



Asiakas: Porin kaupunki

Projekti: Isojoen rannan tulvapadon peruskorjaus

Asiakirja: Stabiiliteettilaskentaraaportti

Projektinumero: 101019356-001



AFRY
ÄF PÖYRY

Tekijät

Iikka Hyvönen

etunimi.sukunimi@afry.com

Pvm

15/11/2022

Projektinnumero

101019356-001

Sisältö

1	Yleiskuvaus hankkeesta	2
2	Lähtötiedot	3
2.1	Mittausaineisto	3
2.2	Maaperäolosuhteet.....	3
3	Stabiiliteettilaskelmat.....	4
3.1	Nykytilanne	4
3.2	Padon perusparannus	4
4	Johtopäätökset.....	4

Liitteet

PL900 Nykytila, MW-tilanteen stabiiliteettilaskenta	Liite 1
PL900 Padon korjaus, MW-tilanteen stabiiliteettilaskenta	Liite 2
PL900 Padon korjaus tiivisteponilla, MW-tilanteen stabiiliteettilaskenta	Liite 3
PL900 Padon korjaus, Äkillinen vedenpinnan lasku -tilanteen stabiiliteettilaskenta	Liite 4
PL900 Padon korjaus tiivisteponilla, Äkillinen vedenpinnan lasku -tilanteen stabiiliteettilaskenta.....	Liite 5

1 Yleiskuvaus hankkeesta

Suunnittelukohde sijaitsee Porin Isojoenrannan kaupunginosassa. Alueella on tarkoitus peruskorjata nykyistä joen rantapenkereelle rakennettua tulvasuojelupatoa. Peruskorjaus on suunniteltu välille Kiramotie – Soukantie.

Peruskorjauksessa tulvasuojelupatoa korotetaan tavoitetasoon +3,9 (N2000), padon harja rakennetaan 3 metriä leväksi ja padon luiskat rakennetaan 1:2 kaltevuuteen. Lisäksi alueelle jo rakennettuja alatasanteita korjataan sekä Juontotie – Rautatiesilta välille rakennetaan uusi 3,0 metriä leveä alatasanne korkeustasolle +1,4. Em. toimenpiteillä varmistetaan tulvapadon toimivuus tulvatilanteessa sekä parannetaan padon stabiiliteettia sortumaa vastaan. Alatasanne parantaa myös luiskan pysyvyyttä joen virtaaman eroosiota ja jääkuormia vastaan.

Isojoenrannalle 1950-luvun alussa tehdyt padot ovat osa Porin Ruosniemen – Kahaluodon pengerrysyhtiön tulvasuojelujärjestelyitä. Velvollisuus patojen kunnossapidosta on siirtynyt pengerrysyhtiöltä Porin kaupungille vuonna 2003. Porin tulvasuojelupadot ovat luokiteltu patoturvallisuuslain piiriin kuuluviksi. Padot kuuluvat patoluokitukseen 1, joka on korkein vaarallisuusluokka. Luokituksen perusteena on tulvan aiheuttama vahingonvaara. Patoturvallisuuslaki edellyttää, että padot ovat pidettävä kunnossa.

Patojen mitoitus perustuu pääasiassa ohjeeseen Patoturvallisuusopas (Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 89/2012, päivitetty 12/2018).

Tässä laskentaraportissa on tarkasteltu peruskorjattavan pato-osuuden stabiiliteetti paaluluvulta 900 seuraavissa tilanteissa:

- Nykytilanne, MW; vedenkorkeus joessa +0,45
- Padon korjaus, MW; vedenkorkeus joessa +0,45
- Padon korjaus tiivistepontilla, MW; vedenkorkeus joessa +0,45
- Padon korjaus, W-lasku; vedenpinnan äkillinen lasku HWd->MW
- Padon korjaus tiivistepontilla, W-lasku; vedenpinnan äkillinen lasku HWd->MW

Stabiiliteettilaskennat suoritettiin Rocscience Slide 6.0-ohjelmistolla käyttäen GLE/Morgenster-Price -menetelmää ja esitetyt tulokset ovat kokonaisvarmuuksia. Liukupintojen hakemisessa on käytetty Auto Refine Search -menetelmää ja liukupinnan minimisyvyytenä 2 metriä. Ns. normaaleissa olosuhteissa, jossa joen vesipinta pysyy vakiotasolla (MW-taso) ja padon pengermateriaalit toimivat normaalisti, tulee kokonaisvarmuuden sortumaa vastaan olla vähintään 1,5. Poikkeavissa olosuhteissa, joissa joen vedenpinta laskee äkillisesti (HWd +3,4 -> MW +0,45), tulee kokonaisvarmuuden olla vähintään 1,3.

