

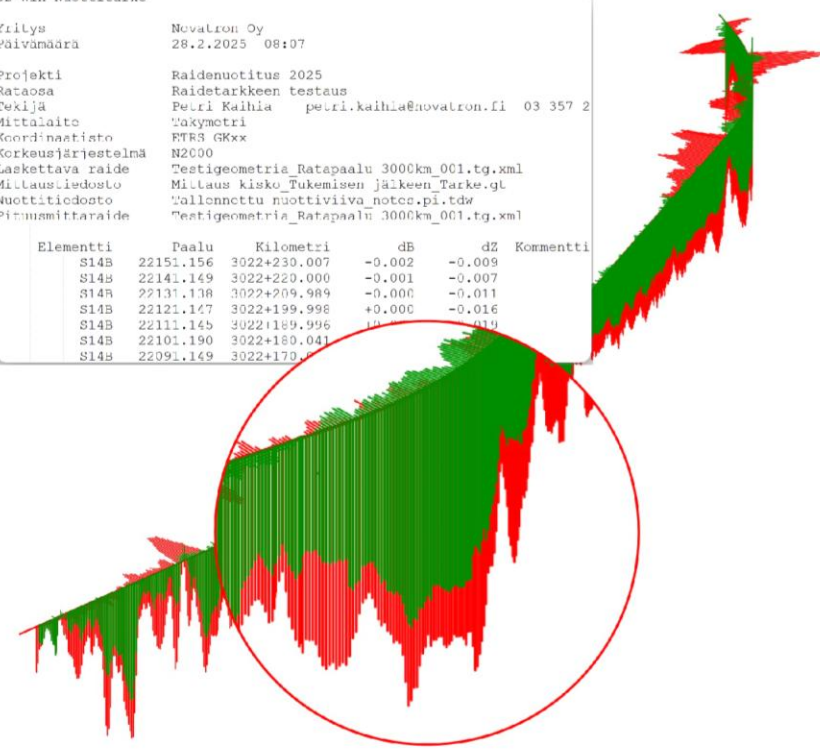


3D-Win Nuottitarke

Yritys: Novatron Oy
Päivämäärä: 28.2.2025 08:07

Projekti: Raidenuottitus 2025
Rataosa: Raidetarkkeen testaus
Tekijä: Petri Kaihia petri.kaihia@novatron.fi 03 357 2
Mittalaite: Takymetri
Koordinaatisto: ETRS GKxx
Korkeusjärjestelmä: N2000
Laskettava raide: Testigeometria_Ratapaalu_3000km_001.tg.xml
Mittausliedosto: Mittaus kisko tukemisen jälkeen Tarke.glt
Nuottitiedosto: Tallennettu nuottiviiva_notes.pli.tdx
Pituusmittaraide: Testigeometria_Ratapaalu_3000km_001.tg.xml

Elementti	Paalu	Kilometri	dB	dZ	Kommentti
S14B	22151.156	3022+230.007	-0.002	-0.009	
S14B	22141.149	3022+220.000	-0.001	-0.007	
S14B	22131.138	3022+209.989	-0.006	-0.011	
S14B	22121.147	3022+199.998	+0.000	-0.016	
S14B	22111.145	3022+189.996		-0.019	
S14B	22101.190	3022+180.041			
S14B	22091.149	3022+170.000			



3D-WIN RAIDETARKE 2025

PETRI KAIHIA | 31.03.2025

www.novatron.fi

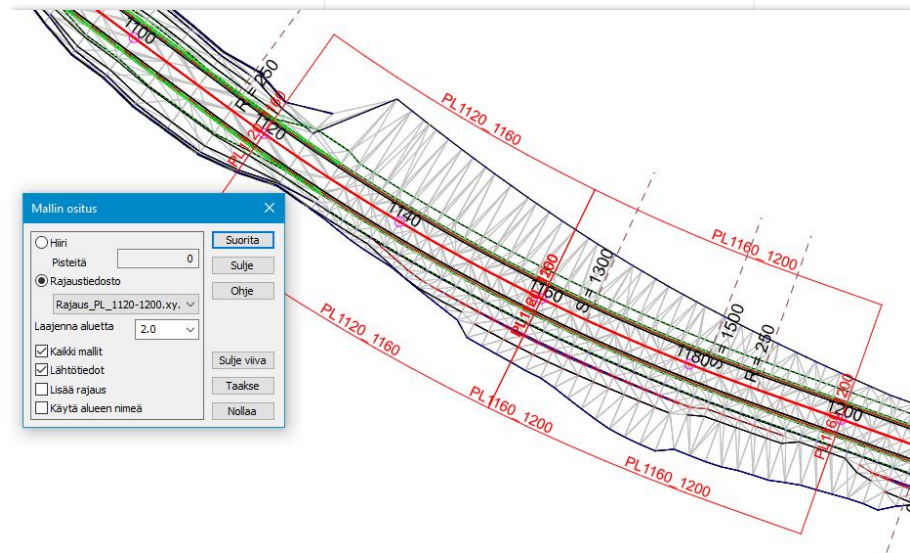
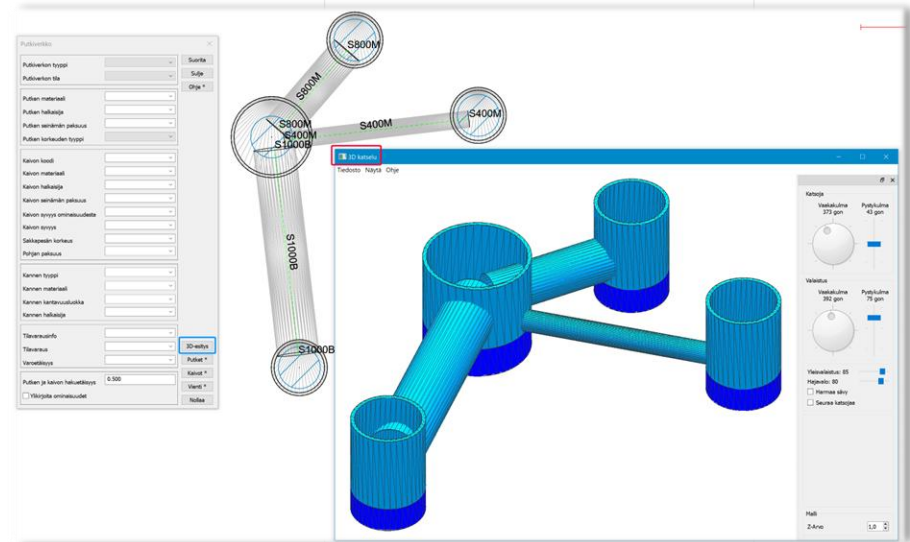
3D-WIN

Monitoimityökalu paikkatiedon ammattilaisille

- Urakoitsijoille
- Suunnittelijoille
- Kunnille ja julkishallintoon

30 vuotta täyttänyt ohjelmisto, tehty asiakkaiden tarpeisiin

- Yleisimmin käytössä maastomittaustiedon tuottamiseen ja käsittelyyn
- Mittausten editointi ja erilaiset laskennat
- Yhtenä lisätoimintona on Raidenuotitus



RAIDENUOTITUS

LandXml geometria

- Pituusmittausraide, ratapaalu
- Muut pääraiteet, projisoitu ratapaalu

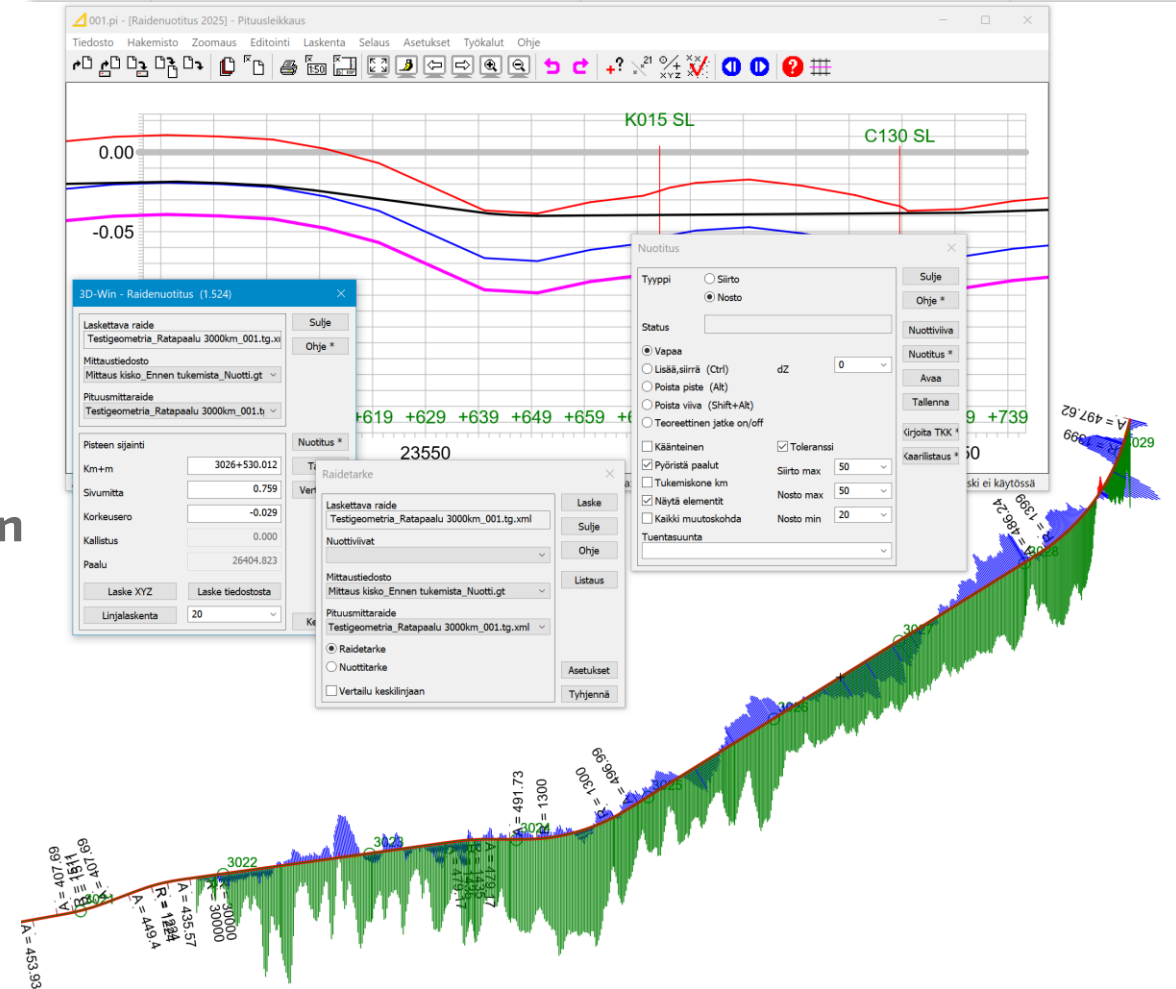
Laskennat ja vertailut pisteille ratapaaluun nähden

