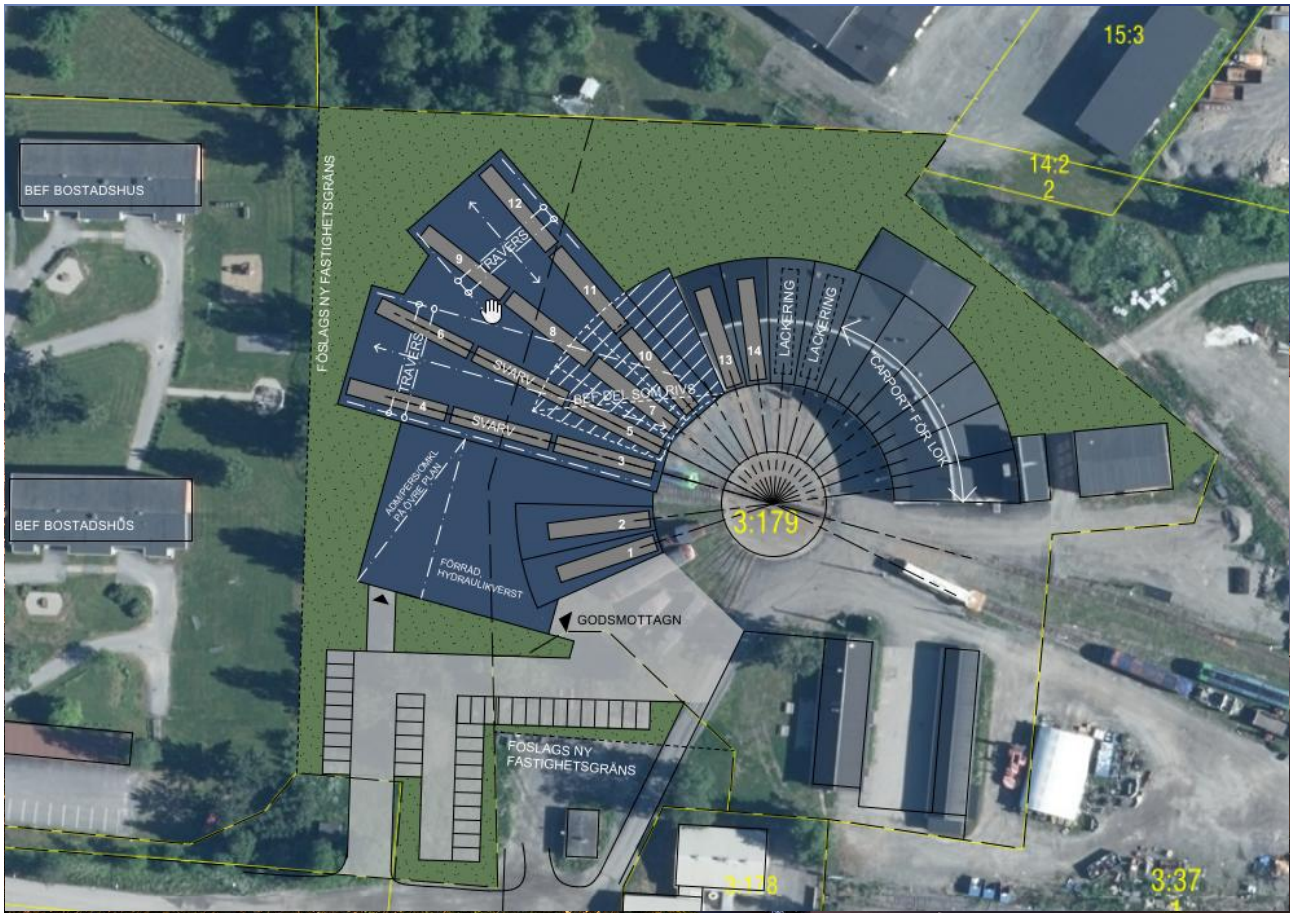
Projekterings PM Geoteknik

Långsele bangård
Revidering 1



SWECO

Ändringsförteckning

Revidering	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2026-09-04	Justering efter yttrande från SGI. • Beräkningssektion G uppdaterad med ny last (kapitel 10) • Ny beräkning mot Faxälven och resonemang kring bakåtgripande skred (kapitel 10) • SGI Vägledning 8 tillagt i Styrande dokument (kapitel 4)	2026-09-04	Niklas Sved

Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Långsele bangård
Uppdragsnummer	30057233-001
Kund	Railcare Lokverkstad AB
Upprättad av	Jens Kluge
Granskad av	Niklas Sved
Godkänd av	Jens Kluge
Reviderad av	Gustaf Holm
Datum	2024-02-09 Rev. 2026-09-04
Dokumentreferens	PM Geoteknik-Långsele bangård

Innehållsförteckning

1 Objekt 5
2 Ändamål 5
3 Underlag för projekteringen 5
4 Styrande dokument 5
5 Dimensioneringsförutsättningar 5
5.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass 5

6 Geotekniska förhållanden 6
6.1 Områdesbeskrivning 6
6.2 Generell jordlagerbeskrivning 6
6.3 Grundvattensituation 7
6.4 Hydrogeologiska förhållanden 7
6.5 Tjälfarlighet 8
6.6 Markradon 8

7 Dimensioneringsförutsättningar 9
7.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass 9
7.2 Geotekniska parametrar 9

8 Sättningar 11
9 Bärighet 11
10 Släntstabilitet 11
11 Geotekniska bedömningar och rekommendationer 13
11.1 Radon 13
11.2 Grundläggning byggnader 14
11.3 Schaktarbete 15
11.4 Slänter 15
11.5 Hårdgjorda ytor 15
11.6 Dagvatten 15
11.7 Ledningar 15

12 Fortsatta undersökningar 16
13 Avslutning 16
14 Bilagor 16

1 Objekt

På uppdrag av Railcare lokverkstad AB har Sweco Sverige AB utfört en översiktlig geoteknisk undersökning. Detta inför ansökan om ny detaljplan vid utbyggnation av befintligt lokstall i Långsele, Sollefteå kommun. Befintlig fastighet har fastighetsbeteckning, SOLLEFTEÅ LÅNGSELE 3:179.

2 Ändamål

Syftet med föreliggande PM är att redogöra för de geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna för ny detaljplan. Markföroreningar samt radonförhållanden har också utretts.

Denna handling får ej användas som bygghandling utan skall kompletteras i ett bygghandlingsskede.

3 Underlag för projekteringen

- Idéskiss i DWG-format erhållen från beställaren, daterad 2022-10-31
- Ledningsunderlag från ledningsägare inom område
- Geologiska, bergtekniska och geohydrologiska kartor, erhållet från Sveriges geologiska undersökningar (SGU).

4 Styrande dokument

Styrande standard för föreliggande utredning och PM är Eurokod 7, SS-EN-1997-1 med tillhörande nationell bilaga BFS 2024:6 – EKS 12 och SS-EN 1997-2. Tillämpningsdokumenten enligt IEG ska användas för respektive konstruktionstyp.

- BFS 2024:6 – EKS 12 (Boverket 2015)
- Anläggnings AMA 23
- Arbetsmiljöverket:s/SGI:s handbok ”Schakta säkert - en handbok om säkerhet vid schaktning (svensk byggtjänst 2015)
- Byggforskningsrådets skrift ”Markradon. Riktlinjer för markradonundersökningar”.
- IEG rapport 4:2010 - Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- SGI Vägledning 8 ”Utredning av släntstabilitet”

5 Dimensioneringsförutsättningar

5.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Undersökningar har utförts i omfattning att de geotekniska förutsättningarna för objektet och tillhörande arbeten innefattas av geoteknisk kategori 2 (GK 2) och säkerhetsklass 2 (SK 2).

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Områdesbeskrivning

Aktuellt område utgörs idag av befintligt lokstall med tillhörande järnvägsspår. I väster finns ett skogsområde med en liten bäck eller dike. De höjdskillnader som finns i området är mellan befintligt lokstall och skogsområdet i väster med bäcken som lågpunkt. Marknivåerna längs med den undersökta sträckan varierar mellan +104 och +100 m.ö.h.



Figur 1. Översiktsbild över befintligt område. Karta hämtad från Arc GIS online 2023-12-06

6.2 Generell jordlagerbeskrivning

Området består generellt av ett lager fyllning eller friktionsmaterial ovanpå torrskorpesilt ovanpå lera på siltmorän. Ingen bergnivå har bekräftats i detta skede.