2 Lähtötiedot

2.1 Mittausaineisto

Maanpinnan korkeustietona on käytetty Porin kaupungin toimittamaa laserkeilausaineistoa sekä Mitta Oy:n vuonna 2022 tehtyä joen luotausaineistoa. Lisäksi käytössä on ollut myös Porin kaupungin vuonna 2022 tekemää tulvapadon kartoitusmittaus-aineistoa.

Mittauksissa käytetyt korkeus- ja koordinaattijärjestelmät ovat olleet Porin kaupungin käyttämät järjestelmät ETRS-GK22 ja N2000.

2.2 Maaperäolosuhteet

Maanpinta nykyisen tulvapadon harjalla on noin +3,4...+3,7 ja padon taustalla noin tasolla +2,5...+3,0.

Maakerrosjako on suunnittelualueella yleispiirteissään seuraava:

- täyttömaat (tulvapato); hiekkamoreeni, siltti, savinen siltti
- luonnon pohjamaa pinnassa; karkea siltti, hieno hiekka
- luonnon pohjamaa pintakerroksen alapuolella; savinen siltti

Materiaaliparametrien mitoitusarvot on esitetty laskelmatulosteissa ja alla olevassa taulukossa 1. Materiaaliparametrit on arvioitu perustuen aikaisempiin stabiiliteettilaskelmiin sekä Risto Ketosen vuonna 2010 laatimaan diplomityöhön. Murskeen ja louheen kitkakulmat ovat materiaaleille tyypillisiä.

Taulukko 1. Tulvapadon eri laskentatapauksissa käytetyt materiaaliparametrit.

Materiaali	φ' (°)	c (kPa)	γ (kN/m ³)
Vanha pato	34	0	19
KaSi, HHk	26	0	18
saSi	26	0	16
Alatasanne (KaM/Louhe)	40	0	22
Verhoilu (Murske)	40	0	18
Patokorotus (Mr)	35	0	19

3 Stabiiliteettilaskelmat

3.1 Nykytilanne

Rannan nykytilanteen stabiiliteetti on laskettu paaluluvulta 900 vanhan rautatiesillan alavirran puolelta, jossa ei ole rakennettua erillistä alatasannetta. Nykytilan laskennallinen kokonaisvarmuus keskivedenkorkeudella +0,45 (MW-tilanne) on $F = 1,19$.

Laskennallinen kokonaisvarmuus ei täytä patoturvallisuuslain mukaisia vaatimuksia. Patoturvallisuuslain edellyttämä kokonaisvarmuusvaatimus on 1,5. Stabiiliteettilaskennan nykytilanteen laskentatuloste on esitetty liitteessä 1.

3.2 Padon perusparannus

Padon perusparannukselle on esitetty kaksi vaihtoehtoista tapaa. Ensimmäinen vaihtoehto on toteuttaa perusparannus korottamalla padon harja korkeuteen +3,9 ja harja levennetään 3,0 metriä leveäksi. Pato luiskataan 1:2 kaltevuuteen ja joen puolelle rakennetaan louheesta 3,0 metriä leveä alatasanne korkeustasolle +1,4. Alatasanne luiskataan vesialueen puolelle kaltevuudella 1:3.

Vaihtoehtoinen tapa on toteuttaa perusparannus tilanahtauden vuoksi kapeammalla harjalla (harjan leveys 1,5 metriä) ja tiivisteponttiseinällä (ponttipituus 3,5 metriä). Myös kapeampiharjainen pato luiskataan 1:2 kaltevuuteen ja vesialueen puolelle rakennetaan 3,0 metriä leveä alatasanne louheesta korkeustasolle +1,4.

Esitetyille padon perusparannusvaihtoehdoille on laskettu kokonaisvarmuus sortumaa vastaan paaluluvulta 900 kahdessa eri vedenkorkeustilanteessa. Laskennalliset kokonaisvarmuudet eri laskentatilanteissa ovat:

- Padon korjaus, MW-tilanne $F = 1,51$
- Padon korjaus tiivistepontilla, MW-tilanne $F = 1,60$
- Padon korjaus, W-lasku $F = 1,30$
- Padon korjaus tiivistepontilla, W-lasku $F = 1,31$

Laskennalliset kokonaisvarmuudet eri tilanteissa täyttävät patoturvallisuuslain mukaiset vaatimukset, jotka ovat normaalitilanteessa $F > 1,5$ ja poikkeavassa tilanteessa $F > 1,3$.

