

Markkulan Penkereen
Rakentamissuunnittelu ja työmaapalvelu
Samuel Korkeamäki

Taustaa

- Markkulan pengeri sijaitsee Jyväskylän eteläpuolella noin 23 km päässä Jyväskylän keskustasta
- Pengerkorkeus suurimmillaan yli 15 m
- Rataosa rakennettu 1977
- Markkulan penkereellä on ollut tarve tehdä raiteen tuentaa useita kertoja vuodessa.
 - EMMA-mittausten perusteella raiteessa on havaittu D- ja *-luokan virheitä. Myös ajolangan staattisessa mittauksessa on havaittu D- ja *-luokan virheitä.
- Markkulan penkereellä on ollut tilapäinen nopeusrajoitus jo pitkään.
- Markkulan penkereen lähistöllä sijaitsevat Markkulan aks ja Mäntylän aks. Markkulan aks on noin 400 m pitkä ratasilta.



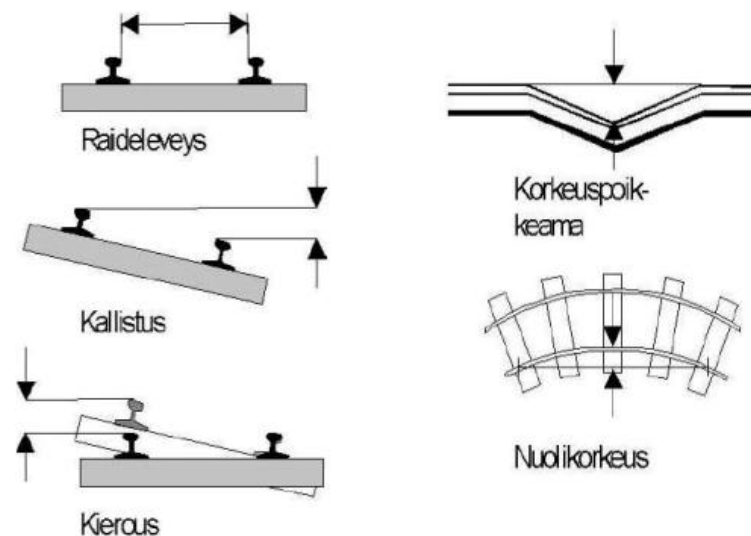
On se korkea!
Ja lohkareitaki se
pitää sisällään

Rataosalla
tunneleiden
korjauksia, joille
varattu 6 viikon
liikennekatkon,
mahdollisesti
pengerkorjauksen

Taustaa

Rata on herkkä!

Pienikin paikallinen muodonmuutos geometriassa näkyy ja tuntuu. Riittävällä vauhdilla saadaan ravintolavaunussa kahvit jo syliin 1 cm poikkeamalla (esim. nuolikorkeus mittakanta 20 m).



Toisaalta suuretkaan muodonmuutokset eivät aiheuta liikkuvalla kalustolle ongelmia kunhan ne ovat lineaarisia.

Taulukko 5. Kallistuspoikkeamien (KALS) raja-arvot [mm]. Kaarteissa kallistus ulkokaarteeseen päin on aina *-luokan virhe.

Virheluokka	Kunnossapitotaso							
	IAA	IA	1	2	3	4	5	6
C	3	3	4	5	6	8	9	10
D	5	5	6	7	8	10	13	15
*	8	8	9	11	12	15	19	21

Taulukko 3. Nuolikorkeuspoikkeamien (NKO20, NKV20) raja-arvot [mm], mittakanta 20 metriä.

Virheluokka	Kunnossapitotaso							
	IAA	IA	1	2	3	4	5	6
C	4	4	5	7	8	10	13	17
D	6	6	7	9	10	14	21	28
*	9	9	10	12	14	19	25	36

Tavoite



Pyrkiä eroon nopeusrajoituksesta ja lisätä siltojen käyttöikä

Työlle on aikaa n. 6 viikkoa. Totaalikatko.