Geometrian kaarilistaukset

Nuotitus eli tukemiskoneelle ver-tiedosto

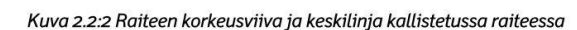
Raidetarke

- Mittaustiedoston vertailu geometriaan
- Mittaustiedoston vertailu nuottiviivaan
- Tulosteluksena paalukohtaisesti
- Erovektoreina



Geometria

- Kuva 2.4:1 Raideleveys*



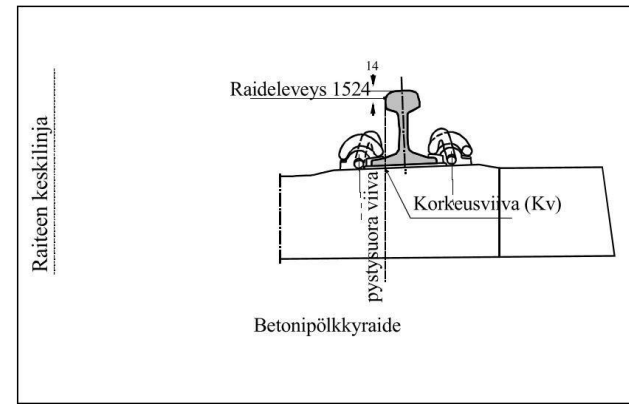
MITTAUS

Mittaus → Kiskon kartoitusmittaus

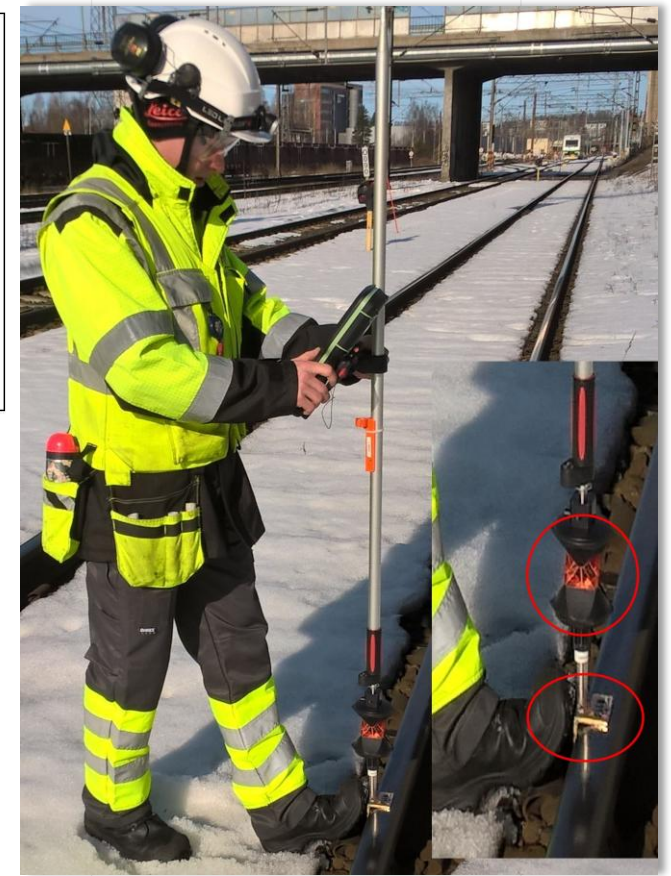
- Mitataan kiskon kulkupinnasta, siirtymäkaarissa ja kaarissa alemmasta kiskosta
- Geometrian muutoskohdat
- Ohjelma huomioi 762mm etäisyyden kiskon kulkupintaan ja laskee siirtoarvot suhteessa raiteen keskilinjaan (Pisteen X,Y koordinaatti)

Korkeuden määrittely

- Etäisyys kiskon selästä prisman mittapisteeseen + kiskonkorkeus
- Mitatun pisteen Z-koordinaatti on kv-korkeudessa



Kuva 2.2:5 Radan korkeusviiva kallistamattomassa betoniratapölkkyraiteessa



Linjatuenta							
Kisko- tyyppi	Pölkkytyyppi	Tukikerros- materiaali	Kiskon korkeus	Pölkyn korkeus	Aluslevy	Välys	Tukemisyvyys kiskon yläpinnasta
K 30	Puu	Sora	120	160	20	10	310
K 43	Puu	Sora	140	160	22	10	332
K 43	Puu	Sepeli	140	160	22	15	337
K 43	Betoni	Sepeli	140	200	6	15	361
54 E1	Puu	Sepeli	159	160	22	15	356
54 E1	Betoni	Sepeli	159	200	6	15	380
54 E1	B86, B88, BP89, B97, BP99	Sepeli	159	225	10	15	409
K 60	Puu	Sepeli	165	160	22	15	362
60 E1	B86, B88, BP89, B97, BP99	Sepeli	172	225	10	15	422
Lisäksi on huomioitava pölkyn alapintaan mahdollisesti asennetun pohjalaman vaikutus + 7 - 13 mm							
Vaihteen tuenta							
Kisko- tyyppi	Pölkkytyyppi	Tukikerros- materiaali	Kiskon korkeus	Pölkyn korkeus	Aluslevy	Välys	Tukemisyvyys kiskon yläpinnasta
K 30	Puu	Sepeli	120	160	20	15	315
K 43	Puu	Sepeli	140	160	22	15	337
54 E1	Mäntä tai Azobe	Sepeli	159	160	22	15	356
60 E1	Azobe	Sepeli	172	160	22	15	377
60 E1	Betoni	Sepeli	172	225	10	15	437

NUOTITUS, TARKKUUSMENETELMÄ

- Nuotituksen tarkoituksena on tuottaa tukemiskoneelle tuloslistaus/ver-tiedosto tuettavan raiteen nosto –ja siirtoarvoista tietyin paaluvälein sekä raidegeometrian elementtien muutoskohdat.
- Suoran , siirtymäkaaren ja kaaren parametrit (pituus L, kaarisäde R ja kallistus D).
- Mitatun raiteen siirtoarvot voidaan laskea raidegeometrian suunniteltuun (teoreettiseen) sijaintiin.
- Joissakin tapauksissa raidetta ei voida tukea suunniteltuun geometriaan nähden, esimerkiksi poikkeavia pakkopisteitä, joita voi olla sillat, tasoristeykset tai raidetta ei voida siirtää/nostaa **kunnossapidon toleranssien** takia riittävästi, voidaan Nuottiviivaa editoida vaaka- ja pystygeometrian osalta. Saadaan raide lähemmäksi suunniteltua geometriaa → "Sujuttamista.."
- **Mitatulle pisteelle lasketaan kohtisuora etäisyys Nuottiviivaan vaaka- ja pystygeometrian osalta. Nuotissa siirto – ja nostoarvo.**

NUOTTIVIIVA

Siirto (vaakageometria)

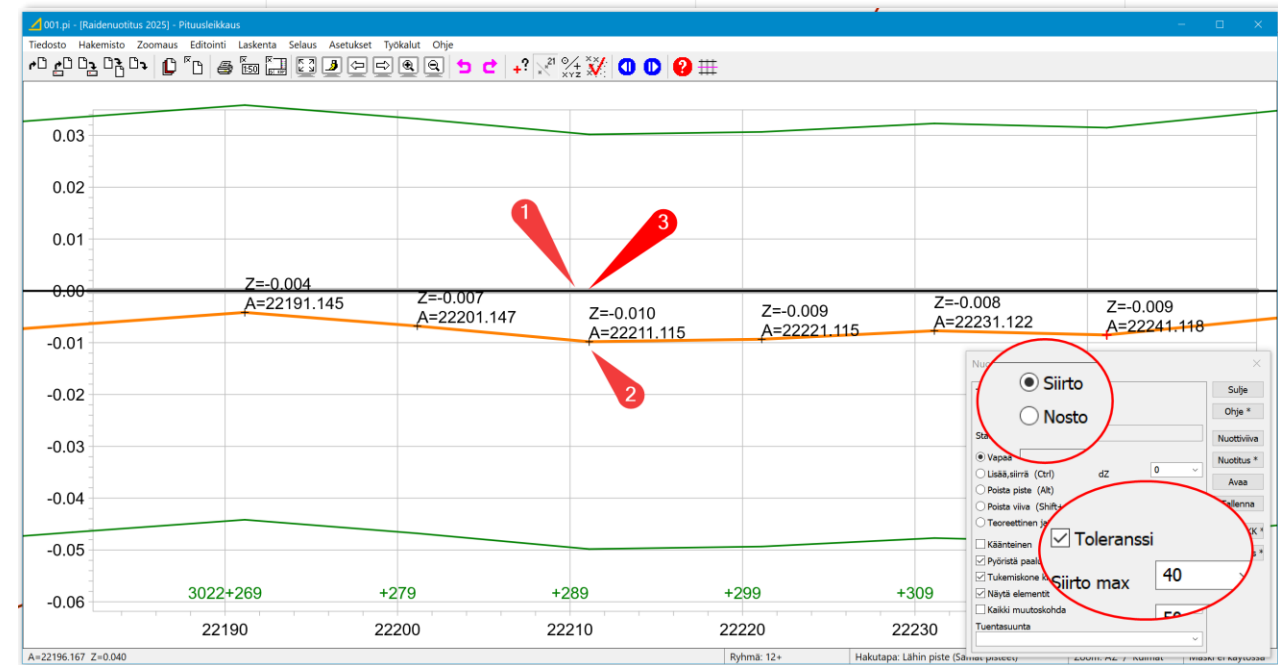
- 1 Geometria, 2 Mitattu kisko, 3 Nuottiviiva

Nosto (pystygeometria)

- 1 Geometria, 2 Mitattu kisko, 3 Nuottiviiva

NUOTTIVIIVAN TALLENTAMINEN → TARKE!

Elementti	Paalu	km	metri	Siirto	Nosto	
	22121.157	3022	200	-6 <	29	Oikea
	22131.146	3022	210	-5 <	20	Oikea
	22141.149	3022	220	-6 <	20	Oikea
	22151.143	3022	230	-12 <	23	Oikea
	22161.140	3022	240	-11 <	21	Oikea
	22171.143	3022	250	-4 <	3	Oikea
	22181.158	3022	26			
	22191.145	3022		-7 <	46	
	22201.147	3022				
	22211.115	3022		-10 <	49	
	22221.115	3022				
	22231.122	3022		-9 <	48	
	22241.118	3022	32			Oikea
	22251.120	3022	330	-9 <	4	Oikea
	22261.108	3022	340	-2 <	17	Oikea



TARKE

RATO 23 Tarkemittaukset 7.4.7.3 (sivut 60-61)

- Tarkelaskennalla pyritään toteuttamaan ohjeistusta tarkemittausten analysoinnista.
- Voidaan paalukohtaisesti numeroarvoin esittää laskettuja poikkeamia sekä erovektoreilla visuaalisesti.