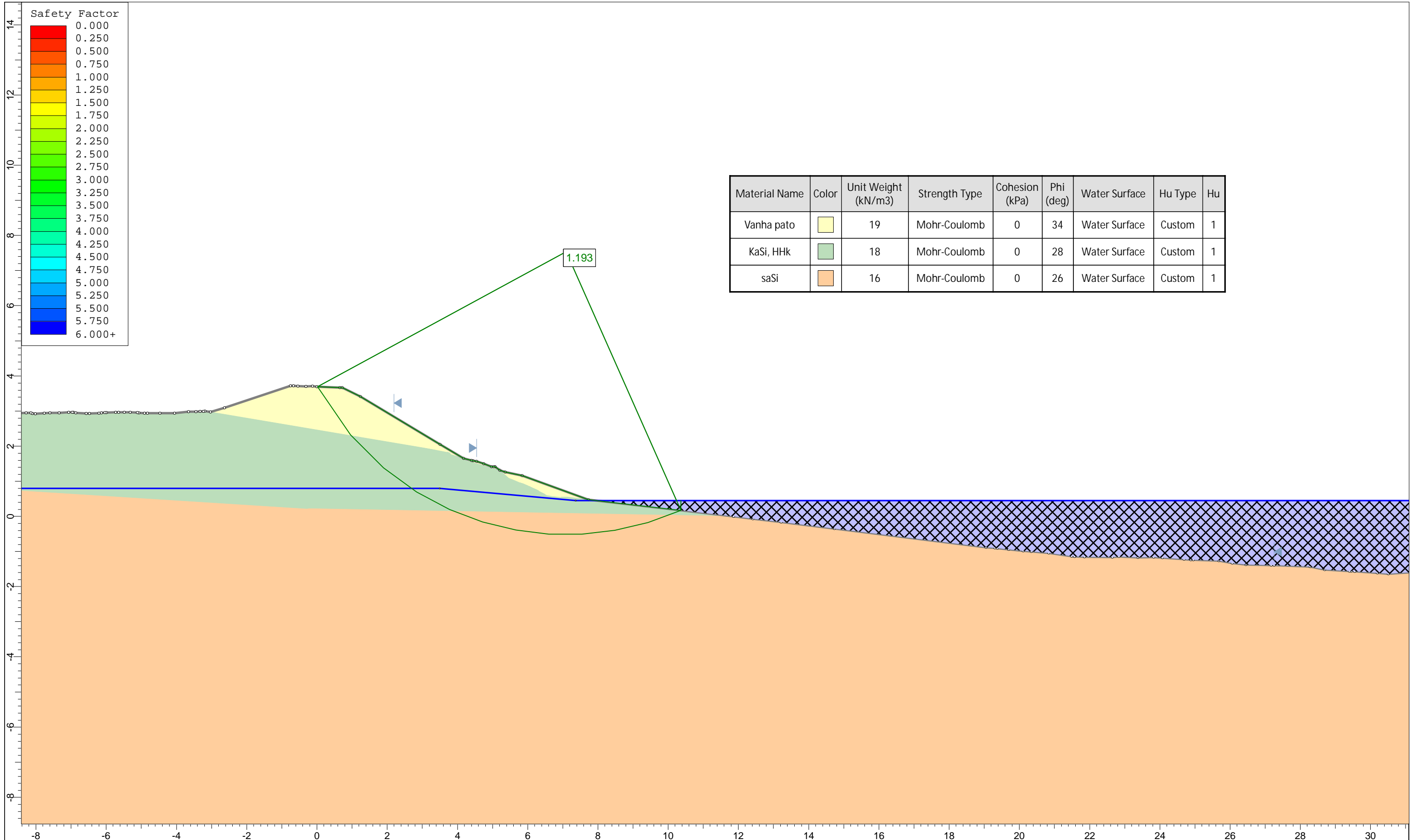
Stabiiliteettilaskennan padon korjausvaihtoehtojen laskentatulosteet on esitetty liitteissä 2, 3, 4, ja 5.

