

Nivalan kaupunki
Kalliontie 15
85500 Nivala

Työ n:o 12941
21.12.2023

Nivalan kaupunki

Sahantien silta geotekninen suunnittelu- raportti

Nivala

SISÄLLYS

1	TEHTÄVÄ	1
2	TUTKIMUKSET	1
3	TUTKIMUSTULOKSET	1
3.1	Kohdekuvaus	1
3.2	Geotekninen kuvaus	1
3.3	Maaperän aggressiivisuus ja pilaantuneisuus	2
4	PERUSTAMINEN	2
4.1	Perustamistapa	2
4.2	Routasuojaus	2
4.3	Erosiosuojaus	3
5	GEOTEKNISET MITOITUSLASKELMAT	3
6	MAARAKENNUSTYÖT	3
6.1	Täyttötyöt	3
6.2	Kaivutyöt	4
7	JATKOTOIMENPITEET	4

Liitteet: Sijaintikartta, 1 s.
Pohjatutkimuskartta, piir.n:o 1
Pohjatutkimusleikkaus A-A, piir.n:o 2
Pohjatutkimusleikkaukset T1-T1 ja T2-T2, piir.n:o 3
Pohjatutkimusleikkaukset B-B ja C-C, piir.n:o 4
Laskentatulosteet, 4 s.
Laboratorioselosteet, 2 s.

1 TEHTÄVÄ

Nivalan kaupungin toimeksiannosta Geobotnia Oy on laatinut Nivalassa sijaitsevasta Sahantien sillasta geoteknisen suunnitteluraportin. Pohjatutkimus on tehty siltapaikalle rakennettävien maaperäolosuhteiden selvittämiseksi ja geoteknisen suunnitteluraportin laatimiseksi. Kenttätyöt on tehty viikoilla 35–39/ 2023.

2 TUTKIMUKSET

Pohjatutkimusohjelman on laatinut Geobotnia Oy ja pohjatutkimukset on suorittanut Afry Finland Oy. Pohjatutkimus on tehty puristinheijarikairauksena 6 pisteessä, porakonekairauksena 2 pisteessä ja ottamalla häiriintyneitä maanäytteitä 5 pisteestä, yhteensä 9 kpl. Yhteensä 16 maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja muille näytteille maalaji on arvioitu silmämääräisesti. Kaikille maanäytteille on tehty vesipitoisuusmääritys.

Lisäksi koekuoppatutkimuksilla on pyritty selvittämään nykyisen sillan rakenteita, jotka voisivat olla esteenä uuden sillan paalujen asennukselle. Siltapaikan läheisyyteen on asennettu myös uusi pohjaveden mittausputki.

Tutkimuspisteiden sijainti on sidottu ETRS-GK25 – koordinaattijärjestelmään ja N2000-korkeusjärjestelmään.

Tutkimuspisteiden sijainti ja mittaustulokset on esitetty liitteenä olevassa pohjatutkimuskartassa, piir. n:o 1.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Kohdekuvaus

Kohde sijaitsee Nivalan kaupungissa, jossa Sahantie ylittää Malisjoen. Paikalla on olemassa oleva huonokuntoinen silta, joka tullaan purkamaan ja paikalle rakennetaan uusi silta.

3.2 Geotekninen kuvaus

Ylimpänä maakerroksena on täytemaata. Täytöt koostuvat tien rakennekerroksista ja nykyisen sillan kohdalla sekalaisesta täytemaasta, jonka seassa on havaittu tiiltä ja puuta. Täytemaa on rakeisuudeltaan soraa tai moreenia, jonka seassa on havaittu paikoitellen myös humusmaata. Täytemaan vesipitoisuus on 2,2...23,8 paino-%.

Täytemaan alla hyvin löyhää siltistä tai savista hiekkamoreenia, jonka vesipitoisuus on 11,2...13,5 paino%. Paikoitellen otetut maanäytteet ovat savista silttiä tai hiekkaista silttiä, mutta vesipitoisuuden sekä kairaajan tekemien silmämääräisten havaintojen perusteella, kyseessä on kuitenkin hienoainemoreeni, joka on paikoitellen lajittunutta. Näiden havaintojen perusteella, alueella ei havaita varsinaista silttiä tai savi pehmeikköä.

Alimpana maakerroksena tiiveydeltään vaihtelevaa; keskitiivistä tai tiivistä moreenia. Porakonekairauksilla kallionpinta on havaittu tasolla +34,4...36,4 (23,4...23,6 syvyydellä nykyisestä maanpinnasta).

Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen, kiveen, lohkareseen tai kallioon tasolla 62,77...+80,22 (n. 1...18 m syvyyteen maanpinnasta).

Pohjavesipinta pohjaveden mittausputkesta aikavälillä 14.9.2023...9.10.2023 on havaittu sijaitsevan tasolla +78,67...+78,93 (2,45...2,71 syvyydessä maanpinnasta).