Blivande yta för nya parkeringar i den södra delen av området består jorden av mulljord ovan på cirka 0,3-0,7 m kolaska på cirka 3,5 m torrskorpa av silt eller siltig lera som underlagras av 1,5-2,0 m siltig lera. På cirka 6 m djup finns siltmorän. Hejarsonderingarna har kunnat drivas till ett djup på 6 m under markytan, nivå cirka 96,5 m.

I det östra undersökta området, närmast befintligt lokstall består jorden av makadam ovanpå cirka 0,5 m grus ovanpå 0,5 m kolaska. Under kolaskan finns cirka 3,5 m torrskorpa av silt eller siltig lera ovanpå 0,5 m lerig silt.

Inom området för nytt lokstall består jorden av mulljord ovan cirka 1 m grusig silt eller 0,5 m sand eller grus. Bakom befintligt lokstall finns återigen cirka 0,5 m kolaska. Under kolaskan finns cirka 3,5 m torrskorpa av silt eller siltig lera

ovanpå cirka 0,5 m siltig lera ovan siltmorän. Djupet ned till fast morän minskar mot nordväst inom området för nytt lokstall. Där består jorden av mulljord ovanpå cirka 1,5 m torrskorpa av silt eller siltig lera ovan siltmorän. I den sydvästra delen av nytt lokstall består jorden av mulljord ovan cirka 1 m grusig silt ovan cirka 2,5 m torrskorpa av silt eller siltig lera ovan cirka 1,5 m siltig lera ovan morän.

Skjuvhållfastheten på lera och silt varierar mellan cirka 50-100 kPa. Friktionsvinkeln på silt varierar mellan cirka 30-35 grader och E-modulen mellan cirka 5-15 MPa. Finsedimentens konflytgräns varierar mellan 37-51% och vattenkvoten mellan 27-37%. Moränens friktionsvinkel varierar mellan 35-43 grader. Moränens E-modul är cirka 40 MPa.

6.3 Grundvattensituation

Bakom befintligt lokstall i den nordvästra delen av undersökt området är grundvattnet på nivå cirka + 100 m. Detta motsvarar 4 m under markytan bakom befintligt lokstall och cirka 1 m under markytan i väster. Det sammanfaller ungefär med dikesbotten för diket. Diket går från norr till söder i skogsområdet väster om befintlig byggnad.

I söder är grundvattnet på nivå cirka +100,9 m, vilket motsvarar cirka 2,8 m under befintlig markyta.

Grundvattennivåer varierar mellan årstider och nederbördsförhållanden, andra grundvattennivåer än ovan angivna kan därför förekomma i ett senare byggskede. Endast 2 st. grundvattenmätningar per rör har utförts. En vid installationstillfället och ytterligare en 4 dagar efter installationstillfället.

6.4 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenrör installerade inom undersökningsområdet sammanställs i tabell nedan. Rören installerades i samband med den geotekniska sonderingen och funktionskontrollerades i samband med installationen.

Grundvattenrören har avläst 2 gånger under perioden 2024-01-15 – 2024-01-30. En gång vid installation och ytterligare en gång 4 dagar efter installation. Sedan tidigare fanns ett rör installerat (23SW18G), avläst 2023-05-24.

Tabell 1. Sammanställning av installerade grundvattenrör inom området.

Grundvattenrör	**Marknivå** [meter över havet]	**Nivå filterspets** [meter under markytan]	**Grundvattendjup 2024-01-30** [meter under markytan]	**Grundvattennivå 2024-01-30** [meter över havet]
SW2305G	+ 100,96	+ 97,26	1,0 m	+ 100,0
SW2307G	+ 103,70	+ 97,20	3,9 m	+ 99,8
SW2313G	+ 103,75	+100,55	2,8 m	+ 100,9
SW2318G	+ 103,66	+ 98,49	3,7 m (23-05-24)	+ 100,0 (23-05-24)

6.5 Tjälfarlighet

Bedömning av jordart, materialtyp och tjälfarlighetsklass har utförts enligt AMA Anläggning 23 tabell CB/1.