4 Johtopäätökset

Stabiiliteettitarkastelun perusteella on olemassa riski nykyisen tulvapadon sortumiselle niillä osuuksilla, joissa ei ole rakennettu stabiiliteettia parantavaa alatasannetta.

Esitetyllä tulvapadon perusparannuksella laskennalliset kokonaisvarmuudet paranevat patoturvallisuuslain vaatimalle tasolle nykytilanteeseen verrattuna.

LIITE 1



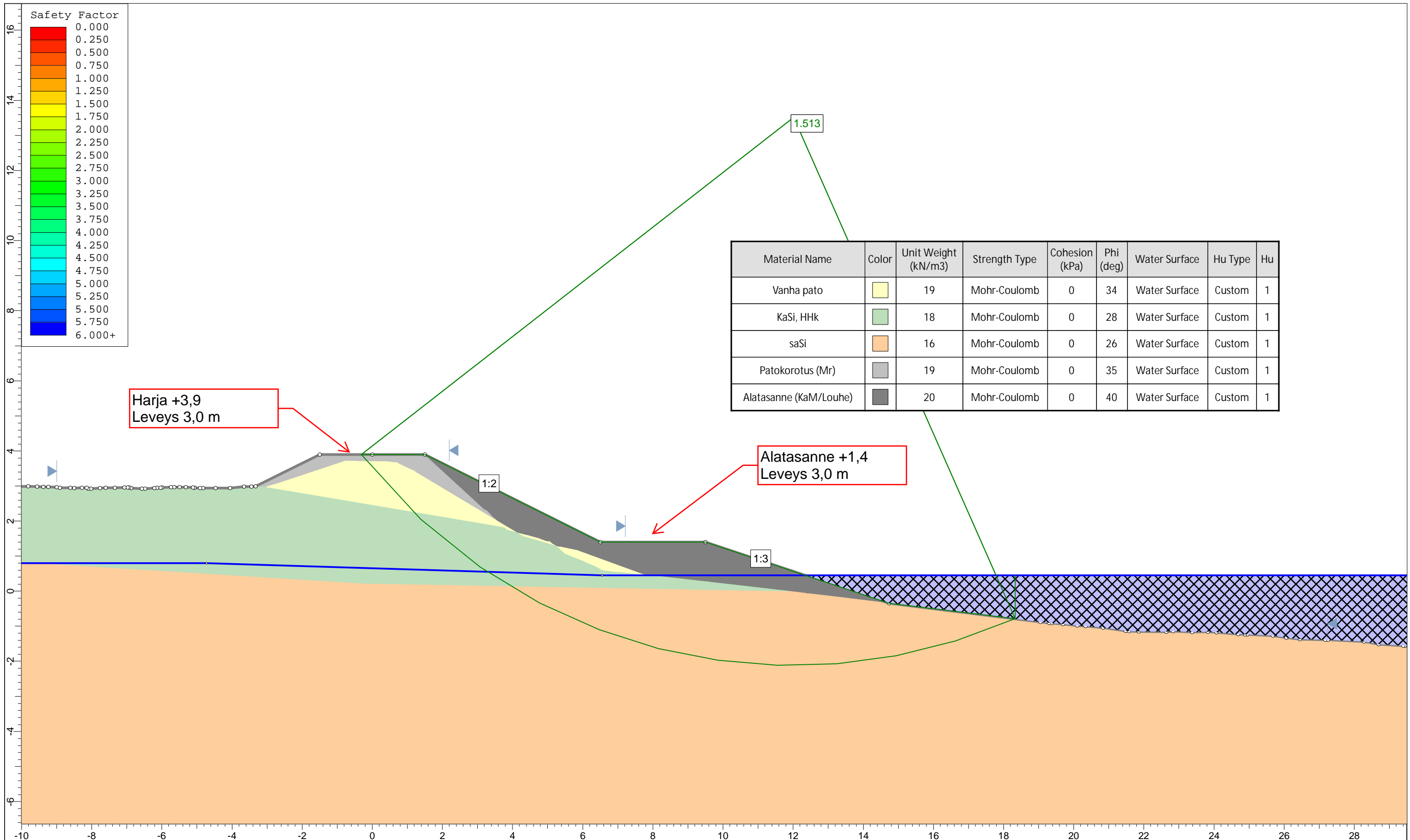
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type	Hu
Vanha pato	Yellow	19	Mohr-Coulomb	0	34	Water Surface	Custom	1
KaSi, HHk	Green	18	Mohr-Coulomb	0	28	Water Surface	Custom	1
saSi	Orange	16	Mohr-Coulomb	0	26	Water Surface	Custom	1

