



Rail Baltic, geolujitetun pystyjoitetun siltapenkereen
sortuma
05.2024

SGY Pohjanvahvistuspäivä 21.8.2025, Otaniemi

Mattias Olep
Geolep OY

Tausta: Rail Baltica menee Tallinnasta Pärnun kautta Latviaan (ja Berliiniin) ja Viron pätkällä on noin 30 silta.

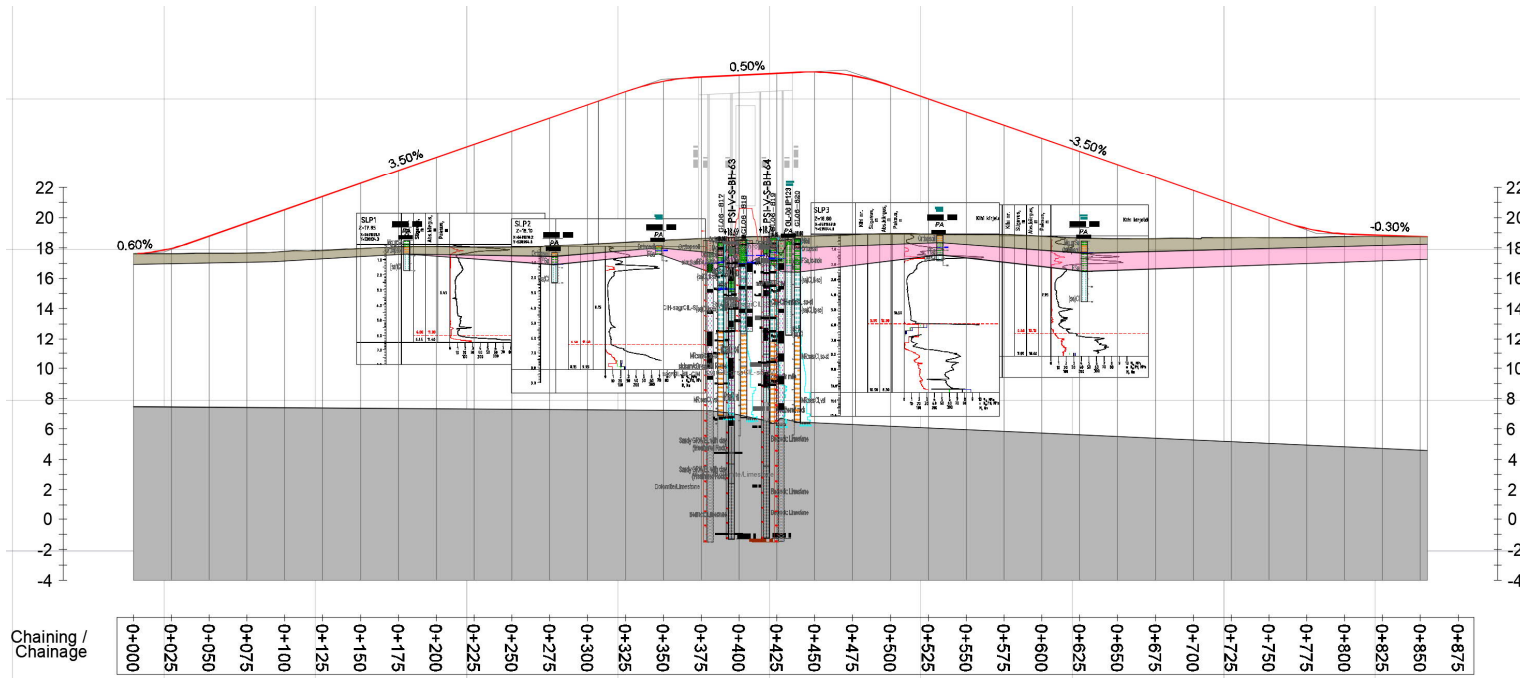


Rail Baltica Viron pätkällä on noin 30 siltaa. Kivisilla on 1 niistä ja se on Pärnun lähellä.



Maaperä:

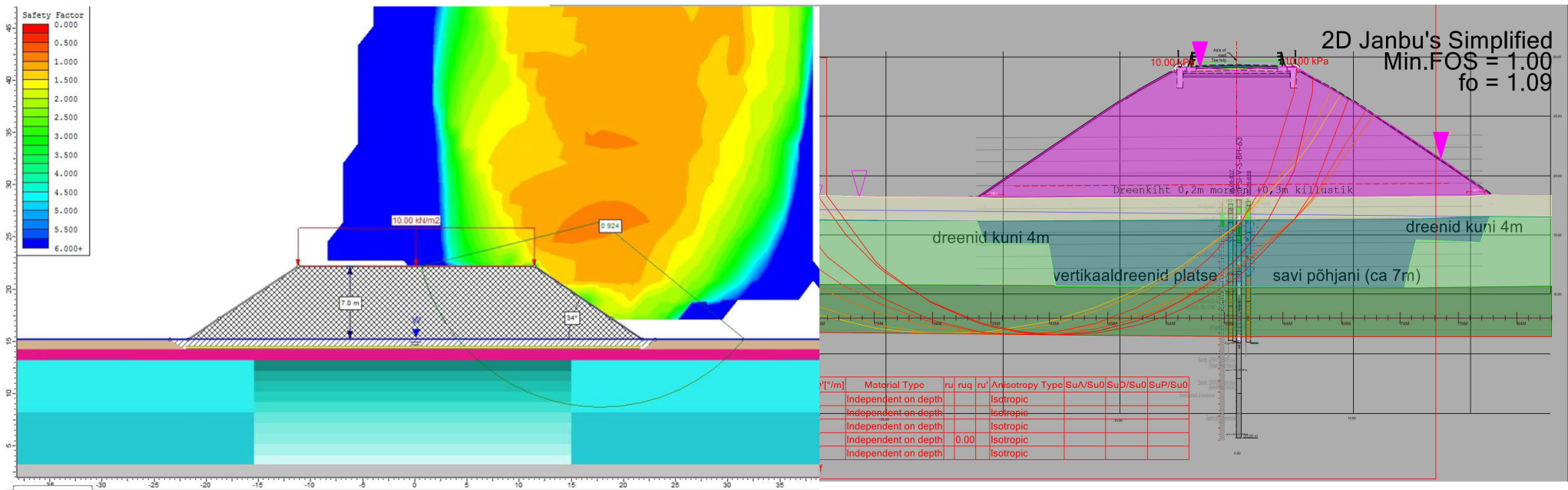
- Pärnun alueella on 5-20m heikkoa savea ja sen päällä 1-2m hiekkaa.
- Kivisillan 900m pätkällä on noin 5-7m savea. Alustava tutkimus tehtiin vain sillan pylväiden alueella. Ennen rakentamista lisättiin tutkimuspisteitä.
- Penger rakennettiin vanhan talvella käytetyn metsätien paikalle



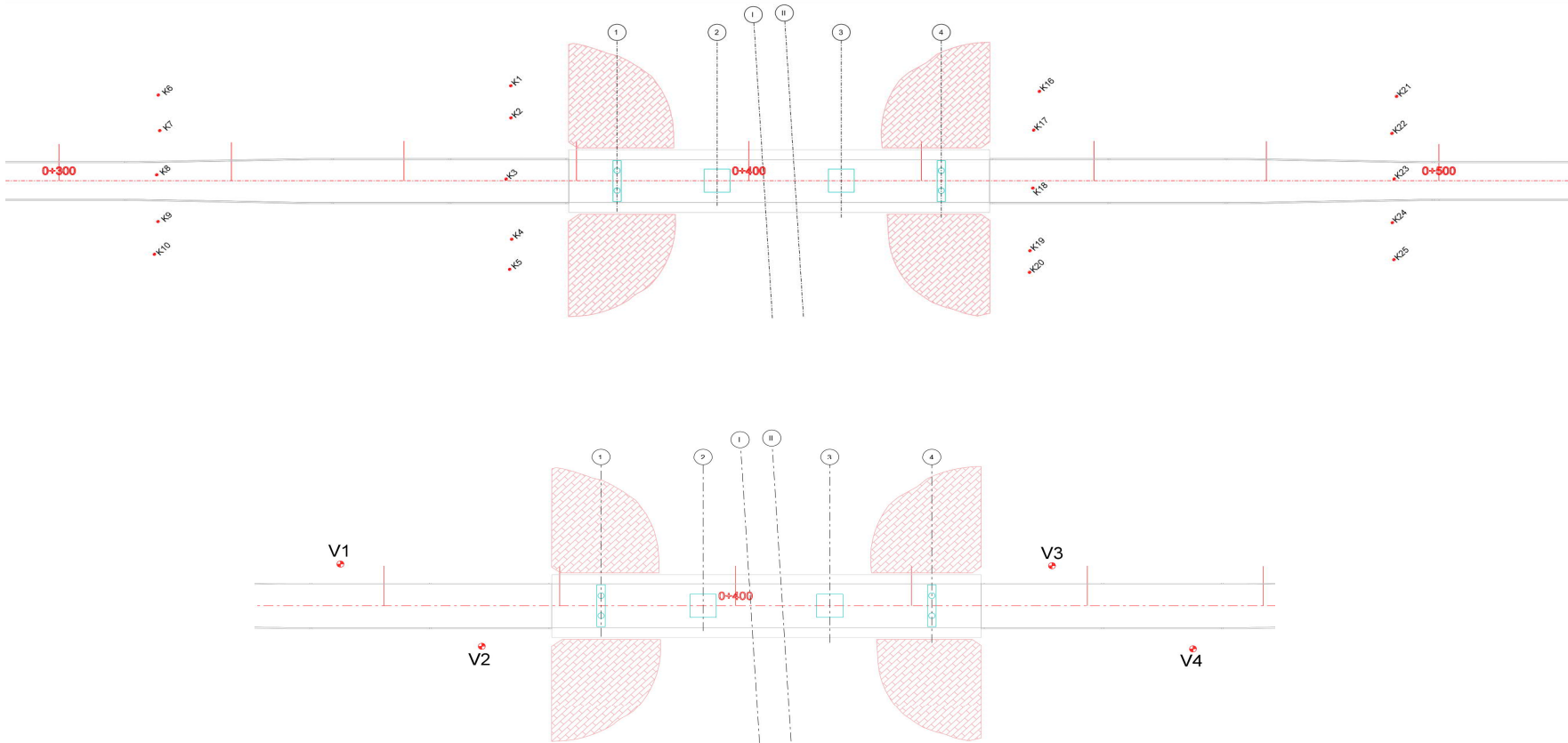
.Suunnitelma:

Pystyojat + geoluijtteet (4-9m 600/50 ja
9-11,5m 800/50 kN/m)

- 1) Ensimmäisen vaiheen ratkaisu OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH and PROINTEC S.A – oletettu saveen syvyys 12m
- 2) Rakennusvaiheen tarkistus Geolep OY- tarkistettu saveen syvyys 7m



Rakennusaikainen monitorointi : suunnitelman ensivaiheessa oli monitorointi vähäinen ja tilaaja ei vaatinut lisätutkimuksia rakennusvaiheessa ja rakentaja ei halunnut lisäkustannuksia



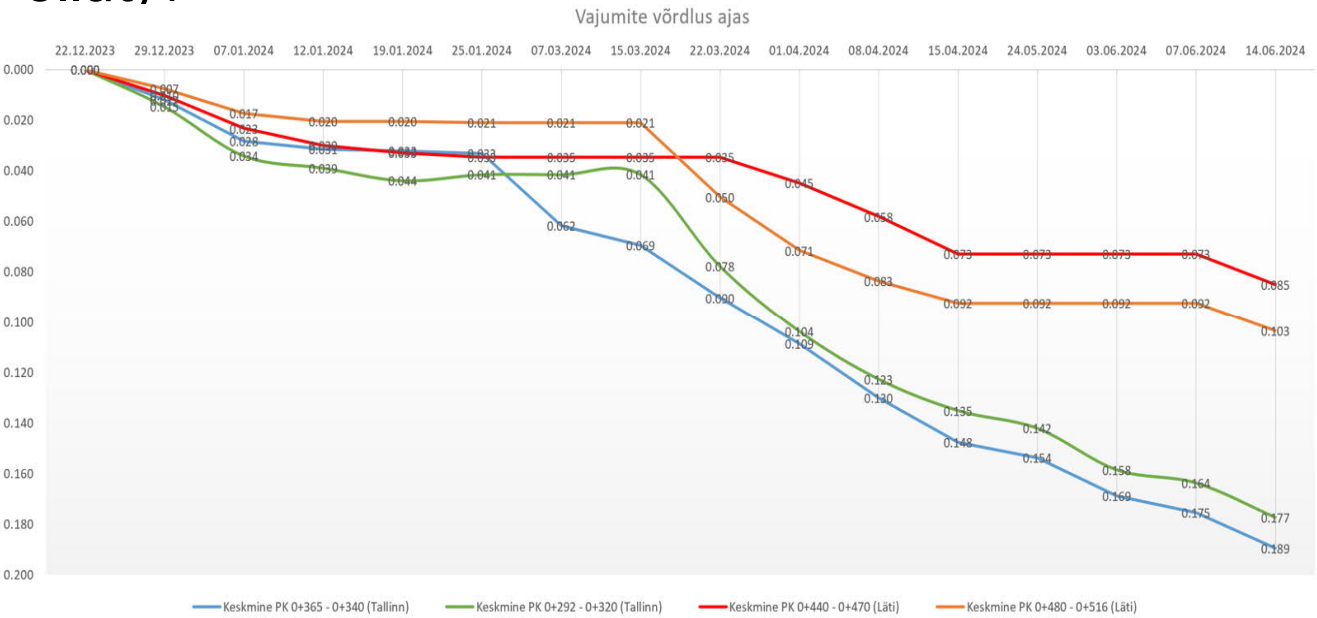
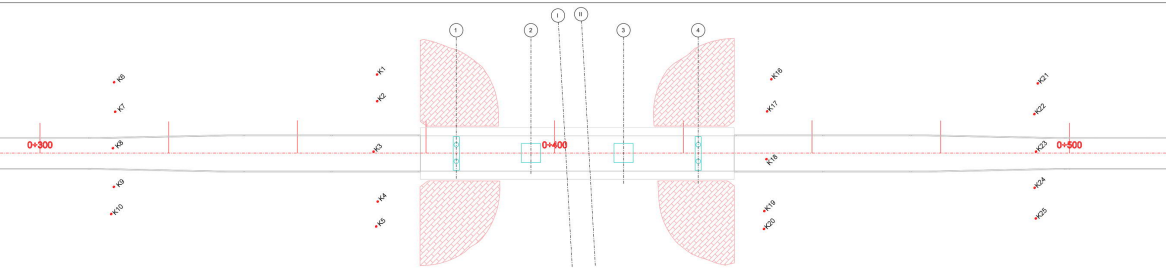
Rakentaminen (pystyjojat : k/k väli 1,5m ja suodatinkerros): aikaa vaan 1v!