Tabell 2. Materialtyp och tjälfarlighetsklass enligt AMA anläggning 23

Jordart	Materialklass	Tjälfarlighetsklass (1-4)
Siltig lera	**5A**	**4**
Siltmorän	**5A**	**4**
Silt	**5A**	**4**
Lera	**4B**	**3**
Sand	**2**	**1**
Grus	**2**	**1**

Tjälfarlighetsklasser graderas från 1: Icke tjällyftande jordarter, till 4: Mycket tjällyftande jordarter. Jordarter inom tjälfarlighetsklass 4 kännetecknas av att tjällyftningen under tjällyftningsprocessen är stor.

6.6 Markradon

Markradon har utförts i fyra punkter inom området. Markradonmätningar har utförts med utrustning ”Markus 10” och på ett djup av 0,7 m under markytan.

Tabell 3. Radonmätningar redovisade i kBq/m^3

ID	Radonhalt [kBq/m^3]	Datum	Klassning (Låg-Hög)	Jordmaterial (0,7 m under markytan)
SW2302	25,5	2024-01-17	Normal	Ingen skruvprovtagning i läge för punkten. Troligt jordmaterial är torrskorpesilt eller silt baserat på närliggande punkter med skruvprovtagning.
SW2307	10,5	2024-01-17	Normal	Grus
SW2309	0,3	2024-01-17	Låg	Ingen skruvprovtagning i läge för punkten. Troligt jordmaterial är grus baserat på närliggande punkter med skruvprovtagning.
SW2313	100,8	2024-01-17	Hög	Sand eller siltig sand

Marken kan klassas som normalradonmark förutom vid punkten SW2313 där marken klassas som högradonmark. Vid normalradonmark ska byggnation utföras radonskyddande och vid högradonmark ska byggnation utföras radonsäkert.

Utförda mätningar jämförs med de bedömningsgrunder som finns redovisade i Byggforskningsrådets skrift ”Markradon. Riktlinjer för markradonundersökningar”.

7 Dimensioneringsförutsättningar

7.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Undersökningar har utförts i omfattning att de geotekniska förutsättningarna för objektet och tillhörande arbeten innefattas av geoteknisk kategori 2 (GK 2) och säkerhetsklass 2 (SK 2).

7.2 Geotekniska parametrar

Geotekniska parametrar är, sedan Eurokodernas införande, namngivna enligt följande rangordningsprincip:

- Härledda värden
- Valda värden
- Karakteristiska värden
- Dimensionerande värden

De härledda värdena redovisas i grafer i MUR. Dessa värden utvärderas enligt angivelser i KRAV TRV INFRA 00230. Härledda värden redovisas utan viktning eller korrigering, med undantag för felaktiga värden som förkastas. Valda värden (χ_{vald}) baseras på de härledda värdena och bedöms representera aktuella jordegenskaper.

De karakteristiska värdena (χ_k) erhålls genom att antingen reducera, eller öka, det valda värdet med omräkningsfaktorn η. Detta görs enligt ekvation (1). Omräkningsfaktorn beaktar bland annat tillförlitligheten i undersökningen samt osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell konstruktion.

$$\chi_k = \eta \cdot \chi_{valt} \quad (1)$$

De dimensionerande värdena (χ_d) av den geotekniska parametern beräknas enligt ekvation 2 när låga värden är dimensionerande och ekvation 3 när höga värden är dimensionerande.

$$\chi_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \chi_k \quad (2)$$

$$\chi_d = \gamma_M \cdot \chi_k \quad (3)$$

Friktionsvinkelns dimensionerande värde bestäms med hjälp av friktionskoefficienten tan(ϕ) enligt ekvation 4.

$$\phi_d = tan^{-1}(\frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot \tan(\phi_{valt})) \quad (4)$$

Omräkningsfaktorn *η* beräknas som produkten av delfaktorer:

$$\eta_{(1)} = \eta_{(1)} * \eta_{(2)} * \eta_{(3)} * \eta_{(4)} * \eta_{(5)} * \eta_{(6)} * \eta_{(7)} * \eta_{(8)} \quad (5)$$

Val av delfaktorer ska väljas utifrån riktlinjer i IEG tillämpningsdokument beroende av konstruktion.