3D-WIN TARKKEET :

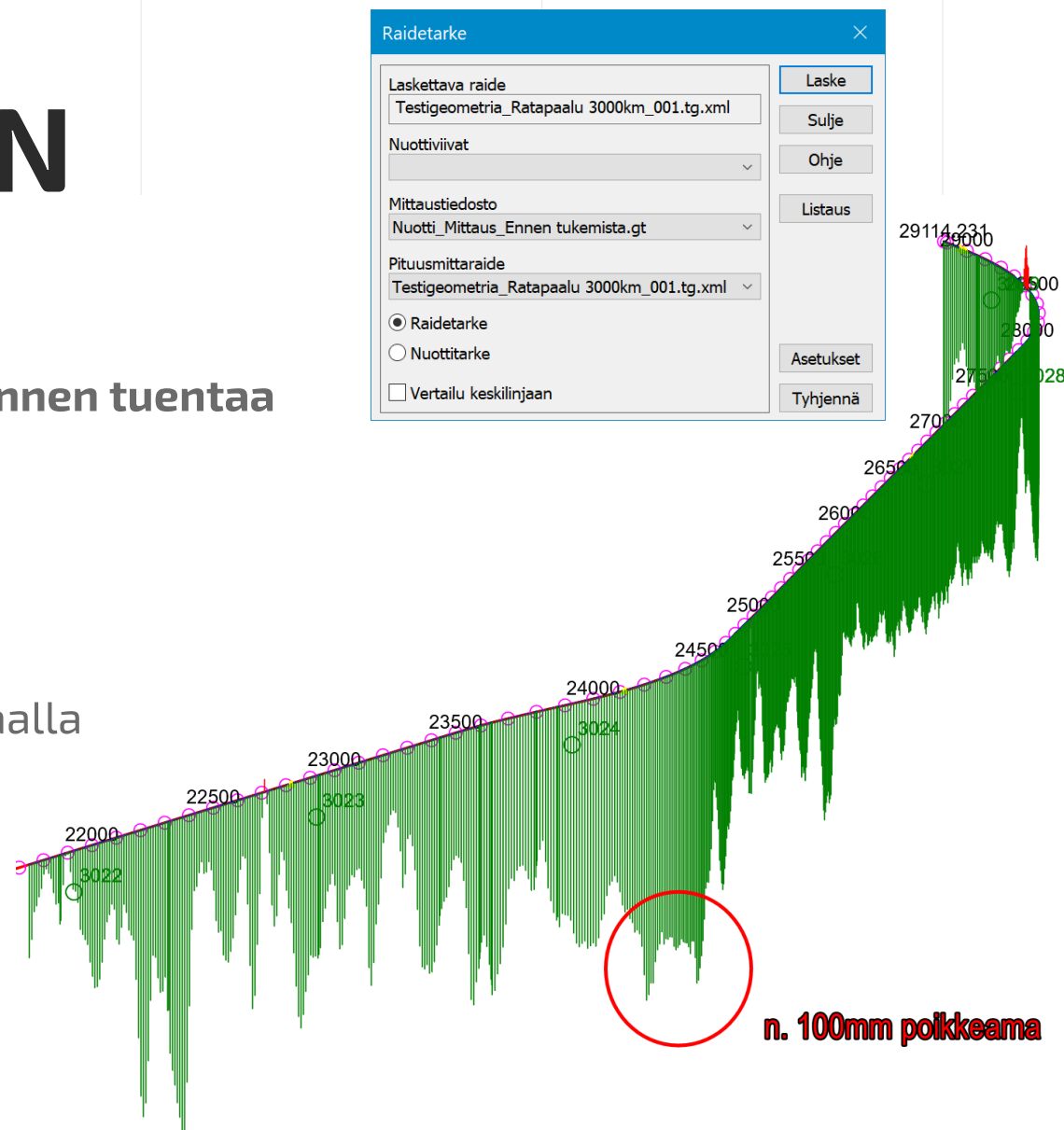
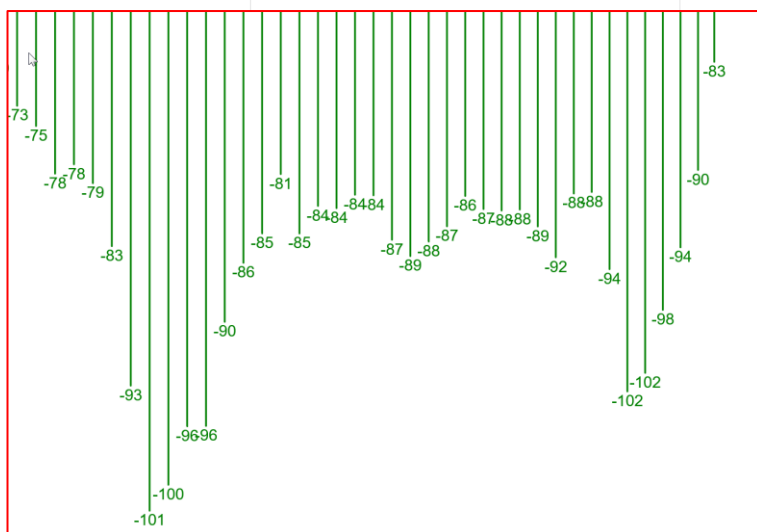
1. Raiteen asema suunniteltuun geometriaan ennen tuentaa
2. Raiteen asema suunniteltuun geometriaan tuennan jälkeen
3. Tuennan muutokset
4. Tuennan toteutuminen suhteessa nuotin siirtoarvoihin



RAIDETARKE ENNEN TUKEMISTA

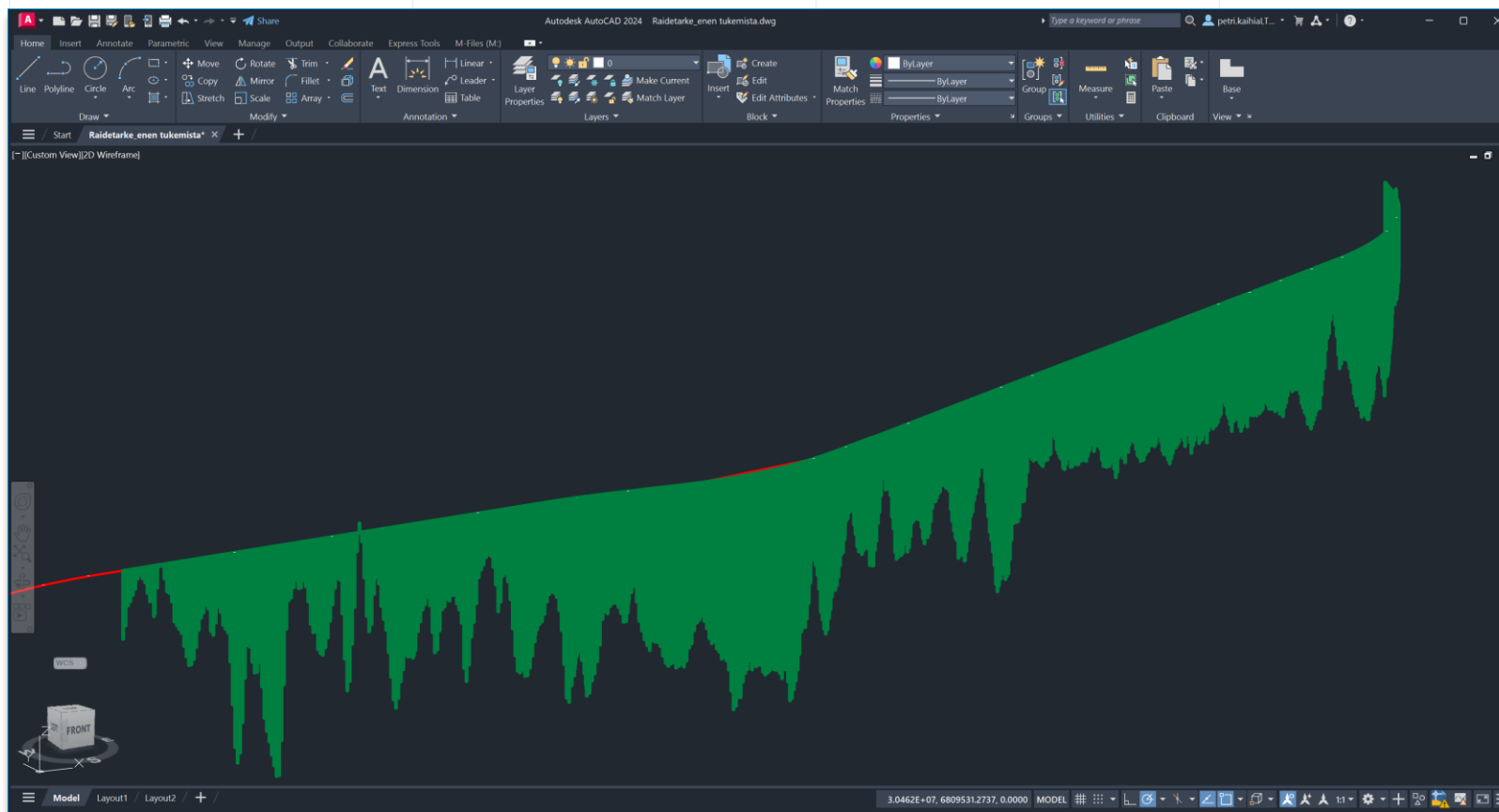
Raiteen asema suunniteltuun pystygeometriaan ennen tuentaa

- Pystygeometriaan nähden vertailu
- Mittaustiedosto 10m paaluvälein
- Erovektorit korostettu kertoimella
- Kuvassa suurimmat poikkeamat n.100mm alhaalla