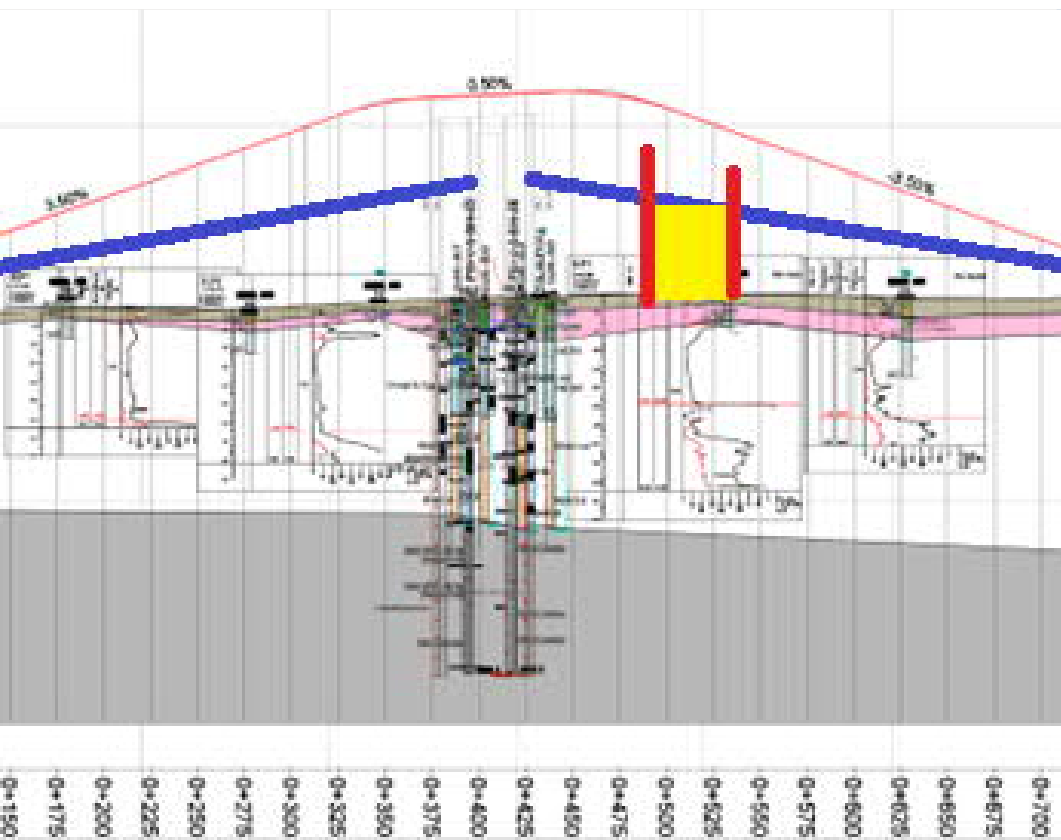
Rakentaminen (geoluijtteet kudottu polyesteri 600 ja 800 kN/m):



Rakentaminen:
 Hiekkaa lisättiin 2m joka noin 2 kk
 välein (1-3kk) ja rakenusaikana
 mitattiin 4x5 pisteen keskipainumat
 (huokospaineiden seurantaa ei
 ollut) :



keus	Uusi kerros kuin max painuma mm	Mitattu aika
	20mm per vk	1,5kk
	15mm per vk	3kk
	10mm per vk	3kk
	10mm per 2vk	1,5kk
	10 mm per 2 vk	2 kk



70m pätjän sortuma
keväällä 2024
(pengeren korkeus vain 5 m):