Tabell 4. Valda jordegenskaper. Värden för tungheten är hämtad från tabellvärden enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A. *meter under markytan

Jordart	Valda värden	Partialkoefficient
Silt		
Friktionsvinkel ϕ	30°	1,3
E-modul	5-10 MPa	1,0
Djup: 0,5-4,4 m*	10 MPa	
Djup: 4,4-7,6 m*	5 MPa	
Odränerad skjuvhållfasthet	50-100 kPa	1,5
Djup: 2-4,8 m*	100 kPa	
Djup: 4,8-5,2 m*	50 kPa	
Naturfuktig tunghet γ	17 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Effektiv tunghet γ’	9 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Lera		
Friktionsvinkel ϕ	30°	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	50-100 kPa	1,5
Djup: 2-4,8 m*	100 kPa	
Djup: 4,8-5,2 m*	50 kPa	
Naturfuktig tunghet γ	17 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Effektiv tunghet γ’	7 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Sand		
Friktionsvinkel ϕ	33°	1,3
E-modul	10 MPa	1,0
Naturfuktig tunghet γ	18 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Effektiv tunghet γ’	10 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Grus		
Friktionsvinkel ϕ	30-37° (tabellvärde)	1,3
E-modul	10-40 MPa (tabellvärde)	1,0
Naturfuktig tunghet γ	18 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Effektiv tunghet γ’	10 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Siltmorän		
Friktionsvinkel ϕ	39°	1,3
E-modul	40 MPa	1,0
Naturfuktig tunghet γ	20 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0
Effektiv tunghet γ’	11 kN/m^3 (tabellvärde)	1,0

8 Sättningar

Då området består till stor del av kohesionsjord kommer sättningar att uppstå vid ökad belastning på jorden. I detta tidiga skede har inga sättningsberäkningar utförts för utbyggnationen då inga laster är kända. Vid grundläggning på pålar kan sättningar undvikas. Jorden kan också förbelastas för att sättningarna ska utvecklas innan jorden bebyggs. Eftersom befintligt lokstall och utbyggnad kommer sitta ihop med varandra är det viktigt att sättningsrörelser hos utbyggnation är kontrollerade.

Sättningsberäkning för utfyllnaden på silt med endast primära sättningar visar på sättningar i storleksklassen cirka 5-10 cm. Beräkningen utgår från 4 m utfyllnad på 4 m silt med 5 MPa i E-modul, se bilaga 2. Det finns också siltig lera inom nytt område för utbyggnationen och där kan sättningarna vara större och framför allt ta längre tid. Sättningar i leran och sekundära sättningar (krypning) samt tiden för sättningarna att utvecklas kan behöva utredas i ett senare skede beroende på val av grundläggning. Mest troligt är att sättningarna utvecklas relativt snabbt då leran har låg vattenkvot och att sättningspeglar kan avgöra när sättningarna har avstannat. Dock kan det vara fördelaktigt att kunna jämföra sättningsförloppet med en uträknad sättningsprognos. Sättningsförloppet kan påskyndas om en större last (så kallad överlast) än färdig konstruktion belastar området. Överlasten tas sedan bort när sättningsförloppet antingen avstannat eller när det stämmer överens med sättningsprognosen.

9 Bärighet

Ingen bärighetsberäkning har utförts i detta skede då laster och dimensioner på sulor och plattor inte är kända i dagsläget. Dimensionering av eventuella ytligt grundlagda fundament ska göras med avseende på bärighet och sättningar under senare projekteringsskede.

10 Släntstabilitet

Släntstabilitetsberäkningar har utförts med karakteristiska värden. Beräkningar har utförts i GeoStudio Slope/W 2023, med beräkningsmodell Morgenstein-Price och lamellmetoden. Erforderlig säkerhetsfaktor är i säkerhetsklass 2 (SK2) $Fc \geq 1{,}5 \;\; och \; Fkomb \geq 1{,}4$ enligt detaljerad utredning IEG 4:2010.