EROVEKTORIT CAD-OHJELMASSA

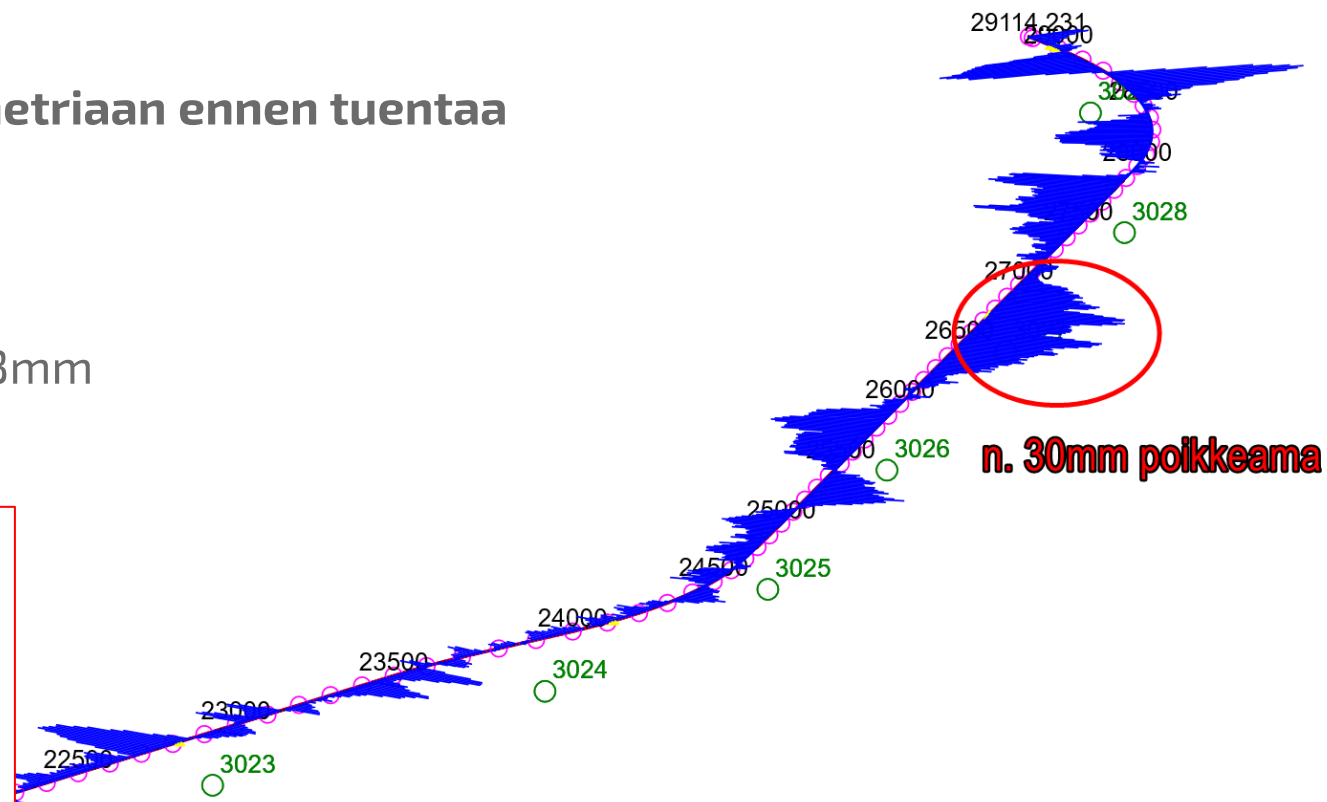
Tarkelaskentojen erovektorit voidaan kirjoittaa dwg-formaatissa



RAIDETARKE ENNEN TUKEMISTA

Raiteen asema suunniteltuun vaakageometriaan ennen tuentaa

- Mittaustiedosto 10m paaluvälein
- Erovektorit korostettu kertoimella
- Kuvassa suurimmat poikkeamat n. 33mm
- Erovektori kertoo virheen suunnan



TARKE ENNEN TUKEMISTA

Raiteen asema suunniteltuun geometriaan ennen tuentaa

- Tuloslistaus paalukohtaisesti
- Elementti ja nimi
- Sisäinen paalu ja ratakilometri
 - *Myös muille pääraiteille projisoitu ratakilometri!*
- dB → vaakaetäisyys geometriaan
- - merkkinen kasvavaan paalulukuun vasemmalla
- +merkkinen kasvavaan paaluun oikealla
- dZ → korkeusero pystygeometriaan
- -merkkinen arvo pystygeometrian alapuolella (nostovaraa)
- +merkkinen arvo geometrian yläpuolella (kova)

3D-Win Raidetärke	
Yritys	Novatron Oy
Päivämäärä	18.3.2025 10:42
Projekti	Raidenuotitus 2025
Rataosa	Raidetarkkeen testaus
Tekijä	Petri Kaihia petri.kaihia@novatron.fi 03 357 2640
Mittalaite	Takymetri
Koordinaatisto	ETRS GKxx
Korkeusjärjestelmä	N2000
Laskettava raide	Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml
Mittaustiedosto	Nuotti_Mittaus_Ennen tukemista.gt
Pituusmittaraide	Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

Elementti	Paalu	Kilometri	dB	dZ	Kommentti
S14B	22221.115	3022+299.966	+0.009	-0.088	
S14B	22231.122	3022+309.973	+0.008	-0.074	
S14B	22241.118	3022+319.969	+0.009	-0.055	
S14B	22251.120	3022+329.971	+0.005	-0.041	
S14B	22261.108	3022+339.959	+0.002	-0.042	
S14B	22271.133	3022+349.984	-0.000	-0.049	
S14B	22281.110	3022+359.961	-0.001	-0.054	
S14B	22291.125	3022+369.976	-0.003	-0.054	
S14B	22301.099	3022+379.950	-0.004	-0.049	
S14B	22311.157	3022+390.008	-0.003	-0.060	
S14B	22315.591	3022+394.442	-0.002	-0.060	
S14B	22321.105	3022+399.956	-0.000	-0.074	
S14B	22331.145	3022+409.996	-0.000	-0.080	
S14B	22341.107	3022+419.958	-0.003	-0.085	
S14B	22351.153	3022+430.004	-0.003	-0.091	
S14B	22371.154	3022+450.005	-0.004	-0.100	
S14B	22381.141	3022+459.992	-0.004	-0.100	
S14B	22391.150	3022+470.001	-0.005	-0.085	
S14B	22401.141	3022+479.992	-0.010	-0.061	
S14B	22411.156	3022+490.007	-0.012	-0.037	
S14B	22421.173	3022+500.024	-0.012	-0.025	
S14B	22431.148	3022+509.999	-0.010	-0.023	
S14B	22441.131	3022+519.982	-0.010	-0.019	
S14B	22451.155	3022+530.006	-0.008	-0.016	
S14B	22461.126	3022+539.977	-0.004	-0.020	
S14B	22471.150	3022+550.001	-0.006	-0.020	
S14B	22481.126	3022+559.977	-0.005	-0.017	

PÄÄRAITEIDEN PROJISOITU RATAKILOMETRI

Tarkelaskennan tulostauksissa ratakilometri myös muille pääraiteille

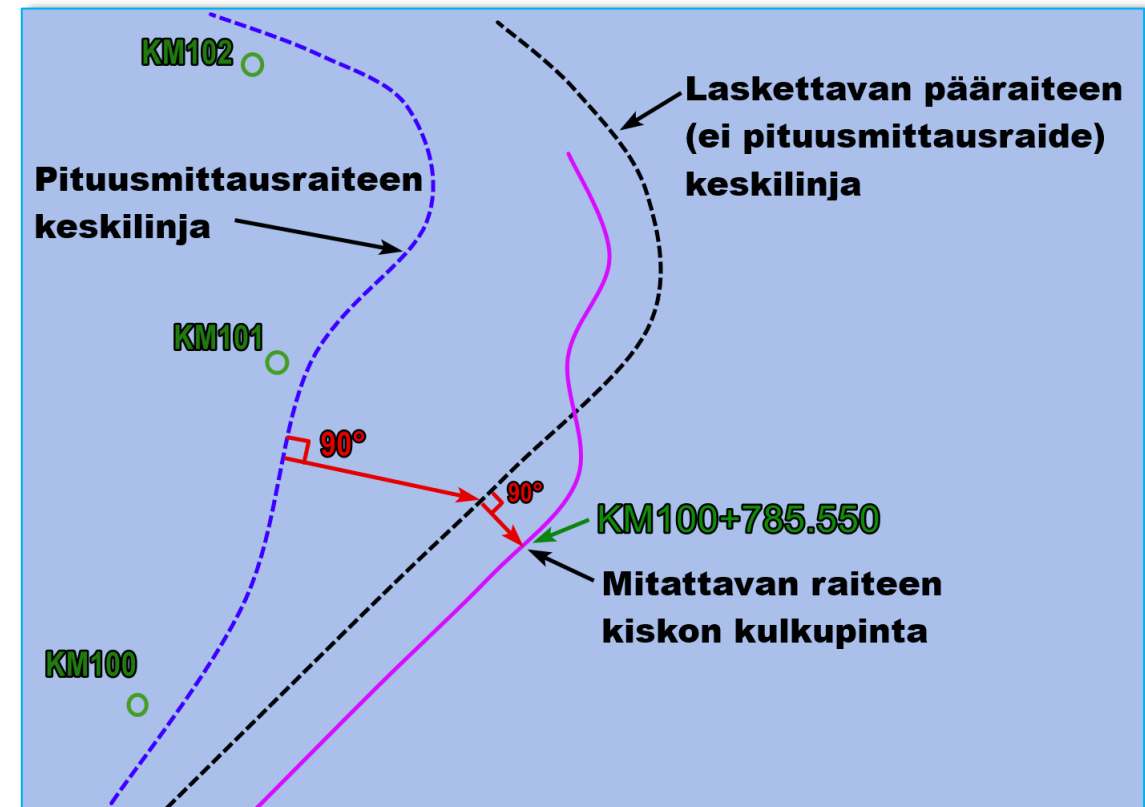
3D-Win laskee pääraiteille pituusmittaraiteelta kohtisuoraan projisoidun ratakilometrin

- Pituusmittausraiteen keskilinja
- Laskettavan raiteen keskilinja
- Laskettavan raiteen keskilinjalta mitattuun kiskon kulkupintaan

Huom!

Muiden kuin pituusmittaraiteen ratakilometri

- Keskilinjaa pitkin kuljettu matka voi vaihdella
→ suhteessa ratakilometriin



RAIDETARKE TUKEMISEN JÄLKEEN

Raiteen asema suunniteltuun geometriaan tuennan jälkeen

- Tukemisen jälkeen mitattu samat paalut kuin nuotissa
- Erovektorit / tulostaus kertoo mihin asemaan raide jää suhteessa suunniteltuun geometriaan

3D-Win Raidetarke

Yritys Novatron Oy
Päivämäärä 18.3.2025 12:27

Projekti Raidenuotitus 2025
Rataosa Raidetarkkeen testaus
Tekijä Petri Kaihia petri.kaihia@novatron.fi 03 357 2640
Mittalaite Takymetri
Koordinaatisto ETRS GKxx
Korkeusjärjestelmä N2000
Laskettava raide Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml
Mittaustiedosto Tarke_Mittaus_Tukemisen_jälkeen.gt
Pituusmittaraide Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

Elementti	Paalu	Kilometri	dB	dZ	Kommentti
S14B	22151.156	3022+230.007	-0.002	-0.017	
S14B	22141.149	3022+220.000	-0.001	-0.012	
S14B	22131.138	3022+209.989	-0.000	-0.013	
S14B	22121.147	3022+199.998	+0.000	-0.016	
S14B	22111.145	3022+189.996	+0.002	-0.019	
S14B	22101.190	3022+180.041	+0.001	-0.015	
S14B	22091.149	3022+170.000	-0.000	-0.011	
S14B	22081.151	3022+160.002	+0.000	-0.010	
S14B	22071.149	3022+150.000	+0.001	-0.013	