3.3 Maaperän aggressiivisuus ja pilaantuneisuus

Maaperän aggressiivisuuden tutkimiseksi on otettu maanäytteitä kahdesta tutkimuspisteestä (1 ja 11). Maanäytteitä on otettu 1...5,5 metrin syvyydeltä maanpinnasta, yhteensä 4 kpl. Maanäytteistä on tutkittu hehikutushäviö, sähkönjohtavuus, pH, kloridi- ja sulfaattipitoisuus. Meluseinien suunnittelussa on sovellettu em. tutkimustuloksia. Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden korroosiotutkimusten tulokset.

Taulukko 1. Maanäytteiden korroosiotutkimusten tulokset.

Analyysi:	Hehikutushäviö [% ka]	Sähkönjohtavuus [mS/m]	pH	Kloridi Cl ⁻ [mg/kg]	Sulfaatti SO ₄ ²⁻ [mg/kg]
<i>Piste/syvyys:</i>	<i>Analyysitulokset:</i>				
P11, 2,0 m	0,8	3,3	6,1	<5	<250
P11, 5,5 m	0,8	4,2	6,6	<5	<250
P1, 1–2 m	7,2	6,7	6,3	<5	<250
P1, 3–4 m	0,9	4,8	7,2	<5	<250

Teräksen korrosio ja teräsbetonin rasitusluokka

Pohjatutkimusten perusteella pohjamaan korrosio-olosuhteet ovat tavanomaiset. Mikäli siltaan tulee teräsrakenteita, tulee korrosiovarana käyttää suunnittelussa 2,5 mm, kun tavoiteikä on 100 v.

RIL PO-2016 mukaan teräsbetonirakenteiden rasitusluokka on XC2 ja suunnittelukäyttöikä on 100 vuotta.

Maaperän pilaantuneisuus

Sillan kohdalla ei ole tutkittu maaperän pilaantuneisuutta. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei havaittu merkkejä pilaantuneisuudesta, mutta pohjatutkimuksissa on havaittu nykyisen sillan tulopenkereiden täytöissä tiiliä ja puuta. Maarakennustöiden aikana tulee havainnoida maaperän pilaantuneisuutta aistinvaraisesti, ja mikäli havaitaan poikkeavaa hajua tms., tulisi maaperän pilaantuneisuus selvittää.

4 PERUSTAMINEN

Uuden sillan geotekninen luokka on GL2 ja seuraamusluokka on CC2.

4.1 Perustamistapa

Silta esitetään perustettavaksi paaluille. Paalut ovat tiiviiseen moreeniin tukeutuvia tuki-paaluja ja paalutustyöluokka on PTL2.

Sillan tulopenkereet perustetaan maanvaraisesti.

4.2 Routasuojaus

Siltapaikalla pohjamaa on routivaa. Routasuojauksen suunnittelussa käytettävä kerran 50 vuodessa esiintyvä pakkasmäärä on F₅₀ = 48 000 Kh. Routimaton perustamissyvyys on 2,2 m. Routimattoman perustamissyvyyden yläpuolelle tulevat rakenteet tulee routasuojata.

4.3 Eroosiosuojaus

Etuluiskiin tehdään eroosiosuojaus, jonka paksuus on 400 mm ja materiaali on karkea sora, murske tai pienlouhe, raekoko $d_{100} = 50...200$ mm. Eroosiosuojauksen alle asennetaan N4 luokan suodatinkangas.

5 GEOTEKNISET MITOITUSLASKELMAT

Stabiiliteettilaskenta on tehty Geostudion SLOPE/W laskentamoduulilla käyttäen Morgenstern-Pricen laskentamenetelmää. Laskennoissa on käytetty ympyräliukupintaa tulopenkereen stabiiliteetin tarkastelemiseksi lyhytaikaisessa kuormitustilanteessa. Käytetyt maaparametrit on esitetty liitteenä olevissa laskentatulosteissa. Murto- ja käyttörajatila-tarkastelut on tehty sillan tulopenkereelle tien pituussuunnassa.

Uudella sillalla on yksi kuormituskaista, jonka vuoksi pituussuuntaisissa stabiiliteettitarkasteluissa tieliikennekuorman ominaisarvona on käytetty keskimääräistä tieliikennekuormaa $q_1=40$ kPa, jolloin siirtymälaatan kohdalla kuormana on käytetty $q_{2, mrt} = 111$ kPa Eurokoodin soveltamisohjeen, Geotekninen suunnittelu - NCCI 7 kuvan 9 mukaisesti laskettuna. Siirtymälaatan ulkopuolella tieliikennekuorman suuruutena on käytetty 9 kPa suuruista liikennekuormaa.