Korjattavaa pengertä n. 750 m sekä korjattavaa siltaa n. 440 m



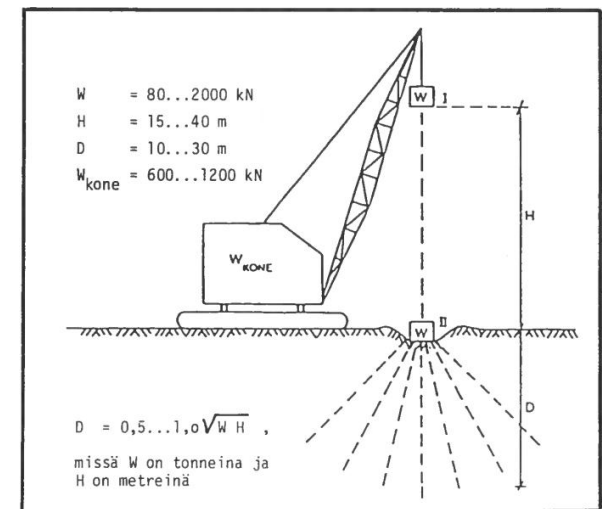
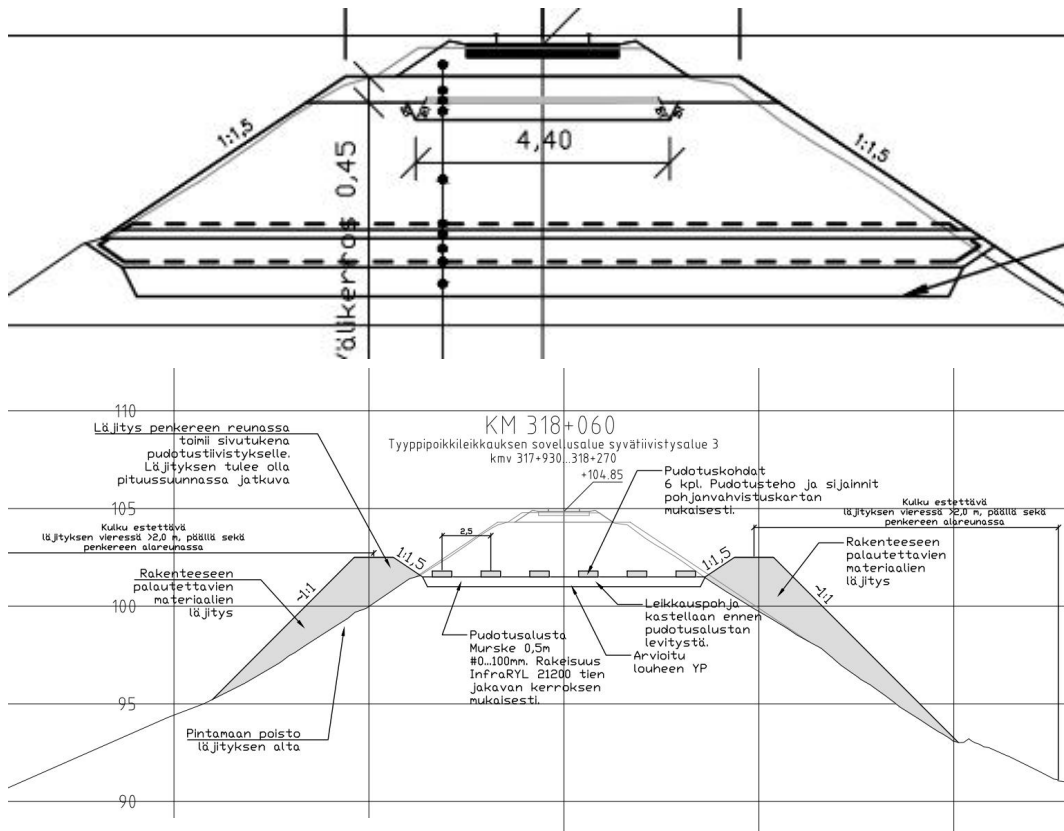
Suunnitteluvaihe