Raidetarke

Laskettava raide
Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

Nuottiviivat

Mittaustiedosto
Tarke_Mittaus_Tukemisen_jälkeen.gt

Pituusmittaraide
Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

☒ Raidetarke
☐ Nuottitarke
☐ Vertailu keskilinjaan

Laske

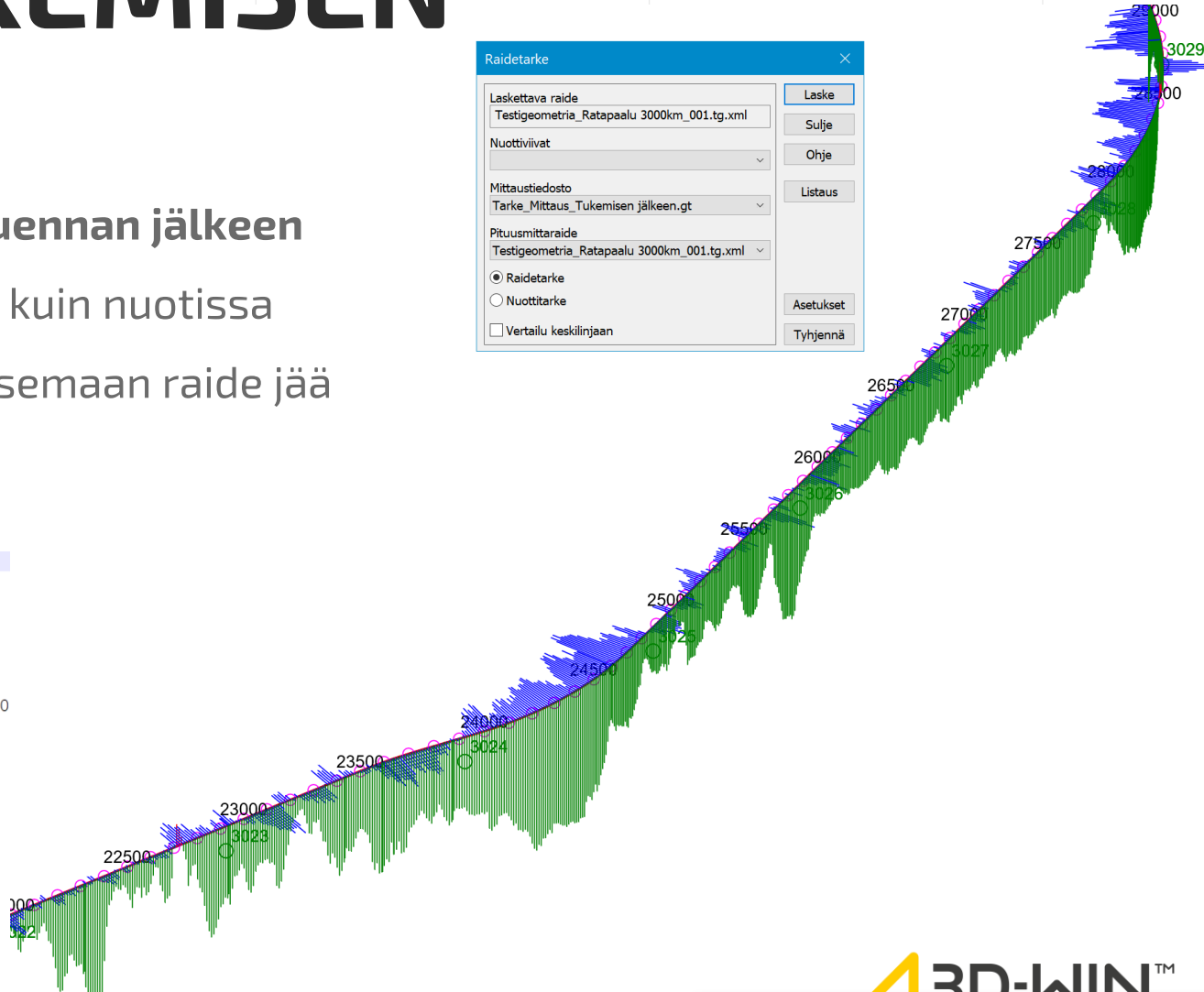
Sulje

Ohje

Listaus

Asetukset

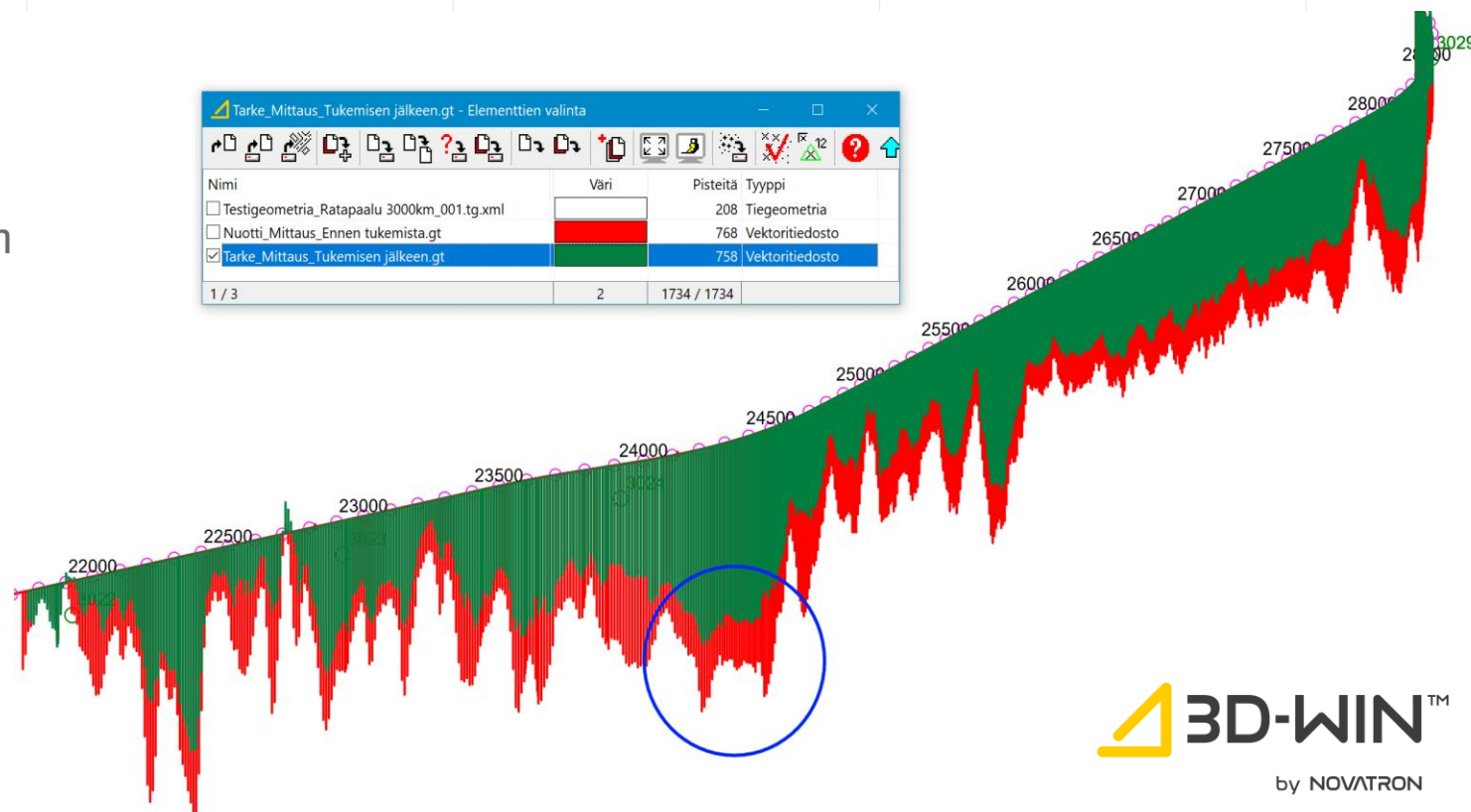
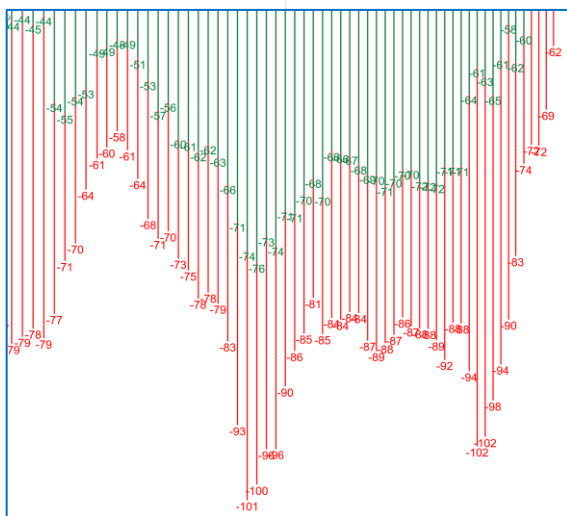
Tyhjennä



RADAN ASEMAN VERTAILU ENNEN JA JÄLKEEN TUENNAN

Raiteen asema suunniteltuun geometriaan ennen ja jälkeen tuennan

- Vertailu pystygeometrian suhteen
- Punainen ennen tukemista
- Vihreä tukemisen jälkeen
- Mittaustiedosto 10m paaluvälein