Käyttörajatilatarkastelussa ei ole huomioitu liikennekuormaa. Murtorajatilassa kuormat on kerrottu tieliikennekuorman osavarmuuskertoimella 1,15 Väyläviraston suunnitteluohjeen NCCI7 liitteenä olevan taulukon A.3b(FI) mukaisesti.

Käyttörajatila- ja murtorajatilatarkasteluissa käytetyt maaparametrien osavarmuudet on esitetty mm. suunnitteluohjeessa "Eurokoodin soveltamisohje, Geotekninen suunnittelu – NCCI7, Väyläviraston ohjeita 14/2023". Murto- ja käyttörajatilan ylimitoituskertoimen vaatimus on Overdesign Factor $ODF \geq 1,00$.

Stabiiliteettilaskennan perusteella sillan tulopenkereiden stabiiliteetti ilman pohjanvahvistustoimenpiteitä on riittävä.

Kun tien taseaus sillan tulopenkereillä hieman nousee nykytilanteesta, syntyy täytöstä lisäkuormaa pohjamaalle. Koska pohjamaa on jo aiemman tulopenkereen kuormittama, tasauksen noston aiheuttama pohjamaan painuma on vähäinen ja siirtymälaatat sillan päissä tasaavat mahdollista painumaeroa. Nykyiset tulopenkereiden täytöt ovat hyvin sekalaatuisia ja voivat myös tiivistyä lisäkuorman johdosta.

6 MAARAKENNUSTYÖT

6.1 Täyttötyöt

Uoman sijaintia ei muuteta rakentamisen yhteydessä.

Sillan taustatäyttö tehdään jakavan kerroksen murskeella (InfraRYL 21210). Sillan täyttöjen tekeminen ja tekniset laatuvaatimukset InfraRYL kohdan 42010 ja 42013 mukaan.

Täytöt erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla N3.

6.2 Kaivutyöt

Sahantien sillan vanhan sekä uuden sillan rakenteet ja kaivanto ulottuvat rautatiealueelle. Nykyisten perustusten purkamista varten perustuskaivanto esitetään tuettavaksi työnaikaisella tukiseinällä radan puolelta. Nykyinen Sahantie tasausviiva sijaitsee noin 20 m päässä radan keskiviivasta ja radan etäisyys tulevasta siltakaivannosta on 15...16 m.

Työnaikaiset kaivannot voidaan tehdä luiskattuna 1:1,5 ja sillan pohjoispäädyssä tuen T1 kohdalla kaivanto tuetaan työnaikaisella teräsponsittiseinällä. Teräsponsittiseinä asennetaan sahintien sillan länsipuolelle tuen T1 kohdalle piirustuksessa 12941-01 ja 12941-03 esitettyssä laajuudessa. Ponttiprofiilina käytetään Larssen 603 tai vastaavaa ponttiprofiilia, jonka taivutusvastus on vähintään 1200 cm³/m. Pontin upotussyvyys on vähintään 8 m maanpinnasta, niin että pontin alapää ulottuu tiiviiseen moreenikerrokseen. Ponttiseinä on vapaasti tuettu ja se sijoitetaan kaivannon luiskaan. Pontin etupuolelta ei saa kaivaa alimpaan kaivutasoon saakka. Urakoitsijan tulee laatia ponttiseinästä tarkentavat suunnitelmat.

Siltakaivanto on suositeltavaa tehdä matalan vedenkorkeuden aikana. Siltakaivanto tehdään kuivatyönä. Oma rajataan työpenkereellä, joka ulottuu vähintään HW-tasoon. Penger tulee tehdä vettä hitaasti läpisevästä moreenista. Urakoitsijan tulee laatia suunnitelmat mahdollisesta työnaikaisesta tukiseinästä.

Kaivannon kuivana pito hoidetaan kaivannosta pumppaamalla. Kaivantoon tehdään pumppauskuoppia, jotka verhoillaan murskeella. Veden pumppaamista on jatkettava koko ajan, kun kaivanto on auki (myös työvuorojen ulkopuolella), jotta kaivanto pysyy kuivana. Murske erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla N3.

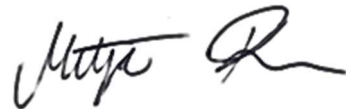
7 JATKOTOIMENPITEET

Mikäli rakenteet tai niiden sijainti muuttuvat, tulee tämä raportti tarkastaa.