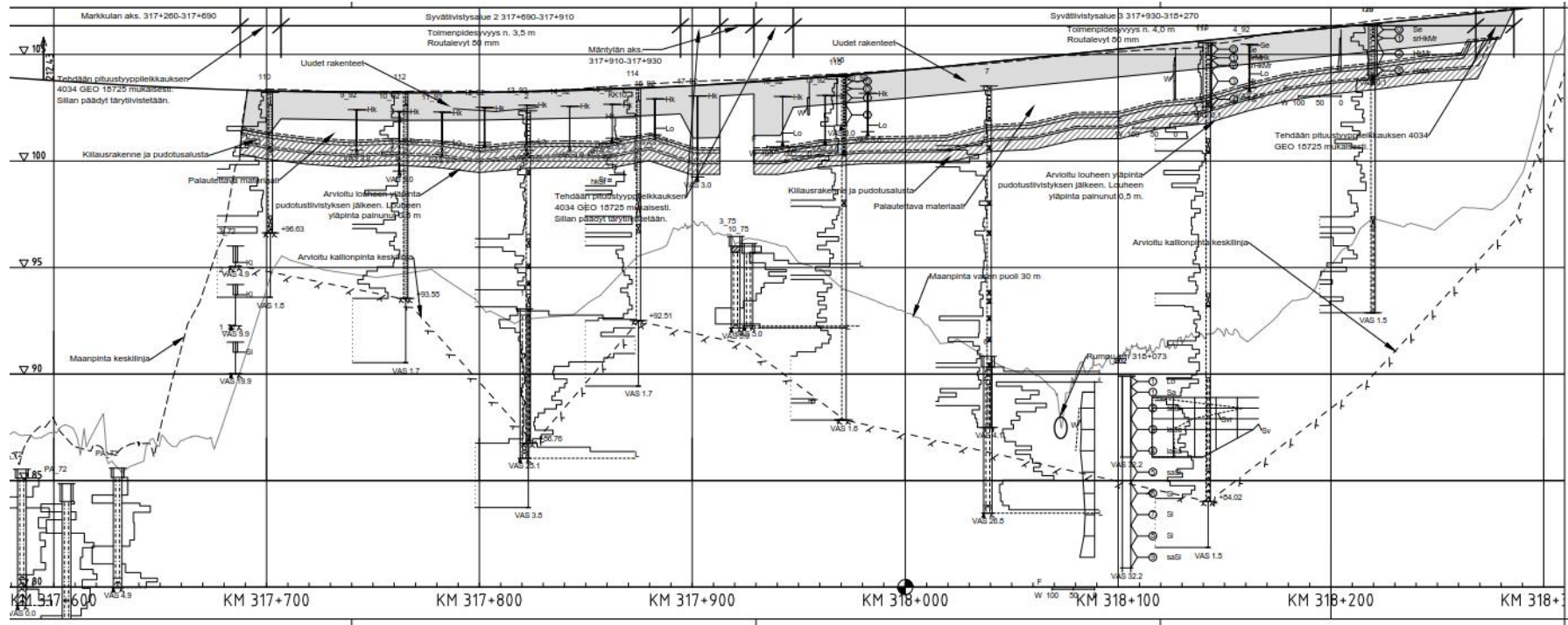
- Lähtötiedon hankinta (Pohjatutkimuksia, koekuoppia, geometriakartoitukset, maastomalli yms.)
- Kohteesta on tehty esiselvitys 2015 (VR Track Oy)
- Mistä ongelma voisi johtua? Stabiilitetti, variseminen, penkereen tiivistyminen, painuminen jne.
- Kohteeseen aiemmin rakennettu lujiteverkko
 - Parantanut tilannetta, mutta ei poistanut ongelmaa
- Pohjanvahvistusvaihtoehtoihin perehtyminen
- Louhe isoa ja tyhjätiloja on havaittu. Lisäksi louheen yläpinnan kiilaus epäilyttävä. Pääsyyksi arvioitu penkereen tiiveys sekä materiaalin variseminen louhetäytön sekaan.
 - Junakuorman vaikutus stabiilitettiin vähäinen ja teorioiden perusteella stabiilitetti asiallinen
 - Rata on n. 40 vuotta vanha, joten painumapotentiaalia pohjamaassa ei pitäisi olla



Suunnitteluvaihe

- Pohjanvahvistusmenetelmäksi valikoitui pudotustiivistys (sekä lujiteverkkorakenne)
 - + Syvyysvaikutus riittävä
 - + Nopeus
 - + Säädettävyys työn aikana
- Riski penkereen lärtistymiselle
 - Varaudutaan seurantamittauksin -> Inklinometrimittaukset
- Penger on avettava





Suunnitteluvaihe

Aikataulutus

- Mitä ehditään tekemään 6 viikon liikennekatkossa.
- Saadaanko kaikki suunnitellusti maaliin -> Työnaiset tarkennukset
- Mitä yllätyksiä pengeri pitää sisällään

Massojen minimointi hyödyntämällä nykyinen eristys- ja välikerros. Massat läjitetään penkereen luiskiin ja hyvälaatuiset palautetaan takaisin. Noin puolet rakennusmateriaaleista saadaan ilman kuljetuksia ja purkutööt nopeutuvat.