Tarke_Mittaus_Tukemisen jälkeen.gt - Elementtien valinta

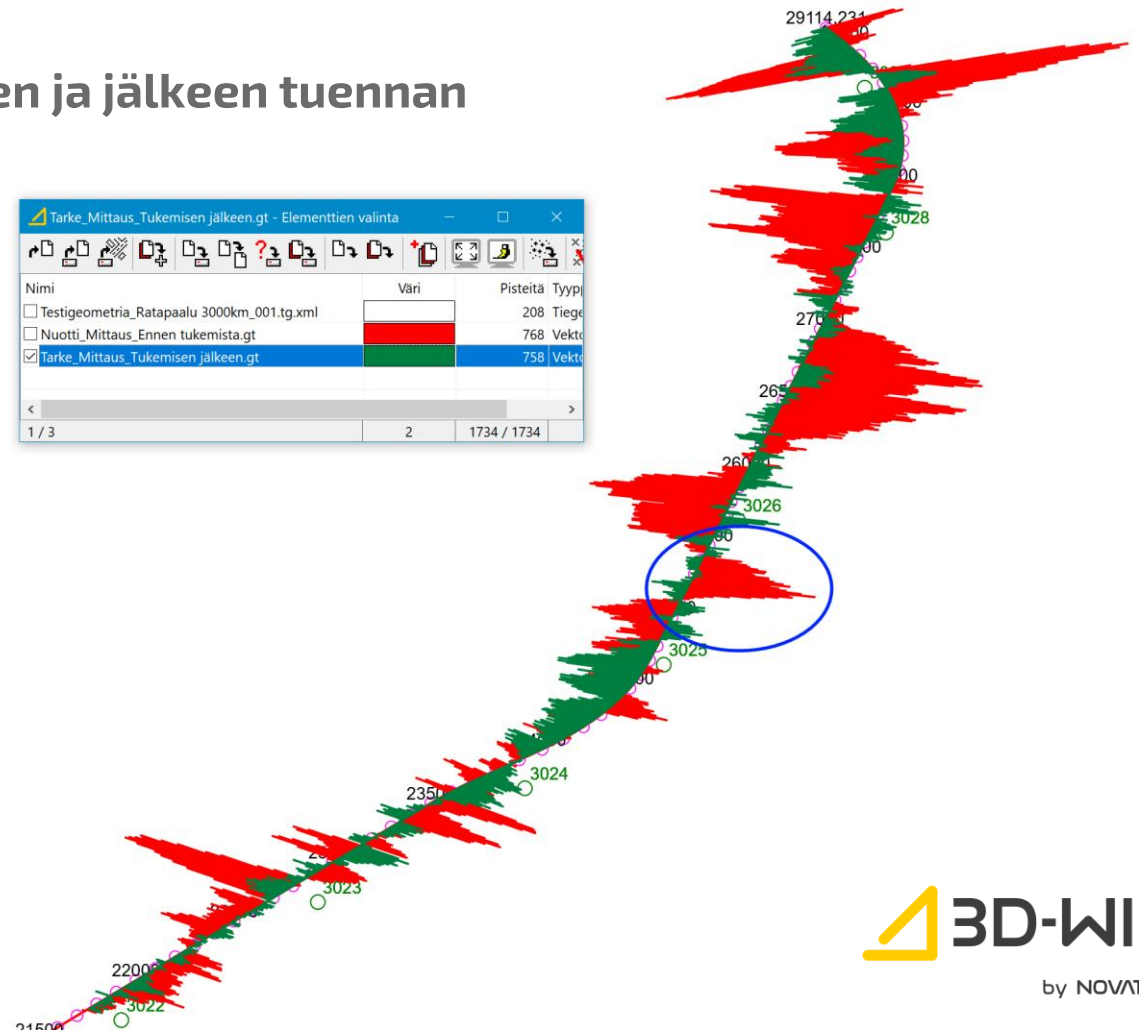
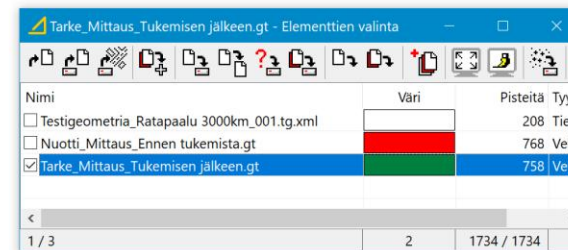
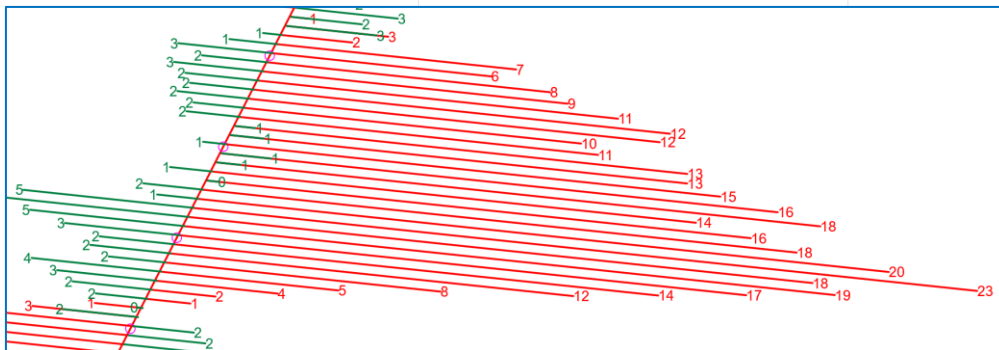
Nimi	Väri	Pisteitä	Tyyppi
☐ Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml		208	Tiegeometria
☐ Nuotti_Mittaus_Ennen tukemista.gt		768	Vektoritiedosto
☒ Tarke_Mittaus_Tukemisen jälkeen.gt		758	Vektoritiedosto

1 / 3 2 1734 / 1734

RADAN ASEMAN VERTAILU ENNEN JA JÄLKEEN TUENNAN

Raiteen asema suunniteltuun geometriaan ennen ja jälkeen tuennan

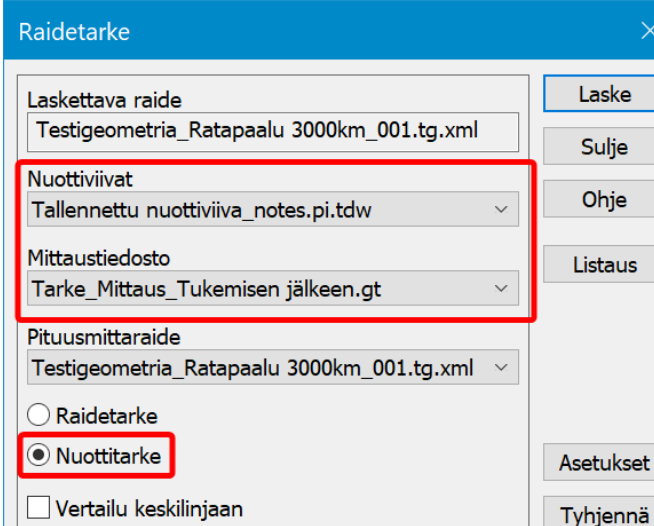
- Vertailu vaakageometrian suhteen
- Punainen ennen tukemista
- Vihreä tukemisen jälkeen
- Mittaustiedosto 10m paaluvälein



NUOTTITARKE, TUENNAN VERTAILU NUOTIN SIIRTOARVOIHIN

Tuennan toteutuminen suhteessa nuotin siirtoarvoihin

- Verrataan tuennan jälkeistä tarkemittausta
- Mitataan samat paalut kuin nuotin mittauksessa
- Vertailu tehdän nuottiviivaan → tuennassa käyetyn nuotin siirtoarvojen laskennassa **tallennettu** nuottiviiva
- Geometriasta haetaan paalut, eromitat lasketaan suhteessa nuottiviivaan
- Tuloslistaus paalukohtaisesti sekä erovektorit



Raidetarke

Laskettava raide
Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

Nuottiviivat
Tallennettu nuottiviiva_notes.pi.tdw

Mittaustiedosto
Tarke_Mittaus_Tukemisen jälkeen.gt

Pituusmittaraide
Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

☐ Raidetarke
☒ Nuottitarke

☐ Vertailu keskilinjaan

Laske
Sulje
Ohje
Listaus
Asetukset
Tyhjennä

TARKE → NUOTTIVIIVA

Siirto (vaakageometria)

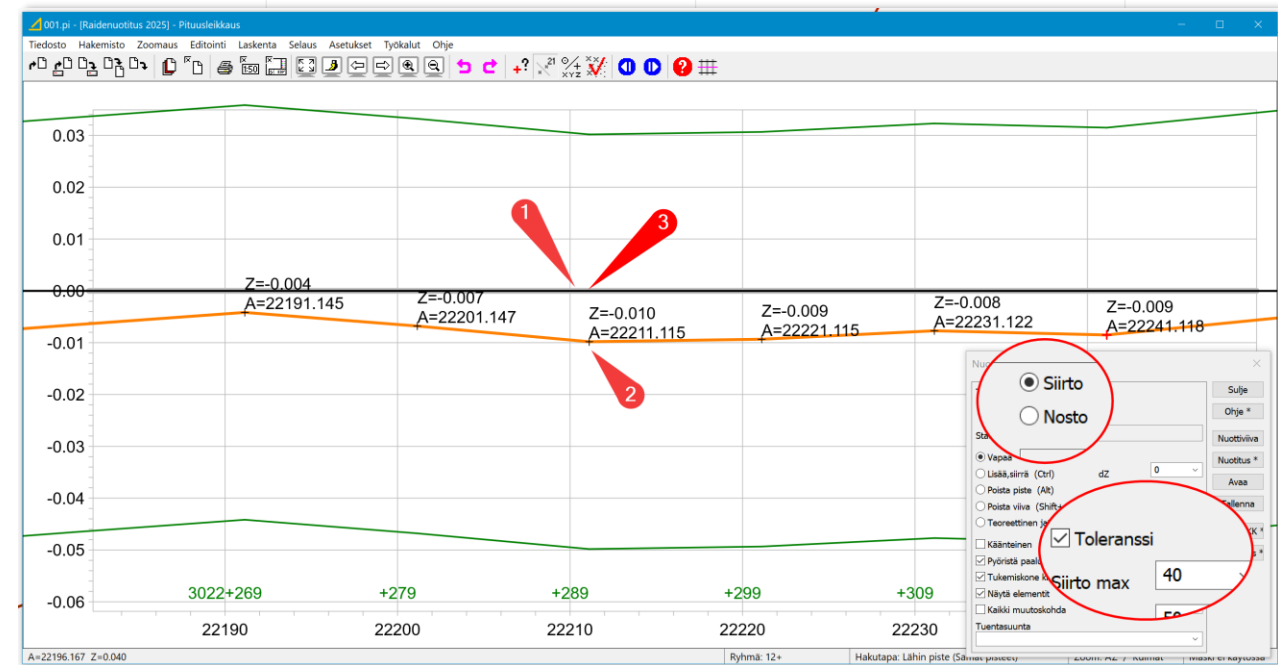
- 1 Geometria, 2 Mitattu kisko, 3 Nuottiviiva

Nosto (pystygeometria)

- 1 Geometria, 2 Mitattu kisko, 3 Nuottiviiva

NUOTTIVIIVAN TALLENTAMINEN → TARKE!

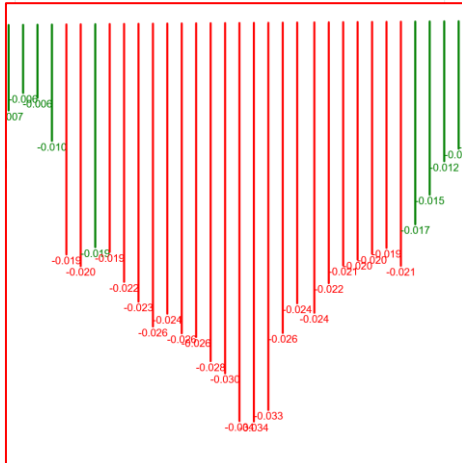
Elementti	Paalu	km	metri	Siirto	Nosto	
	22121.157	3022	200	-6 <	29	Oikea
	22131.146	3022	210	-5 <	20	Oikea
	22141.149	3022	220	-6 <	20	Oikea
	22151.143	3022	230	-12 <	23	Oikea
	22161.140	3022	240	-11 <	21	Oikea
	22171.143	3022	250	-4 <	3	Oikea
	22181.158	3022	26			
	22191.145	3022		-7 <	46	
	22201.147	3022				
	22211.115	3022		-10 <	49	
	22221.115	3022				
	22231.122	3022		-9 <	48	
	22241.118	3022	32			Oikea
	22251.120	3022	330	-9 <	4	Oikea
	22261.108	3022	340	-2 <	17	Oikea