Geobotnia Oy



Virpi Kaarakainen, DI



Milja Rova, tekn.yo

SIJAINTIKARTTA

2023-11-03

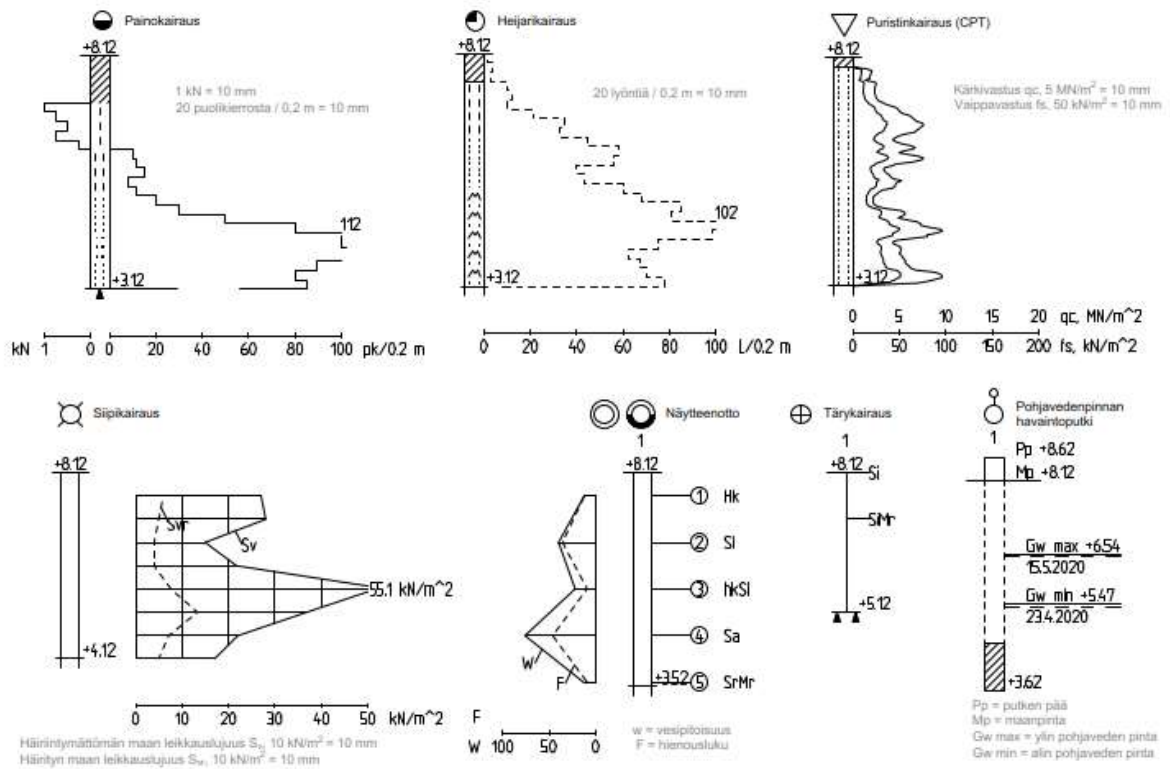
Lähde: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

A. POHJATUTKIMUSMERKINNÄT KARTOILLA

Kairaukset	Näytteenotto	Kairausten päättyminen
⊕ TR Tärkykairaus PI/LY (Pisto- tai lyöntikairaus)	⊙ NO Häiriintyneet näytteet	⊖ MS Kairaus lopetettu määräsyyvyteen
● PA Painokairaus	⊙ NE Häiriintymättömät näytteet	⊖ TM Kairaus päättynyt tiiviiseen maakerrokseen
⊙ HE Heijarikairaus	Muut tutkimukset	⊖ KI Kairaus päättynyt kiveen tai lohkareseen
▽ HP Puristinheijarikairaus	□ KO Koekuoppa	⊖ KN Kairaus päättynyt kiilautumalla kivien tai lohcareiden väliin
▽ CU Huokospainekairaus (CPTU)	□ Geotekniset erikoistutkimukset	⊖ KL Kairaus päättynyt kiveen, lohkareseen tai kallioon
⊙ SI Siipikairaus	○ VP Pohjavedenpinnan havaintoputki	⊖ KA Kairaus päättynyt kallioon, varmistettu kalio
⊙ PO Porakonekairaus		
▲ KE Kallionäytekairaus		