Vid utbyggnation av befintligt lokstall kommer marken behöva fyllas ut för att kunna grundlägga utbyggnation. I beräkningarna har en bergkrossutfyllnad antagits. I beräkningen med utfyllnaden har också en last ansatts som motsvarar den maximala lasten för tillfredsställande släntstabilitet vid 50 kPa skjuvhållfasthet på siltig lera. Lasten uppgår till 100 kPa i läge för befintligt lokstall och 100 kPa respektive 89 kPa i sektion F och G.

Beräkningar visar att nuvarande slänter har tillfredställande släntstabilitet. Beräkningarna visar också att området har tillfredställande släntstabilitet vid en utfyllnad av bergkross samt vid en maximal utbredd last av 89 kPa ovanpå bergkrossen, se bilaga 1 för beräkningar och antaganden.

Slänten för bergkrossen är i beräkningarna i lutning 1:1,5. I beräkningarna har byggnationerna ritats ut med ungefärliga lägen för att ge en bättre bild av

situationen. I sektion G är höjdskillnaden mellan utfyllnadens släntkrön och släntfot 4 m och i sektion F är den 3 m.

Tabell 5. Redovisning av släntstabilitetsberäkningar

Sektion	Odränerad analys (Fc)	Kombinerad analys (Fkomb)	Tillfredsställande släntstabilitet (Ja/Nej)
F (Dagens situation)	4,65	2,63	Ja
F (med antagen utfyllnad)	1,84	1,84	Ja
F (med antagen utfyllnad samt last, 100 kPa över utfyllnad och befintligt lokstall)	1,69	1,41	Ja
G (Dagens situation)	4,45	2,63	Ja
G (med antagen utfyllnad)	1,70	1,70	Ja
G (med antagen utfyllnad samt last, 89 kPa över utfyllnaden och 100 kPa över befintligt lokstall)	1,65	1,40	Ja

Stabilitetsberäkningar har även utförts för att bedöma skredrisk mot Faxälven kopplat till det aktsamhetsområde med avseende på förutsättningar för skred i finkornig jord som är beläget i anslutning till älven. Observera att beräkningen är inriktad på att bedöma skredrisken inom den nya detaljplanen. Detta innebär att det i släntstabilitetsanalysen har ansatts kraftig ogynnsamma förhållanden i området mellan planområdet och Faxälven. Det innebär att analysen kan användas för att bedöma skredrisk inom nytt detaljplanområde och inget annat.

Enligt SGI Vägledning 8 finns idag ingen etablerad metodik för att bedöma bakåtgripande skred i siltjordar. SGI rekommenderar att identifiera ett läge där glidytorna uppfyller uppställda krav på säkerhetsfaktorn. SGI skriver också att en bedömning av hur ett eventuellt skredförlopp kan se ut ska utföras och att det kan göras med stöd i kartunderlag för att identifiera tidigare inträffade skred i närheten och dess utbredning.

Stabilitetsberäkningar har utförts med mycket ogynnsamma jordlager- och vattenförhållanden. Siltens odränerade skjuvhållfasthet har konservativt valts till 15 kPa, vilket är en kraftig reduktion jämfört med de 50 till 100 kPa som valts för jordlagret inom planområdet. Vattennivån i Faxälven har antagits lågt, cirka 2 meter under bedömd vattenyta från markmodellen.

Undersökningar inom fastighet Hamre 12:1, daterad 1975-02-24, och inom fastighet Hamre 12:1 m.fl. och Hamre 11:1 m.fl., daterad 1979-03-30, visade på fast lagrad jord från 1-3 meter under markytan i området mellan aktuell detaljplaneområde och Faxälven. Sonderingar har inom samtliga fastigheter avbrutits inom 4 meter under markytan på grund av stort neddrivningsmotstånd. Grundvattenyta har noterats 1 till 1,5 meter under markytan. Med detta i åtanke har den lösa jordens mäktighet överdrivits i beräkningarna till minst 5 meter och mäktigheten ökar kraftigt mot älven. Grundvattenytan har i beräkningarna placerats ytligt.

Då ingen bottengeometri för Faxälven funnits att tillgå har släntlutningen mot älvbotten överdrivits och djupen har satts till 8 meter. Djupet kan jämföras med

öppen ekolodsdata från C-MAP Genesis® cirka 1,5 kilometer uppströms, där bottendjupet som mest uppgår till 6 meter.