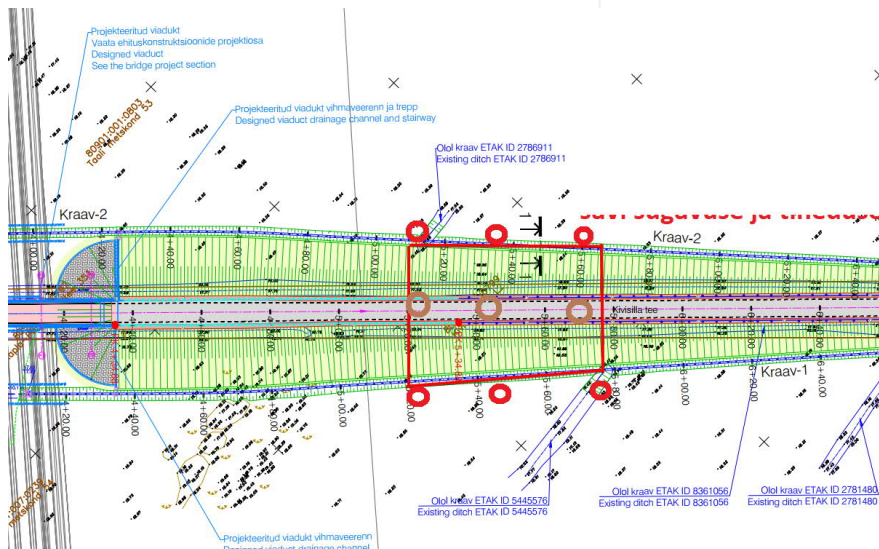


Sortuman
vieressä oli penger sulanut ja vettä
oli tullut ulos

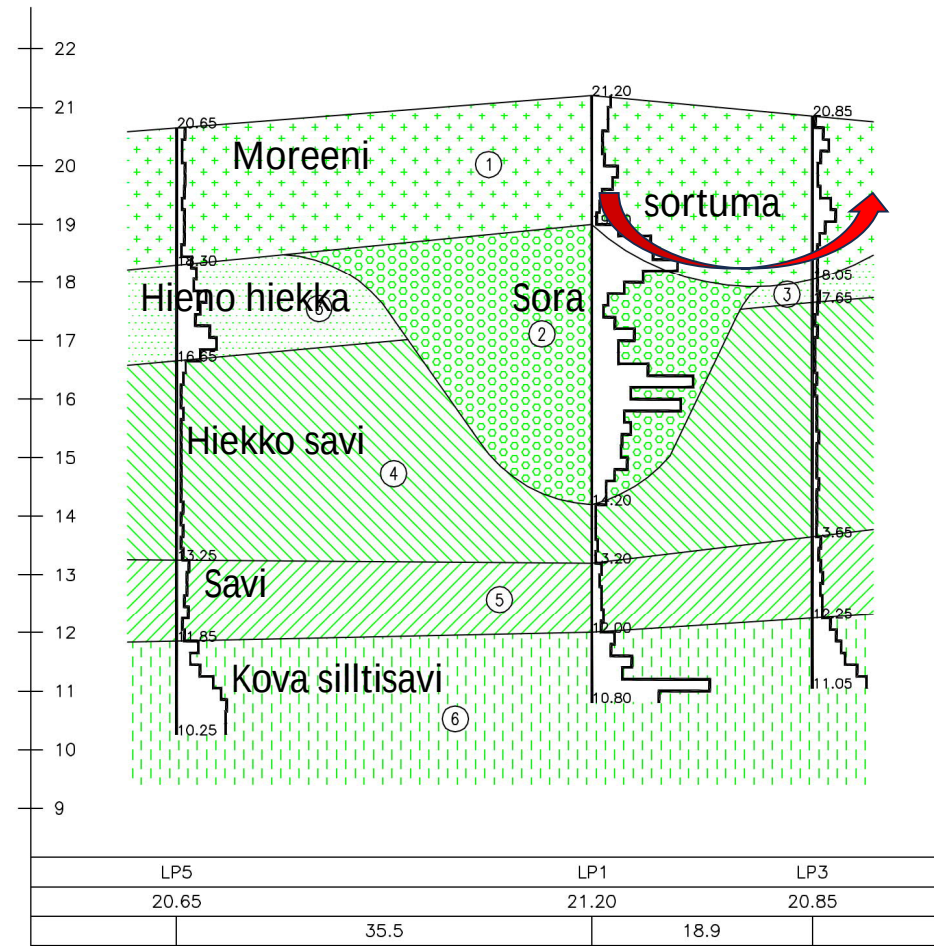
Sortuma kaivettiin auki ja havaittiin
että luijtte oli
katkennut penkeren keskellä,
liukupinta oli ca 2m maantasosta
syvemmmällä
(ei 5 m syvyydessä missä on
heikoin savikerros)