B. POHJATUTKIMUSMERKINNÄT LEIKKAUKSISSA

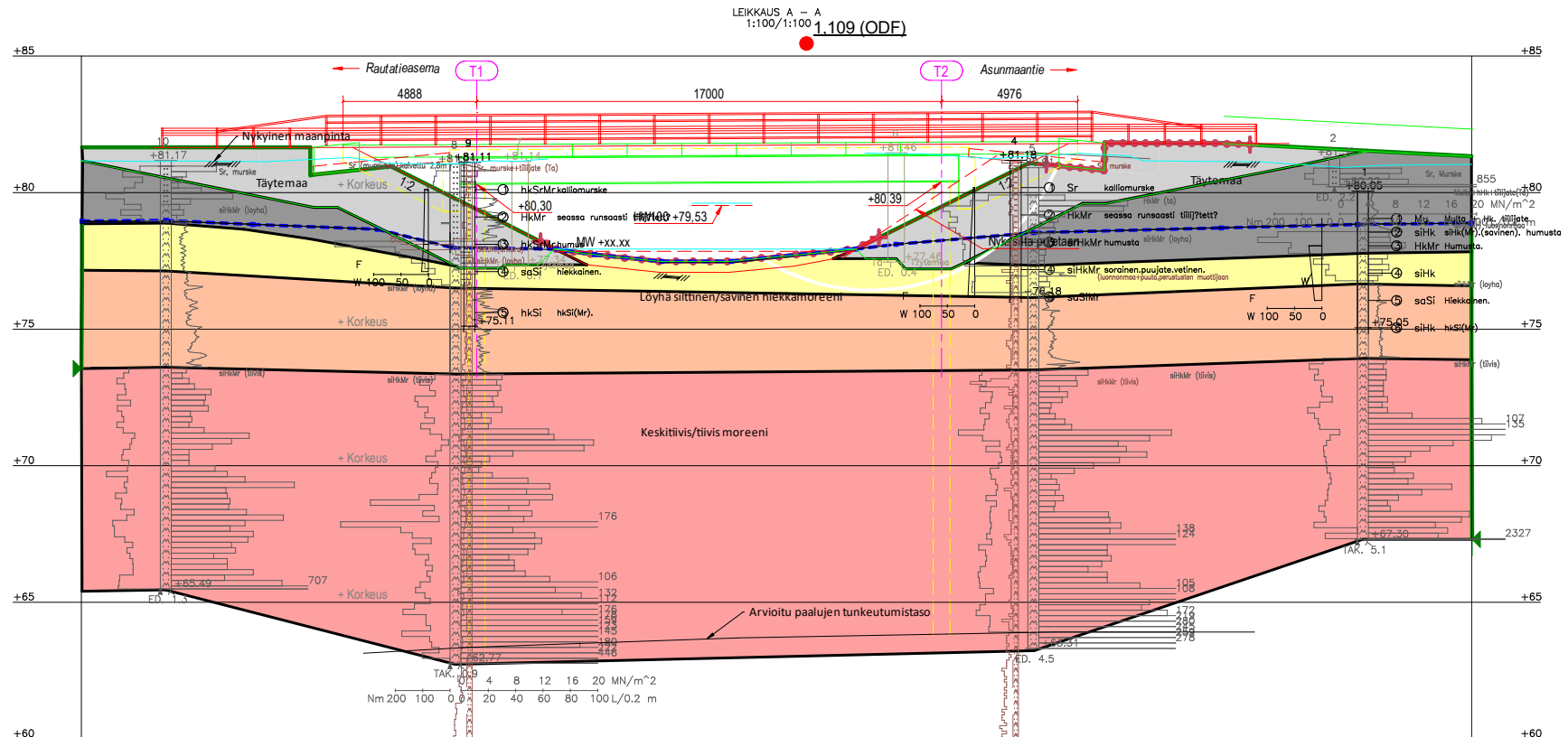


Kairausten päättyminen






<p>⊖ MS Kairaus lopetettu määräsyyvyteen</p> <p>⊖ TM Kairaus päättynyt tiiviiseen maakerrokseen</p> <p>⊖ KI Kairaus päättynyt kiveen tai lohkareseen</p>	<p>⊖ KL Kairaus päättynyt kiveen, lohkareseen tai kallioon</p> <p>⊖ KN Kairaus päättynyt kiilautumalla kivien tai lohcareiden väliin</p> <p>⊖ KA Kairaus päättynyt kallioon, varmistettu kalio</p>
--	--