Då ingen information om aktuella laster på området mellan planområdet och Faxälven finns att tillgå har en utbredd last om 20 kPa över hela ytan antagits. Detta ses som mycket ogynnsamt för beräkningarna.

Beräkningarna visar att glidytor med ej tillfredställande säkerhet mot brott (1,4 och 1,5) är belägna cirka 39 meter från aktuellt detaljplanområdet. Beräkningar visas i bilaga 1.

Enligt SGI:s tjänst över inträffade skred, ras och övriga jordrörelser (Skreddatabasen) finns inga historiska skred registrerade längs aktuell del av Faxälven.

Sammantaget bedöms sannolikheten för att ett bakåtgripande skred skulle utvecklas ända fram till planområdet som mycket låg. De beräknade glidytorna som inte uppfyller ställda krav är belägna på ett betydande avstånd från planområdet och har dessutom erhållits vid antaganden som bedöms vara mycket ogynnsamma. För att planområdet skulle påverkas krävs därför inte enbart att ett initialt skred utlöses närmare Faxälven, utan även att skredet utvecklas bakåt i flera efterföljande skeden och passerar markområden där beräkningarna inte indikerar otillfredsställande stabilitet. Att markområdet mellan älvslänten och planområdet är mycket flackt minskar också förutsättningarna för ett fortsatt bakåtgripande skredförlopp. Även avsaknaden av dokumenterade historiska skred i närområdet ger stöd för att stora bakåtgripande skred med utbredning fram till planområdet inte är representativa för platsen. Skredrisken inom aktsamhetsområdet mot Faxälven bedöms inte ha något direkt påverkan på stabiliteten inom detaljplaneområdet.

11 Geotekniska bedömningar och rekommendationer

Denna utredning är i ett tidigt skede och vid fortsatt projektering bör en geotekniker rådfrågas. Detta för att bedöma om kompletterande undersökningar erfordras för att kunna dimensionera grundläggning av planerade byggnader.

Nedanstående rekommendationer i resten av detta kapitel är översiktliga och beräkningar i brotts- (bärighet) och bruksgränstillstånd (sättningar) bör utföras av geotekniker när laster från planerade byggnader är kända.

11.1 Radon

Radonmätningen har ett väldigt lågt värde i punkt SW2309, vilket eventuellt kan bero på att luftintagningshålen inte varit öppna utan insatta med jord. Radonmätningen i punkt SW2313 har ovanligt höga värden vilket kan bero på radonhaltig fyllning i jorden eller att radonhalt från tidigare mätpunkt ackumulerats i provtagaren eller röret. Det kan uppstå om rörets intagshål inte rensas mellan provtagningarna.

Eftersom det uppmättes höga radonhalter vid punkt SW2313 kan det krävas att grundläggningen av byggnaden uppförs radonsäkert enligt BFR R85:1988 rev 1990. Ytterligare radonmätning i ett senare skede kan klarlägga om det är ett lokalt radonproblem som kan åtgärdas på annat sätt än att grundlägga radonsäkert. Med ytterligare mätningar kan området med höga radonhalter

definieras och förslagsvis schaktas bort och ersättas med material med låg radonhalt. Detta om det visar sig vara ett lokalt problem. Övriga mätningar inom området visar på låg till normal radonhalt vilket innebär att grundläggning kan ske radonskyddande. Nedan följer exempel på vad det innebär att grundlägga radonsäkert.

Ett radonsäkert utförande beror på grundkonstruktionens utförande och täthet samt byggnadens ventilationssystem m.m. De typer av åtgärder som används för att uppnå ett radonsäkert utförande är ofta en kombination av:

- Ju mindre markkontakt huset har, desto mindre risk för inträngning av radonhaltig jordluft.
- Försök, så långt det är möjligt och rimligt, att eliminera risker för defekter i grundkonstruktionen.
- Utför betongplattan med största möjliga lufttäthet.
- Utför genomföringar i konstruktionen på ett lufttätt sätt.
- Ju mindre undertryck det är i huset desto mindre risk för inläckande markradon, välj ur det hänseendet helst balanserad ventilation.
- Se till att luftväxlingen i huset är god och att tillräckligt med tilluft tas in ovan mark antingen genom mekaniskt tilluftssystem eller genom tillräckligt antal tilluftsventiler som ska hållas öppna.
- Förse, som en kompletterande åtgärd, byggnaden med radonslangar i bottenplattan för att ha möjlighet att skapa ett undertryck i marken.
- Någon typ av radonmembran under grundplattan.