SLIDEINTERPRET 6.034



Project		Pori. Padon vahvistaminen louheella	
Analysis Description		PL900, MW-tilanne Vedenpinta rannassa +0,80, joessa +0,45. Nykytilanne	
Designer	V. Lahti	Checker	Scale 1:100
Date	14.10.2022	File Name	PL900_nykytila.slim

LIITE 2

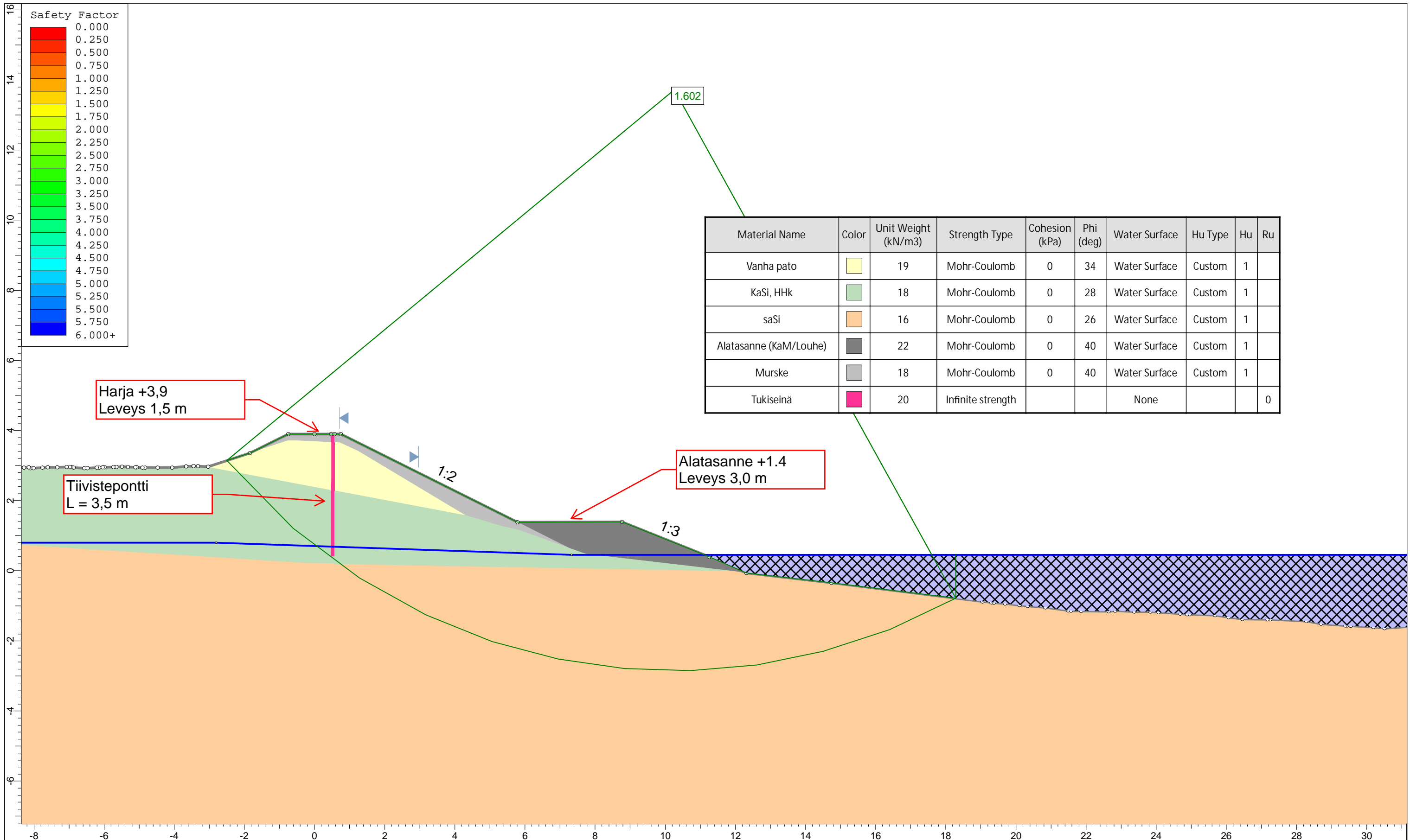


SLIDEINTERPRET 6.034