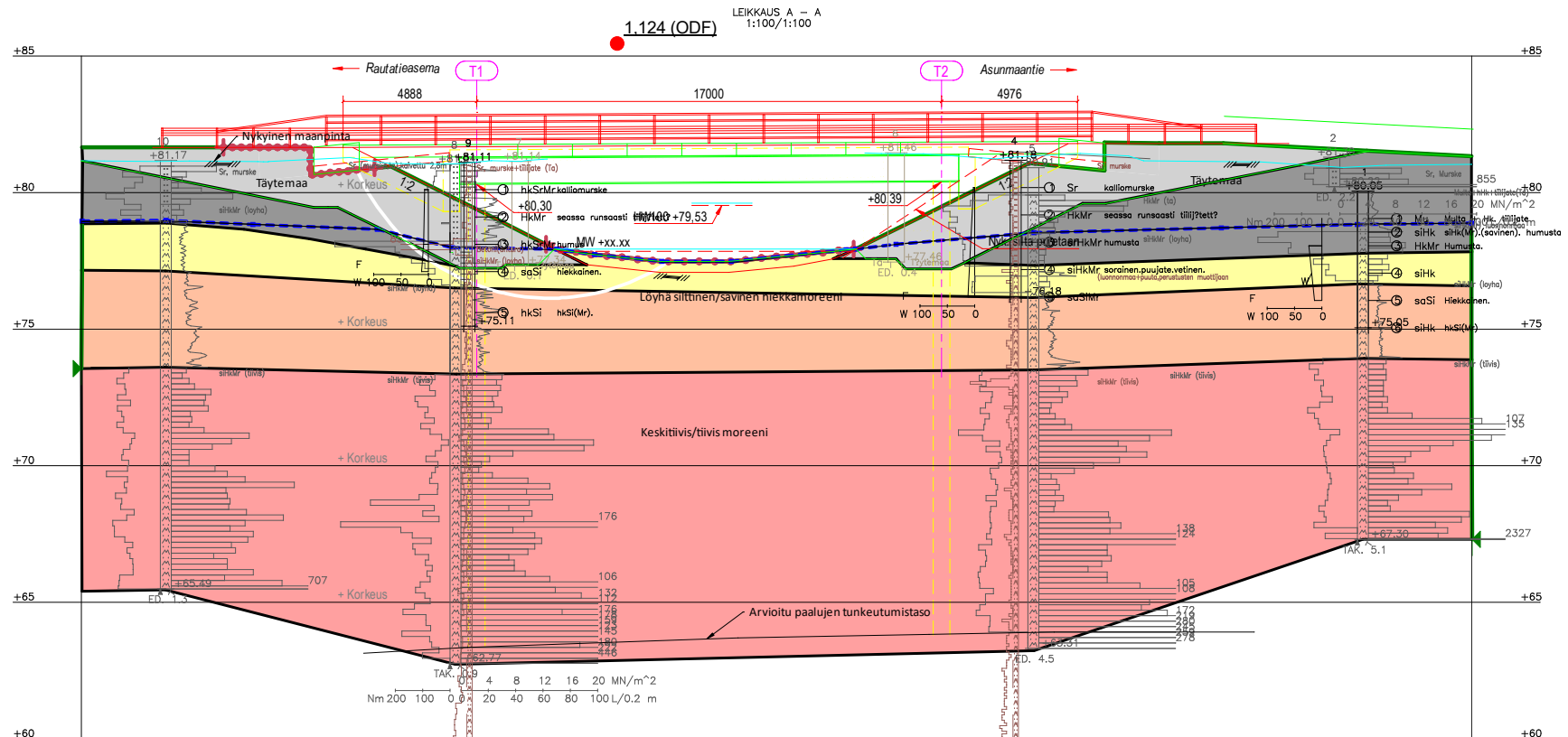
12941 Sahantien silta
 Stabiiliteetti, käyttörajatila
 Geobotnia Oy 15.12.2023

			(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(°)	
	Keskittiivis/tiivis moreeni	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Löyhä siHkMr 1	Mohr-Coulomb	18	0	33	0	1
	Löyhä siHkMr 2	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1
	Täytemaa	Mohr-Coulomb	19	0	36	0	1
	Täyttö	Mohr-Coulomb	19	0	40	0	1