Sortuma:
Vielä tarkempi tutkimus
sortuman alueella: ca
15x15m laaja x 4m paksu
sora linssi pehmeän saven
keskellä

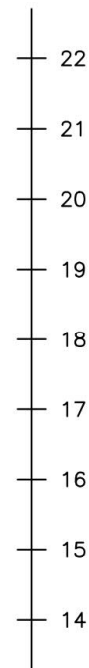
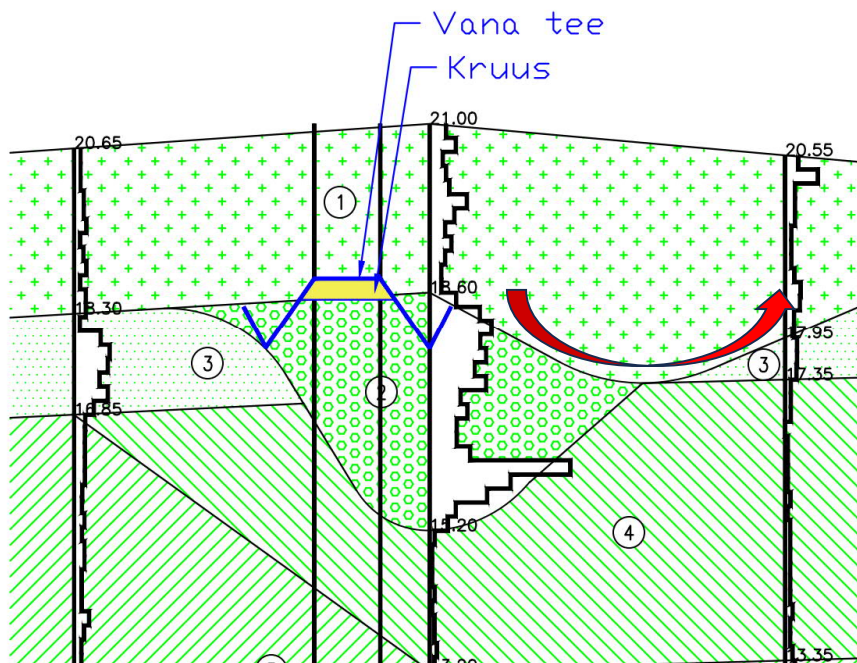


PROFIIL V - V'



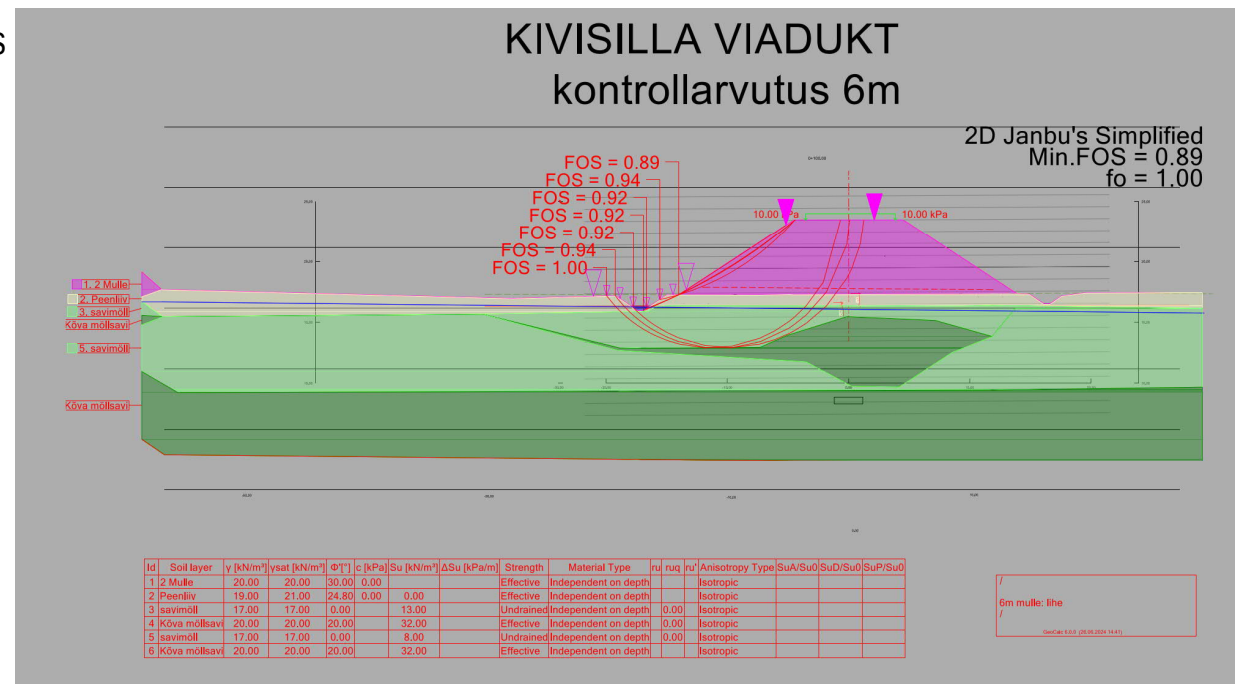
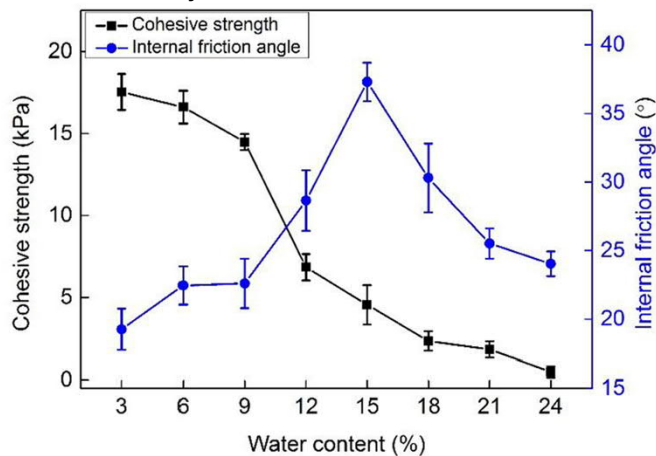
Sortuma

