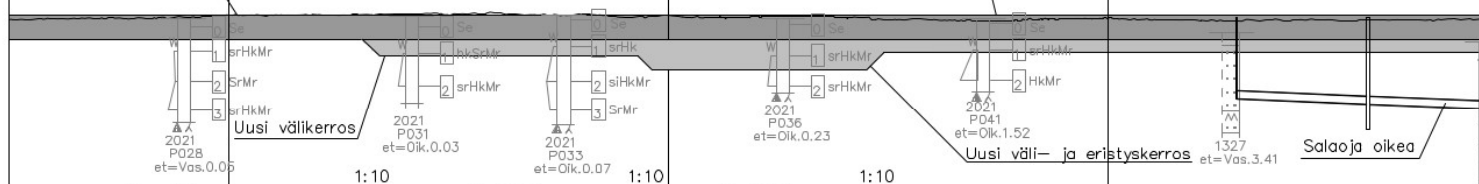
787 : -0.00000

▽95

Uusi päällysrakenne

Uusi V481
YV60-300-1:9-V

Radan kv



Rakennetyyppi
Erotus (kv-mitattu)

Kv-0,55

Kv-0,93

Kv-1,25

0.04 0.06 0.12 0.12 0.11 0.10 0.07

Korkeusviiva

93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90 93.90

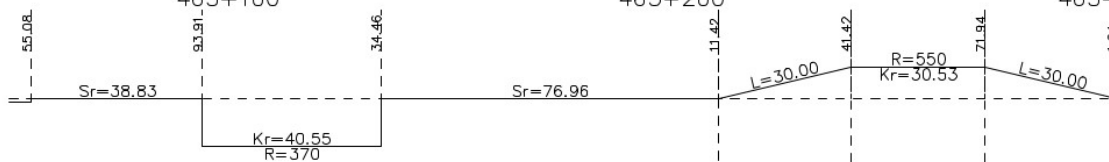
Mitattu korkeus

93.86 93.84 93.78 93.78 93.79 93.80 93.83

465+100

465+200

465+300



Kaarevuus

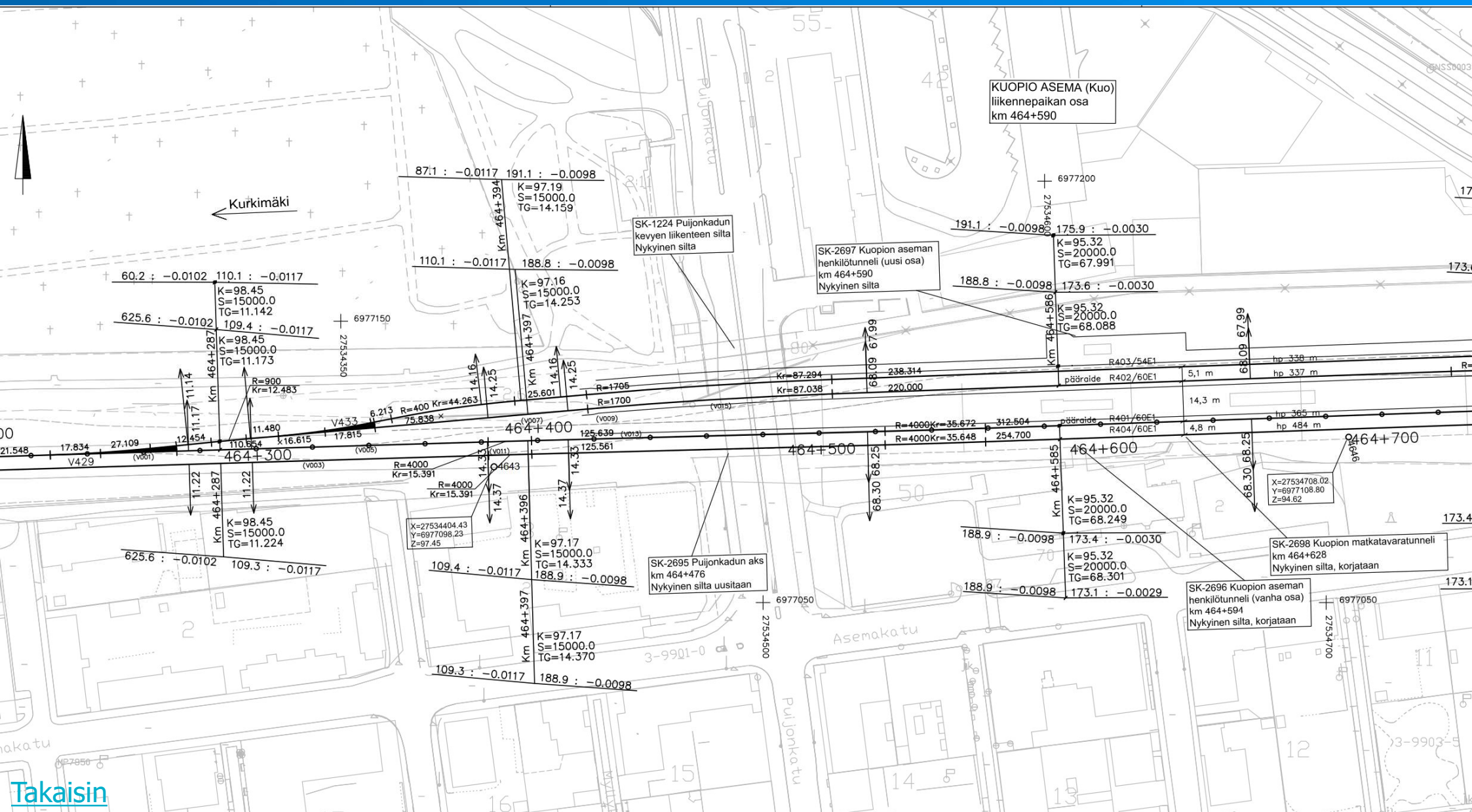
Kallistus

D=0

Raidekaavio