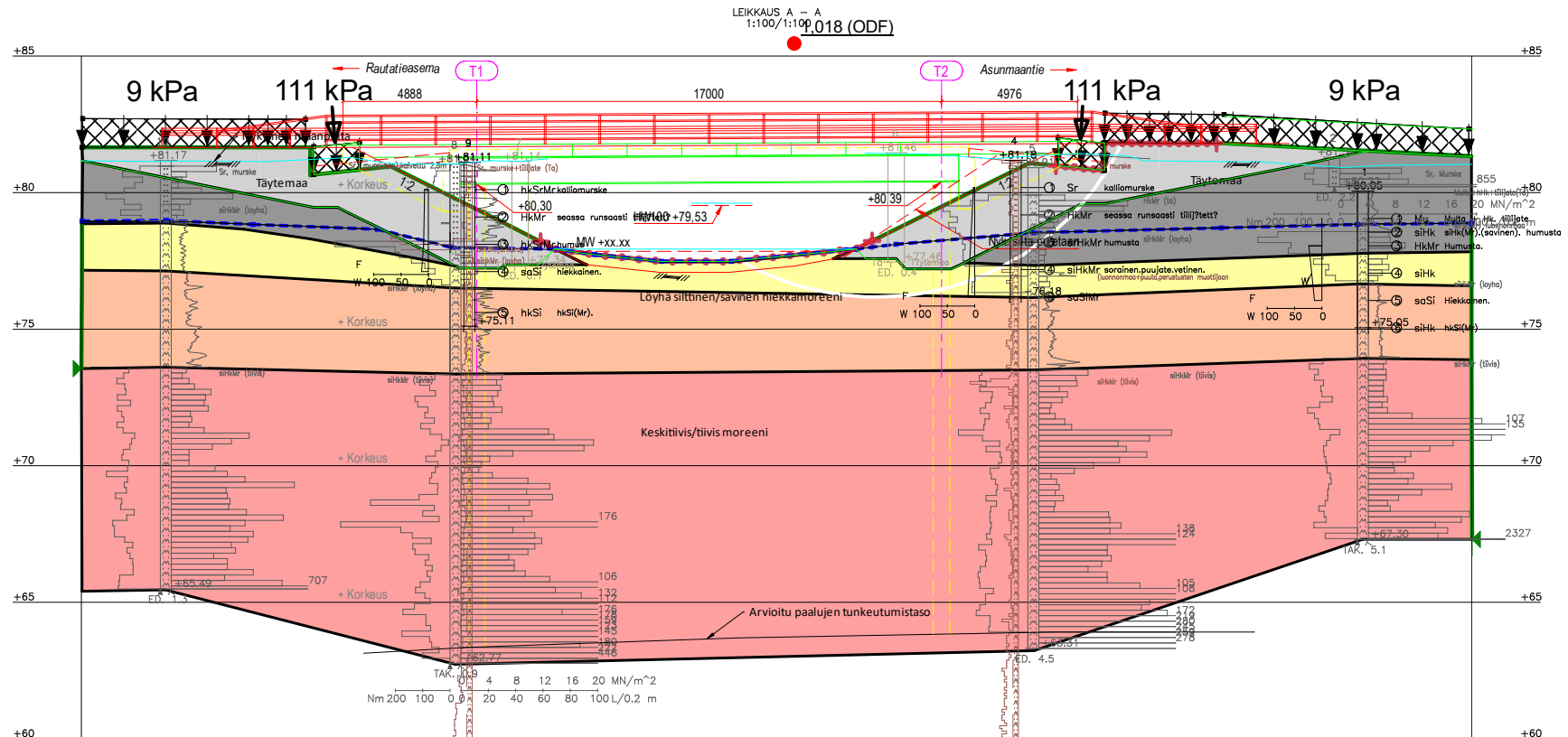
12941 Sahantien silta
 Stabiiliteetti, käyttörajatila
 Geobotnia Oy 15.12.2023

			(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(°)	
	Keskittiivis/tiivis moreeni	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Löyhä siHkMr 1	Mohr-Coulomb	18	0	33	0	1
	Löyhä siHkMr 2	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1
	Täytemaa	Mohr-Coulomb	19	0	36	0	1
	Täyttö	Mohr-Coulomb	19	0	40	0	1








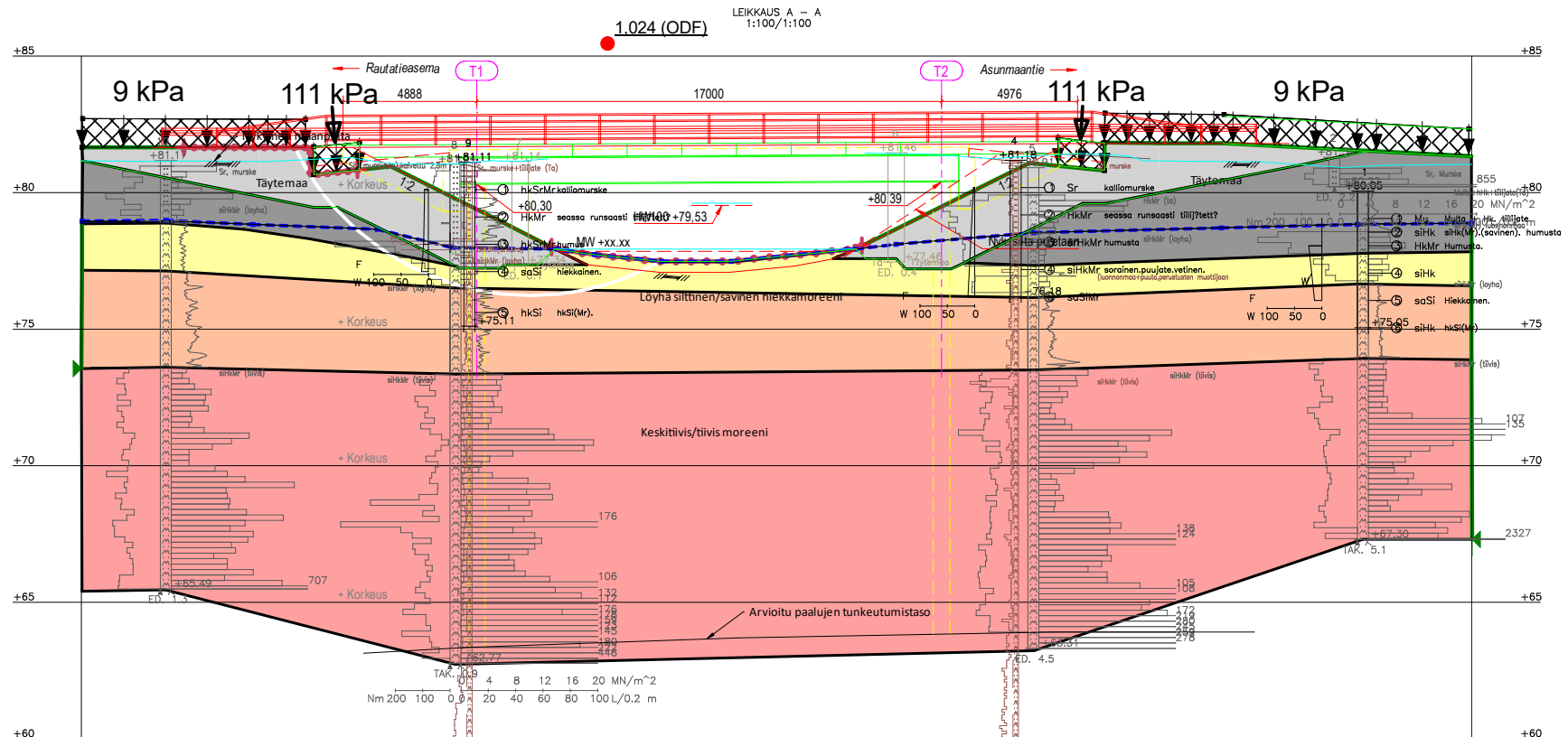
12941 Sahantien silta
 Stabiiliteetti, murtorajatila
 Geobotnia Oy 15.12.2023