Varautumisia mm.

- Pudotustiivistys aloitetaan koepenkereellä
- Automaatti-inklinometrimittaukset (pudotustiivistyksen vaikutus penkereen sivusiirtymään)
- Tärinämittaukset silloille (pudotustiivistyksen tärinävaikutuksen hallitseminen)
- Routalevytyt (lähes puolet eristys- ja välikerroksen näytteistä routivia rakeisuuden perusteella)



Työ alkoi juhannuskatkosta 23.6 ja penger kaivettu tasoon kv-louheen yp. Lisäksi pudotusalusta koepenkereen osalta oli valmiina 28.6.

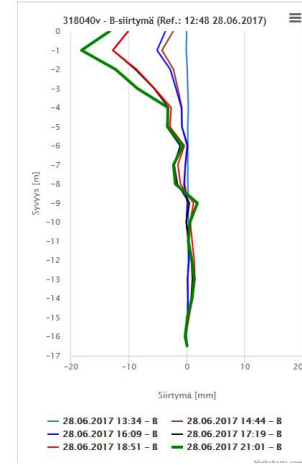
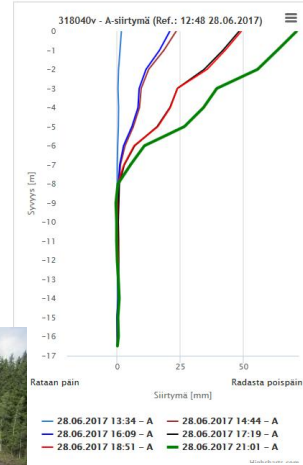
Toteutusvaihe (koepenger)



Toteutusvaihe (koepenger)



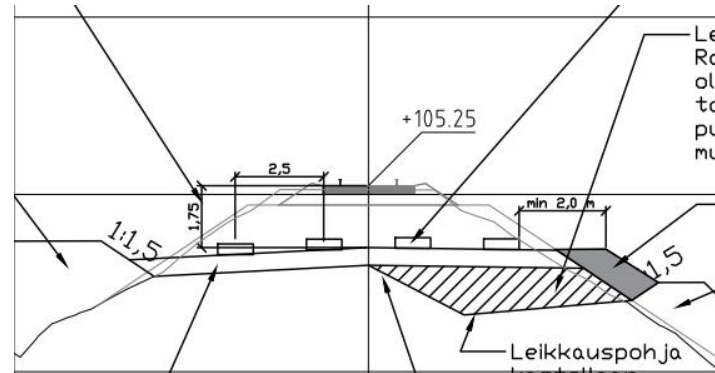
13.39	13.44	13.49	13.54	13.59
14.04	14.09	14.14	14.19	14.24
14.29	14.34	14.39	14.44	14.49
14.54	14.59	15.04	15.09	15.14
15.19	15.24	15.29	15.34	15.39
15.44	15.49	15.54	15.59	16.04
16.09	16.14	16.19	16.24	16.29
16.34	16.39	16.44	16.49	16.54
16.59	17.04	17.09	17.14	17.19
17.24	17.29	17.55	18.00	18.06
18.11	18.16	18.21	18.26	18.31
18.36	18.41	18.46	18.51	18.56
19.01	19.06	19.11	19.16	19.21
19.26	19.31	19.36	19.41	19.46
19.51	19.56	20.01	20.06	20.11
20.16	20.21	20.26	20.31	20.36
20.41	20.46	20.51	20.56	20.61