NUOTTITARKE, NOSTO

Tuennan toteutuminen suhteessa nuotin siirtoarvoihin

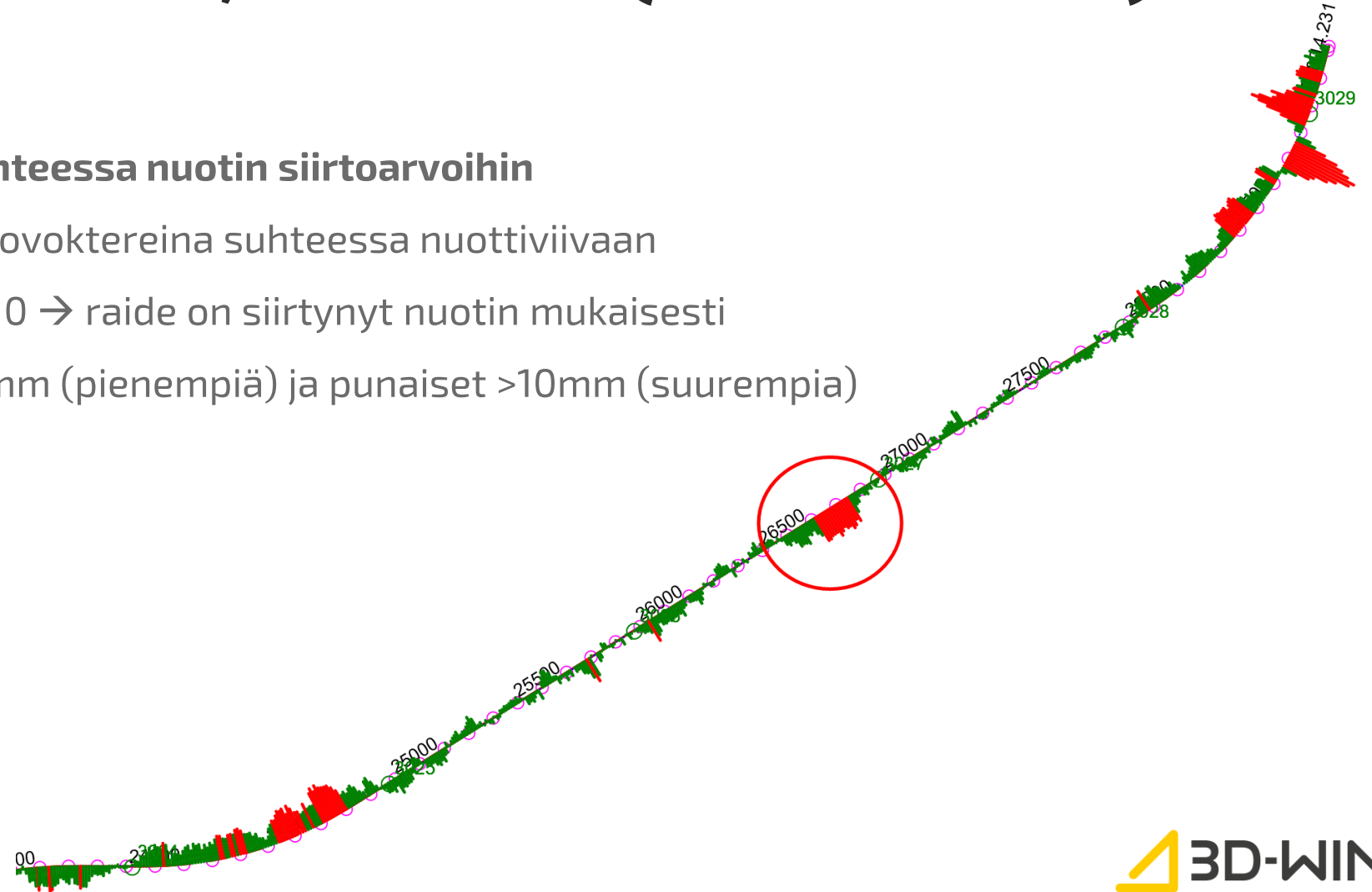
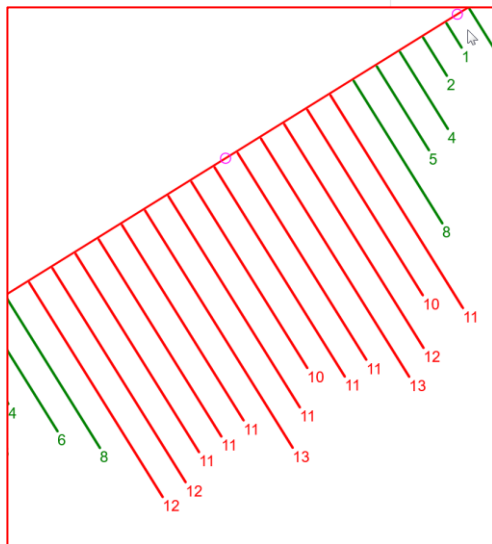
- Noston poikkeamat erovoktereina suhteessa nuottiviivaan
- Mikäli poikkeamat on 0, raide on noussut nuotin mukaisesti
- Vihreät vektorit < 20mm (pienempiä) ja punaiset >20mm (suurempia)
- Mittaustiedosto 10m paaluvälein



NUOTTITARKE, SIIRTO (REKKAUS)

Tuennan toteutuminen suhteessa nuotin siirtoarvoihin

- Siirron poikkeamat erovoktereina suhteessa nuottiviivaan
- Mikäli poikkeamat on 0 → raide on siirtynyt nuotin mukaisesti
- Vihreät vektorit < 10mm (pienempiä) ja punaiset >10mm (suurempia)



NUOTTITARKE

Tuennan toteutuminen suhteessa nuotin siirtoarvoihin

- Tulostaus paalukohtaisesti, paalu ja ratakilometri
- Myös muille pääraiteille (ei pituusmittausraide)
- Listauksessa on geometrian elementit
- Onko poikkeamaa aina tietyllä elementillä?
- dB → vaakaetäisyys nuottiviivan siirtoarvoon
- - merkkinen kasvavaan paalulukuun vasemmalla
- +merkkinen kasvavaan paaluun oikealla
- dZ → korkeusero nuottiviivan nostoarvoon
- -merkkinen arvo nuottiviivan alapuolella
- +merkkinen arvo nuottiviivan yläpuolella

3D-Win Nuottitarke

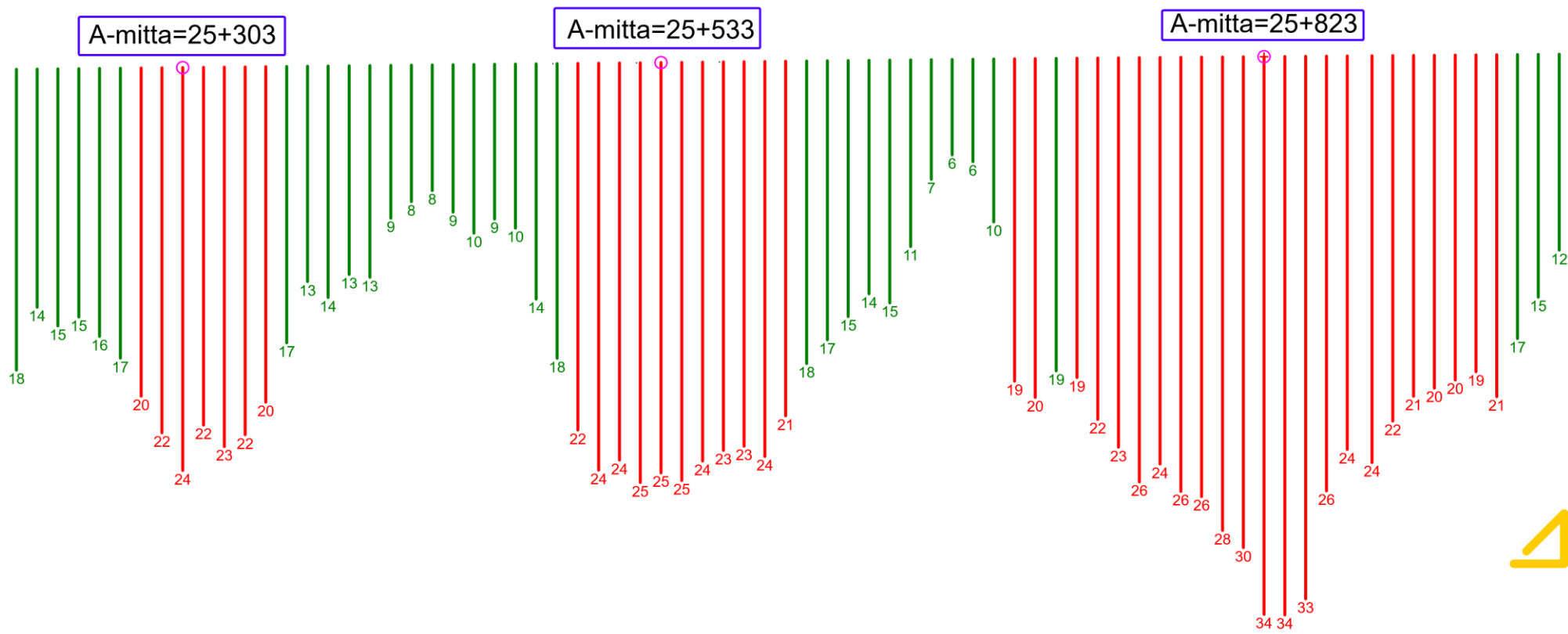
Yritys	Novatron Oy
Päivämäärä	20.3.2025 14:31
Projekti	Raidenuotitus 2025
Rataosa	Raidetarkkeen testaus
Tekijä	Petri Kaihia petri.kaihia@novatron.fi 03 357 2640
Mittalaite	Takymetri
Koordinaatisto	ETRS GKxx
Korkeusjärjestelmä	N2000
Laskettava raide	Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml
Mittaustiedosto	Tarke_Mittaus_Tukemisen jälkeen.gt
Nuottitiedosto	Tallennettu nuottiviiva_notes.pi.tdw
Pituusmittaraide	Testigeometria_Ratapaalu 3000km_001.tg.xml

Elementti	Paalu	Kilometri	dB	dZ	Kommentti
S016	27852.060	3027+979.975	+0.000	-0.025	
S016	27861.995	3027+989.910	+0.003	-0.024	
S016	27871.345	3027+999.260	+0.002	-0.022	
S016	27878.942	3028+007.583	+0.005	-0.019	
C133	27881.323	3028+009.964	+0.006	-0.019	
C133	27891.324	3028+019.965	+0.004	-0.017	
C133	27901.313	3028+029.954	+0.003	-0.016	
C133	27911.326	3028+039.967	+0.001	-0.014	
C133	27921.328	3028+049.969	+0.002	-0.012	
C133	27931.360	3028+060.001	-0.000	-0.012	
C133	27941.360	3028+070.002	-0.001	-0.010	
C133	27951.338	3028+079.979	-0.005	-0.011	
C133	27961.367	3028+090.008	-0.006	-0.010	
C133	27971.370	3028+100.012	-0.007	-0.013	
C133	27981.343	3028+109.984	-0.009	-0.016	
C133	28001.361	3028+130.002	-0.005	-0.008	
C133	28011.326	3028+139.967	-0.008	-0.009	
C133	28021.358	3028+149.999	-0.008	-0.010	
C133	28031.350	3028+159.991	-0.006	-0.010	
C133	28041.343	3028+169.984	-0.006	-0.010	
K017	28047.987	3028+176.628	-0.006	-0.010	
K017	28051.334	3028+179.975	-0.004	-0.010	
K017	28061.348	3028+189.989	-0.003	-0.012	
K017	28071.337	3028+199.978	-0.003	-0.013	
K017	28081.340	3028+209.982	-0.003	-0.015	
K017	28091.355	3028+219.996	-0.004	-0.015	
K017	28101.332	3028+229.973	-0.002	-0.017	
K017	28111.329	3028+239.970	-0.001	-0.016	