Tilaajaan näkökulma: onko soralinssi sittenkin vanha tiepenger, mikä on jäänyt poistamatta?

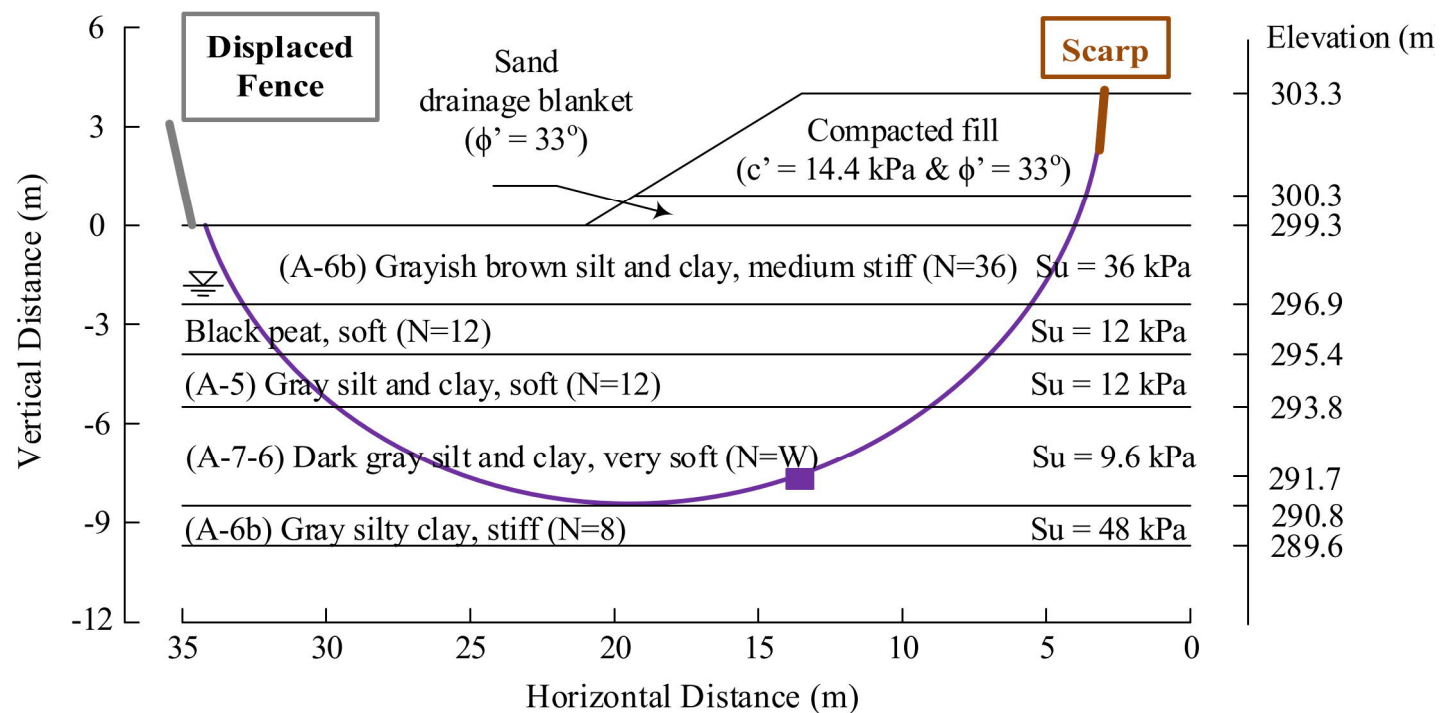


Sortuman mallinnus– penkeren täytön kitkakulma laskettiin (35° – $>30^\circ$) ja tavoite oli että liukupinta on maantason lähellä ja lujite antaa periksi