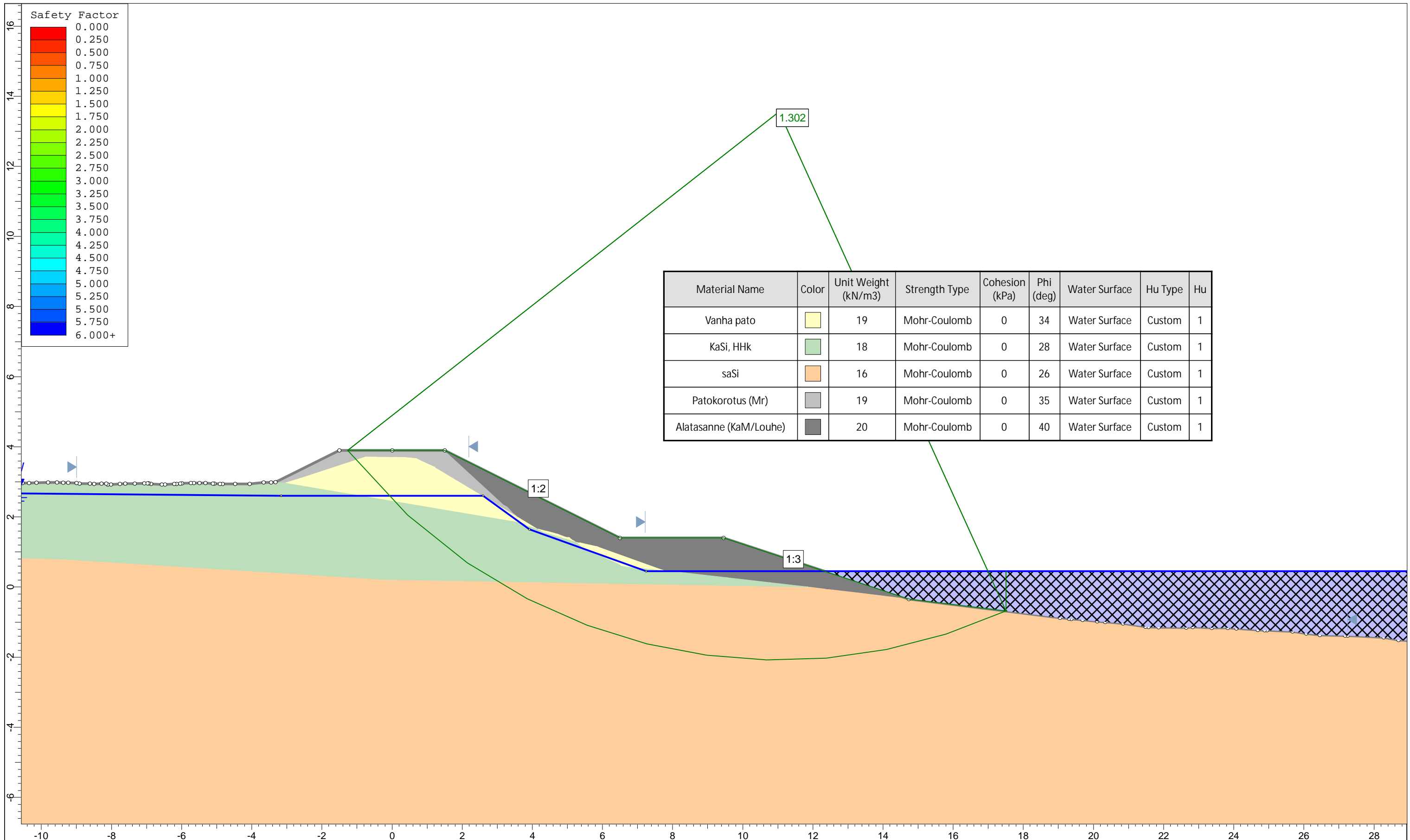


Project		Pori. Padon vahvistaminen louheella	
Analysis Description		PL900, MW-tilanne Vedenpinta rannassa +0,80, joessa +0,45. Padon korjaaminen louheella/moreenilla tasoille +3,90 ja +1,40	
Designer	V. Lahti	Checker	Scale 1:100
Date	14.10.2022	File Name	PL900_MW_loivennus.slim