			(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(°)	
	Keskittivis/tiivis moreeni	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Löyhä siHkMr 1	Mohr-Coulomb	18	0	33	0	1
	Löyhä siHkMr 2	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1
	Täytemaa	Mohr-Coulomb	19	0	36	0	1
	Täyttö	Mohr-Coulomb	19	0	40	0	1



12941 Sahantien silta
 Stabiiliteetti, murtorajatila
 Geobotnia Oy 15.12.2023

			(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(°)	
	Keskittiivis/tiivis moreeni	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Löyhä siHkMr 1	Mohr-Coulomb	18	0	33	0	1
	Löyhä siHkMr 2	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1
	Täytemaa	Mohr-Coulomb	19	0	36	0	1
	Täyttö	Mohr-Coulomb	19	0	40	0	1





Tutkimusno EUFI05-00023974
Asiakasno YB0001206
Eeva Liinanki

AFRY Finland Oy
Niko Pikkupirtti
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
FINLAND
s-posti: niko.pikkupirtti@afry.com

Tilauksen kuvaus

101022679-001 Sahantien siltapaikka, maanäytteiden analysointi

Näyttenumero	693-2023-00038180	693-2023-00038181	693-2023-00038182	693-2023-00038183
Näytteen nimi	NP 11 2 m	NP 11 5,5 m	NP 1 1-2 m	NP 1 3-4 m
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Matriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteenottopäivä	04.09.2023	04.09.2023	04.09.2023	04.09.2023
Vastaanottopäivä	05.09.2023	05.09.2023	05.09.2023	05.09.2023
Analysointi aloitettu	05.09.2023	05.09.2023	05.09.2023	05.09.2023
Näytteenottaja	Asiakas / Marko Luttinen	Asiakas / Marko Luttinen	Asiakas / Marko Luttinen	Asiakas / Marko Luttinen

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	86,3	87,3	71,8	88,4
Hehkutushäviö (550 °C)	YBC11	% ka	0,8	0,8	7,2	0,9
pH	YBC03		6,1	6,6	6,3	7,2
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	3,3	4,2	6,7	4,8
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<250	<250	<250	<250
Kloridi, vesiliukoinen	YBC38	mg/kg ka	<5	<5	<5	<5
Happouutto	YBC87		tehty	tehty	tehty	tehty
Vesiuutto	YBC88		tehty	tehty	tehty	tehty
Maalaji	YBCA6		laSa	laSa	SiMr	SiMr

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

20.09.2023



Ville Kaikkonen ASM 4-H94 Waste Testing Oulu

VilleKaikkonen@eurofins.fi

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.2%yks.ka >4:±5%	0,2	Ei	SFS-EN 15935:2021	YB
YBC03	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	ISO 10390:2005	YB
YBC02	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1	Ei	ISO 11265:1994/Cor 1:1996	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC38	Kloridi, vesiliukoinen	<50:±5mg/kgka >50:±10%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304:2009; ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC88	Vesiuutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBCA6	Maalaji			Ei		YB

Laboratorio

YB Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : ymparisto@afry.com, leena.ung@afry.com, niko.vaisanen@afry.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.