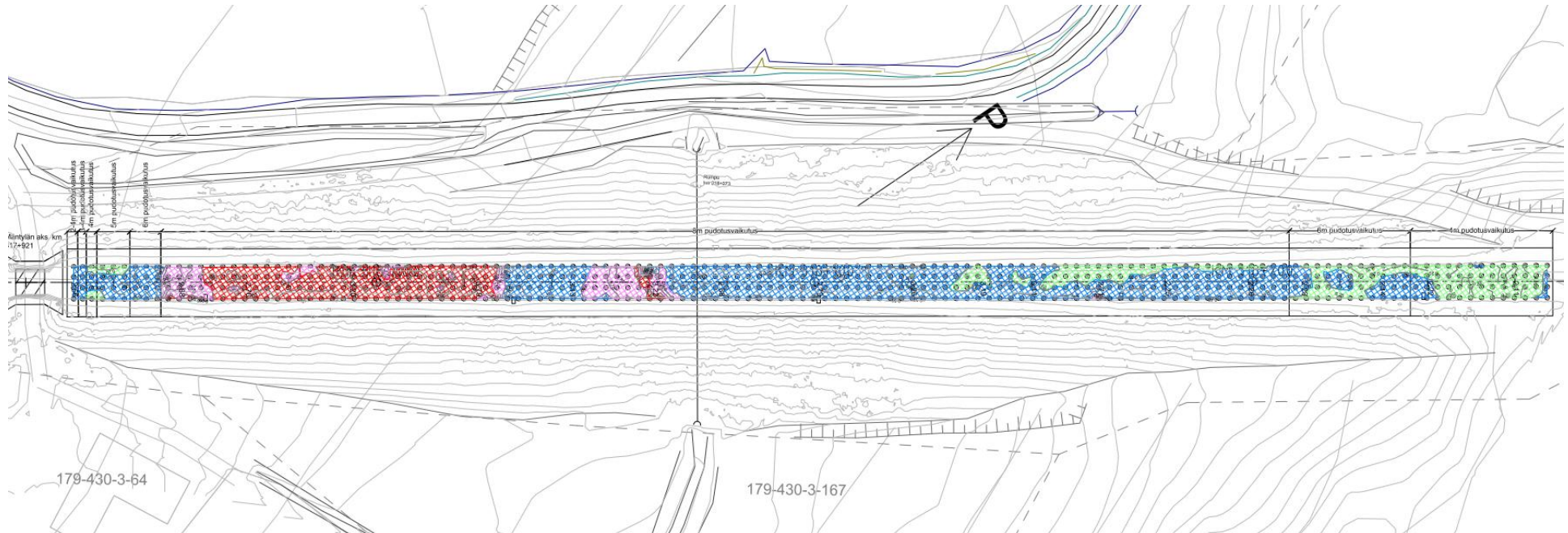
Toteutusvaihe (koepenger)



Toteutusvaihe (pudotusalustan iterointia)



Toteutusvaihe



Pudotustiivistyksellä saavutettua penkereen tiivistymistä. Suunnitellut pudotusvaikutukset 3-8 m. Eli suurin teho 8 m pudotusvaikutus = pudotuskorkeus 10 m järkäle 10 t

	0,0 m...0,3 m
	0,3 m...0,6 m
	0,6 m...0,9 m
	0,9 m...1,2 m

Yhteenveto

Työ saatiin pieniä tarkennuksia lukuun ottamatta suunnitellusti maaliin

- Pudotustiivistys onnistui suunnitellusti toteutuma oli n. 10 000 lyöntiä. Aikaa kului noin 7 vuorokautta kolmivuorotyönä.
- Merkittäviltä yllätyksiltä säästyttiin
- Kolmivuorotyö aiheutti ongelmia tiedonkulussa.
- Rummut ja sillat pysyi ehjänä
- Aikataulussa pysyttiin

Opiksi

- Aikarajoitetussa hankkeessa lienee syytä järjestää urakoitsijavetoinen palaveri, missä käydään lävitse kriittisimpien työvaiheiden toteutus seikkaperäisesti.
- Suunnitelmissa oli muutama toteuman mukaisesti sovitettava työvaihe. Näiden sovittaminen kiireessä oli jokseenkin haasteellista.

Lopullinen onnistuminen nähdään n. 3 kk kuluessa

- Tähän asti kohde on nopeusrajoitettuna 80 km/h ja radan kuntoa monitoroidaan
- Lisäksi raidetta tuetaan 2-3 kertaa



KIITOS!



Pudotuskorkeudet 2, 4, 6 ja 8 m.