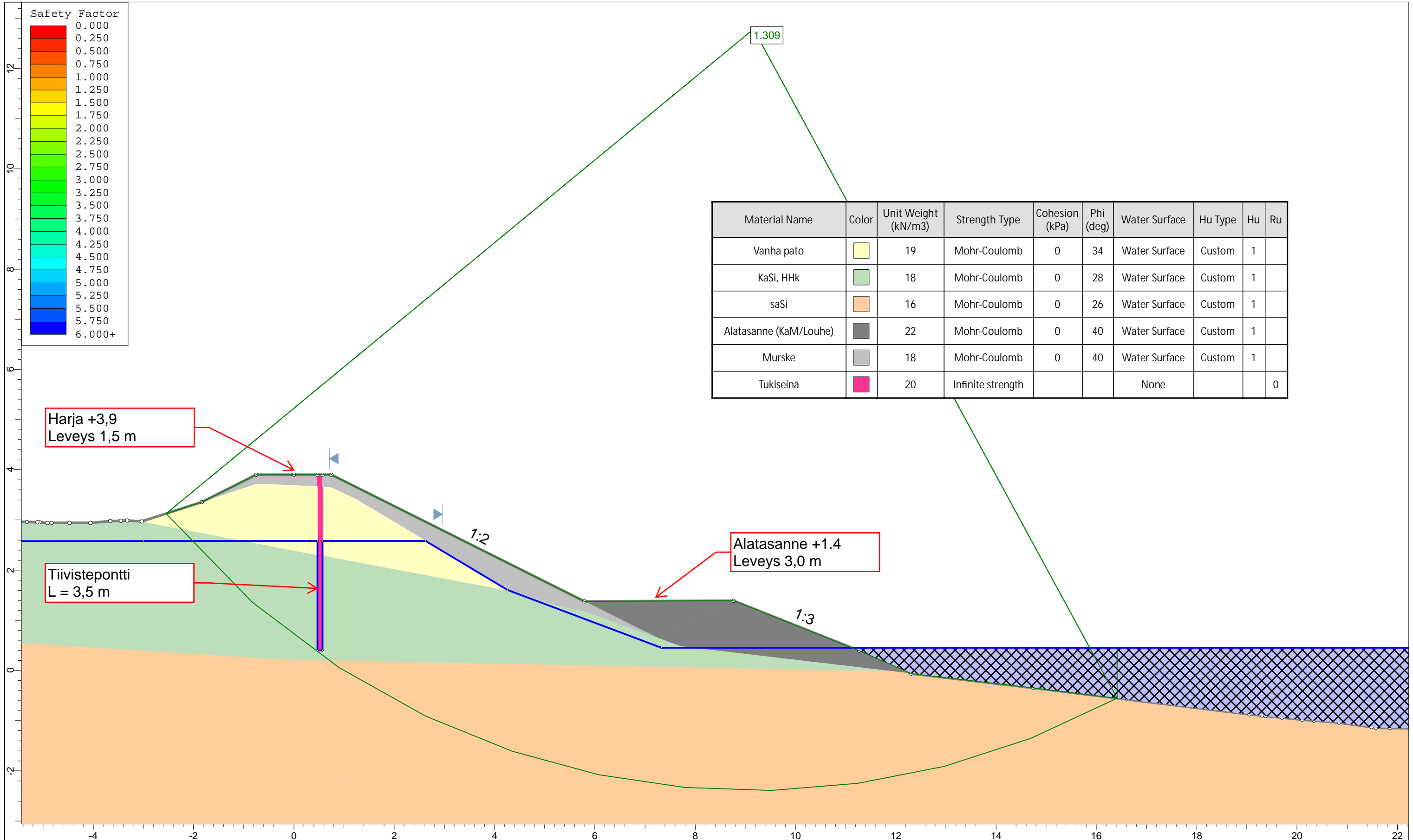
LIITE 3



LIITE 4



LIITE 5



SLIDEINTERPRET 6.034



Project		Pori. Padon vahvistaminen louheella	
Analysis Description		PL900, äkillinen vedenpinnan lasku Vedenpinta padon sisällä +3,40, joessa +0,45. Padon korjaaminen louheella/moreenilla tasoille +3,90 ja +1,40	
Designer	V. Lahti	Checker	Scale 1:70
Date	10.11.2022	File Name	PL900_W_lasku_+3.4_TS+alatasanne.slim