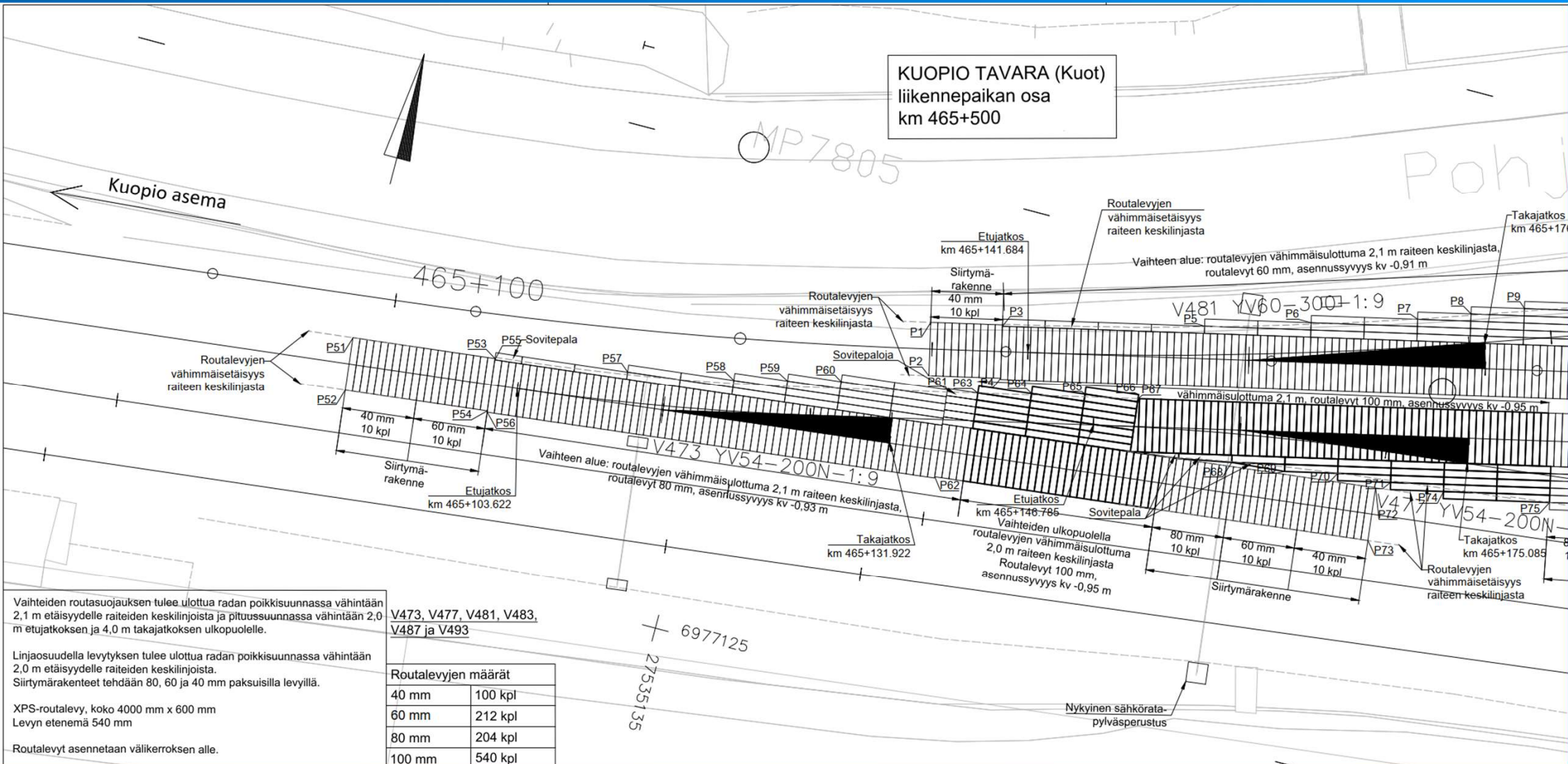
R408/60E1

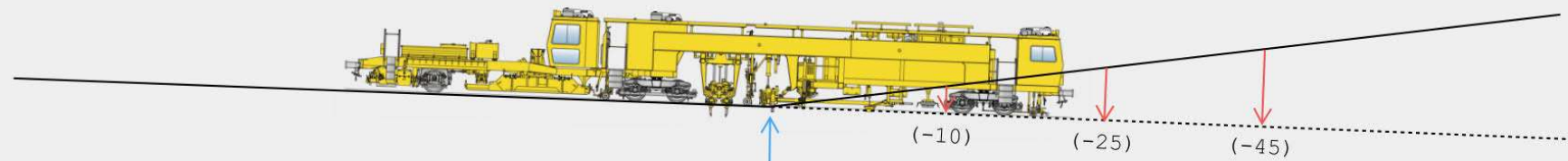
58.30
V481



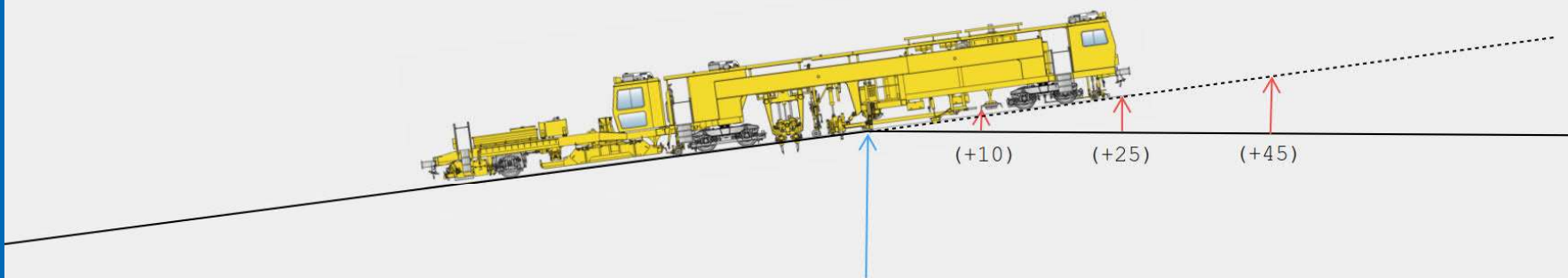


KUOPIO TAVARA (Kuot)
liikennepaikan osa
km 465+500





Tuennan lopetuskohta



Tuennan lopetuskohta