NUOTTITARKE, NOSTON TOTEUTUMINEN NUOTTIIN

Tukemisen jälkeinen mittaus verrattu nuottiviivaan noston osalta

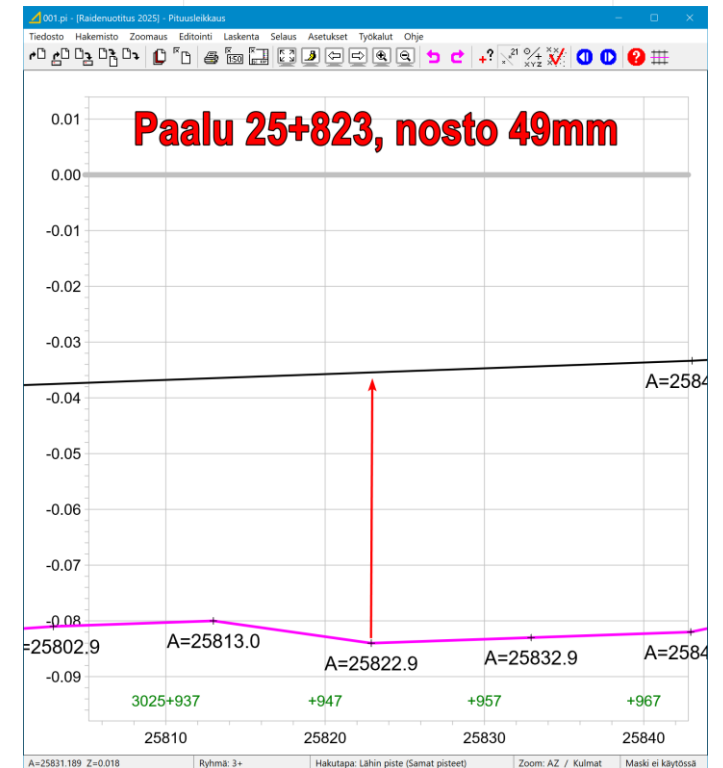
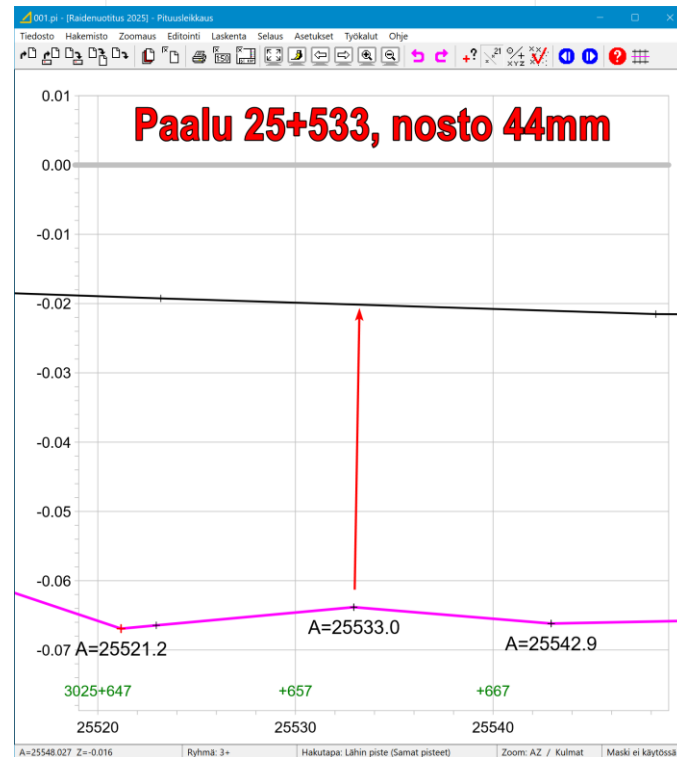
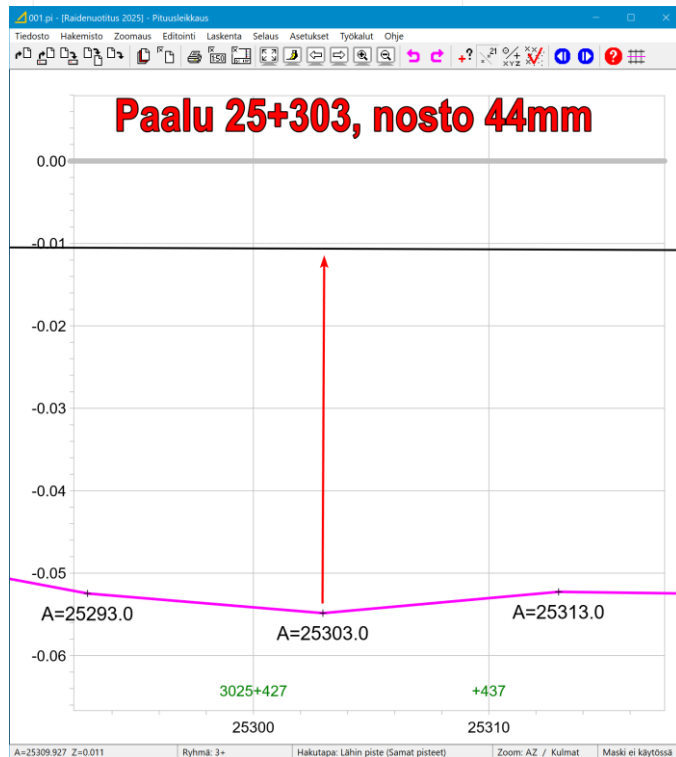
- Esimerkit, missä nostot on jäänyt >20mm (enemmän) nuotin nostoarvoista toteutumatta



NUOTTITARKE, NUOTISSA NOSTOT 40-50MM

Nostot nuotissa on 40-50mm punaisilla erovektori-alueilla

- Tukemisessa raidetta on n.15-20mm nostettu, nuotissa nostot 40-50mm



MISTÄ VOISI JOHTUA..?

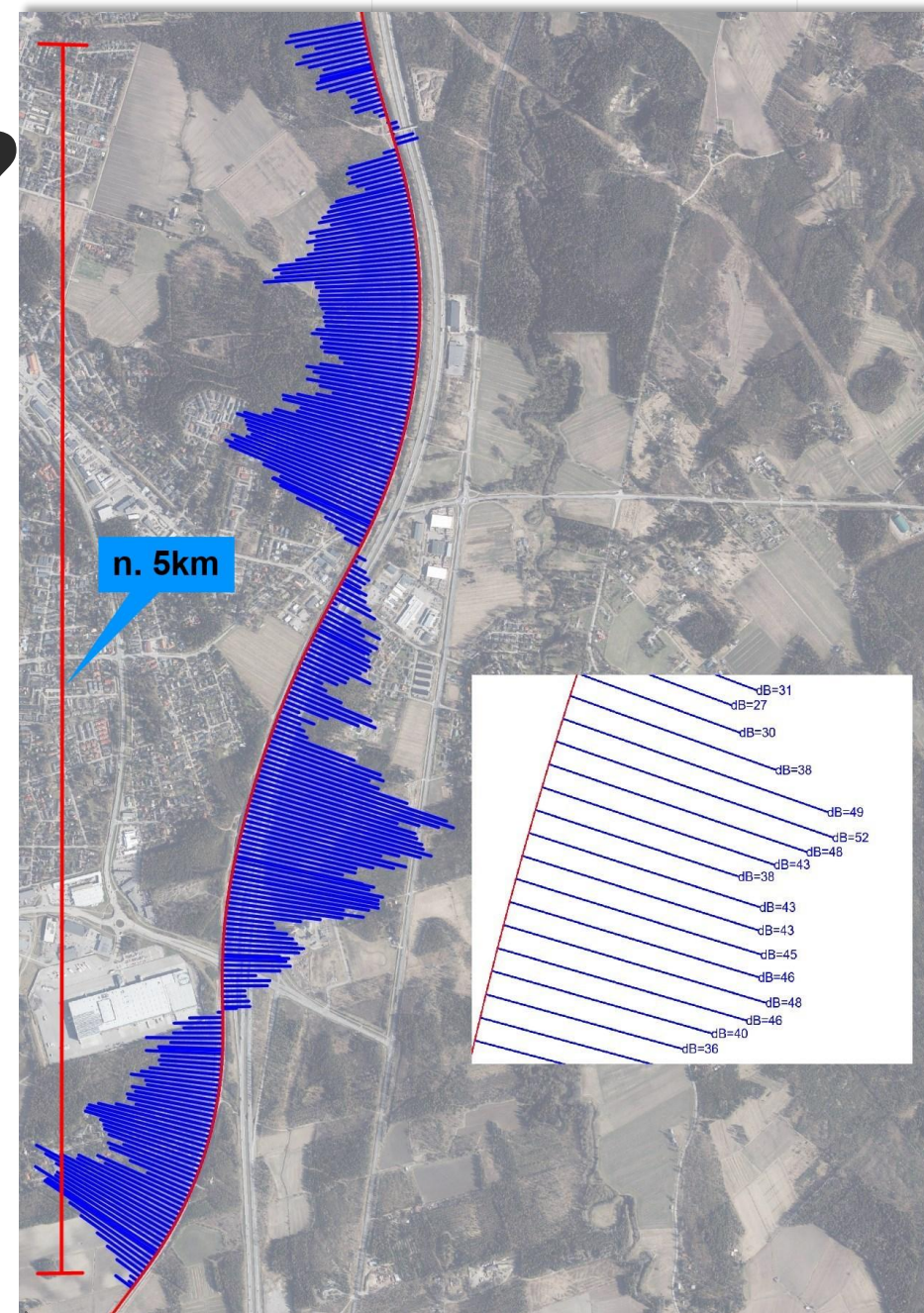
Paaluväli 20m mittaustiedostossa, n. 5km

Erovektoreiden pituudet max 50mm

- Erovektorit on kertoimella korostettu

Mitattu raide on geometriaan verrattuna sisäkaaren puolella

Onko kisko on pyrkinyt “suoristumaan” kaarteissa?



HUOMIOITAVAA..

Alustavasti suunniteltu yhteisesti kunnossapitäjien mittauksen ja mittauskonsulttien kanssa

- Destia, NRC, Kreate, Sweco, GRK, Mitta Oy, Mittausgroup sekä Welado

Mittausten suhteellinen tarkkuus ennen ja jälkeen tuennan

- Mittausten kontrollointi

Mittausperustan ja raidegeometrian keskinäinen tarkkuus/toimivuus

- Raidetarke

Laadunvarmistus yleisesti

- Mittauksessa(kin) virheet kiireessä kasvaa

Tarkkeet, onko tarvetta tietylle formaatille?