Veden sisällön % ja kitkakulman riippuvuus
Yoon Keon Kim ja Woo Chun Choi 2020



Esimerkki Amerikasta (Ohio 2007): pystyjojat eivät toiminut, vaan menivät umpeen



Vertailutaulukko

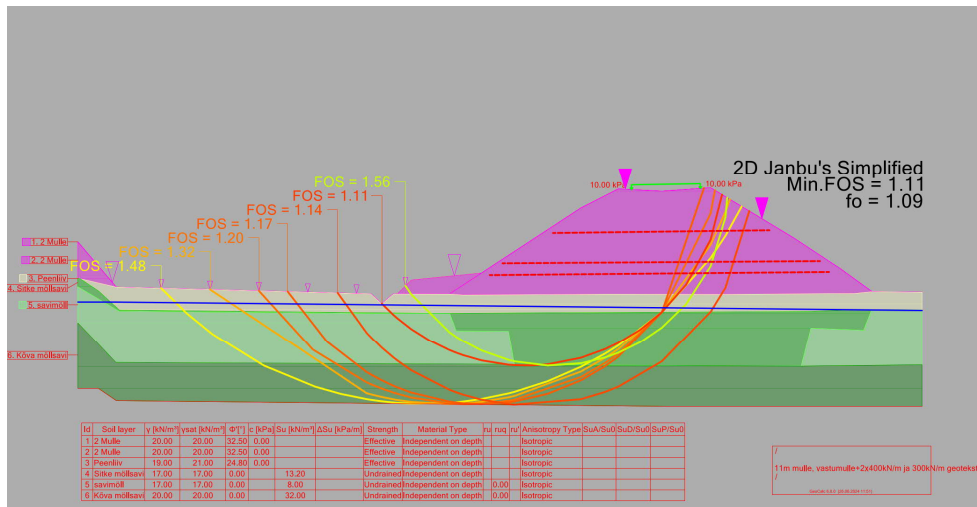
Sortuma/ maaperä ja rakenne	2007 Ohio sortuma	2024 Kivisilla sortuma
Heikko savi	6,1m	4-5m
Siltapenkeren suunnittelukorkeus	9,8m	11m
Pystyojat	kyllä	kyllä
Geolujite	ei	kyllä (600/50 ja 800/50 kN/m)
Sortuman aikainen korkeus	4m	5m
Sortuman laajuus	91m	70m
Liukupinnan syvyys	9m	1,5m

Sortuman yhteenveto

- 1) Sortuma johtui useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta.
- 2) Luijite katkesi penkereen keskellä, missä olivat myös ajourat.
- 3) Latvian puolella rampin alla olevat pystyosat eivät toiminut yhtä hyvin (painumat 2x pienemmät) joko erilaisen geologian (sora) tai tukosten vuoksi (Ohio 2007).
- 4). Kun penger rakennettiin talvella ja liian kosteana syksyllä, vesi jäi penkereen loukkuun luiskien jäätyessä. Pengermateriaalilla (Tm65), voi olla korkea hienoainepitoisuus (n. 20 %). Tällaisen materiaalin sisäinen kitkakulma ja leikkauslujuus katoavat nopeasti, jos vettä on riittävästi
- 7) Rakennusaika 1v oli liian lyhyt.
- 5) Vahvan (soralinssi) ja heikon kerroksen välinen raja suosii/ohjaa liukupinnan muodostumista.
- 6). Linssi olisi voitu löytää vain pienellä askeleella ja syvällä tutkimuksella (20 m väli ja 10 m syvyys). Kohteeseen on tehty 3 selvitystä (Reaal 2020, IPT 2023 ja REI 2024), joista jälkimmäinen löysi tämän linssin.

Korjaus

- 1) Sortuma alue kaivettiin auki (80m x20-30m alue ja noin 5m syvyys) ja täytettiin hiekalla
- 2) Vanha luitte 600kN/m poistettiin sortuma alueelta
- 3) Vastapenger 4,5x2 m (koko korkean pengerryksen pituudelta km 0+200 – 0+370 ja km 0+445 – 0+620).
- 4) 400 kN/m PET 2 kangas metrin korkeudella
- 5) 400 kN/m PET 3 kangas metrin korkeudella
- 6) 300 kN/m PET kangas 5 metrin korkeudella (koko korkean pengerryksen alueelle)



RB sortuma