Efter byggnadens färdigställande rekommenderas en kontroll av radongas i inomhusluften. För nybyggda byggnader får radonhalten i inomhusluft inte överstiga 200 Bq/m^3.

Det ska också säkerställas att material med hög radonhalt ej tillförs arbetsplatsen.

11.2 Grundläggning byggnader

Det finns stora skillnader i mäktighet av sedimentjord inom området. Det innebär att en grundläggning på befintlig mark kan innebära stora sättningsdifferenser som eventuellt inte kan tolereras. Det innebär att hela området eller delar av området kan behöva pålas för att undvika sättningar. Området skulle också kunna förbelastas för sättningarna ska utvecklas innan grundläggningen utförs. Vid förbelastning krävs en sättningsprognos och ett kontrollprogram för att följa sättningsförloppet och kunna bedöma när förbelastningen är klar. Om mäktigheten är mindre kan eventuell urgrävning av sediment vara möjlig för att kunna grundlägga på underliggande morän. Geotextil eller alternativt materialskiljande lager av jord eller krossmaterial ska användas på undergrunden. Grundläggningen behöver detaljstuderas i ett byggskede när laster är kända.

Det finns inom området skikt med kolaska vars hållfasthet är svår att bedöma. Om grundläggning sker utan pålar ska lämpligheten för grundläggning på kolaska bedömas vid ett senare skede. Eventuellt behöver kolaskan schaktas bort och ersättas med godtagbart fyllningsmaterial. Vid grundläggning med pålar förutsätts jorden under pålplanet inte belastas av nya byggnation.

Jordlagren utgörs i huvudsak av måttligt till mycket tjällyftande jordar. Grundläggning skall utföras frostskyddat, alternativt genom utskiftning av tjällyftande jordar eller genom termisk isolering för att förhindra skadlig

tjälnedträngning. Grundläggning får ej ske på organisk, tjälad eller starkt störd jord.

11.3 Schaktarbete

Släntlutning för temporära schakter anpassas efter bland annat jordart, årstid, väderlek, schaktdjup och närhet till andra anläggningar.

Schaktarbeten bör genomföras under en period då låga grundvattennivåer förväntas. Typiskt inträffar det under sensommaren och under vintermånaderna januari till mars. Schaktarbeten bör utföras enligt arbetsmiljöverkets handbok ”schakta säkert-en handbok om säkerhet vid schaktning”. Slänter för finsediment ska skyddas mot frost och nederbörd. Detaljprojektering för slänter stabilitet kan behöva utföras då schaktdjup är känt. Schaktslänten förutsätter att minst 1 m från släntkrön är obelastad. Grundvattennivån bör sänkas till 0,5 under schaktbotten för att undvika att jordarna blir flytande. Störning av silt- och finsandshaltig jord kan uppstå vid ovarsam schaktning. Silt- och finsandsjordar starkt flytbenägna, vilket skall beaktas under utförandet. Nederbörd kan härtill medföra en vattenmättad hos schaktbotten och därmed en bristande bärighet. Schaktbotten och slänter bör därför skyddas mot direkt yttre påverkan. I samband med jordschakt samt packning av fyllning uppkommer markvibrationer som kan påverka närliggande anläggningar.

I byggskedet bör geotekniskt sakkunnig person utföra schaktbottenbesiktning.

11.4 Slänter

Permanenta slänter med silt inom området bör skyddas mot erosion då jordarten är erosionskänslig. Slänterna kan skyddas antingen med sprängsten eller med avbaningsmassor och sprutsådd.

11.5 Hårdgjorda ytor

Överbyggnader för vägar och parkeringsplatser ska tjäl- och bärighetsdimensioneras efter rådande terrassmaterial samt hydrogeologiska förhållanden. Inom de områden där det råder tjälfarlighetklass 4 och materialtyp 5 är det viktigt att hårdgjorda ytor dimensioneras för tjälfarlighetsklass 4.

Eventuell organisk jord avbanas innan terrassering utförs.

11.6 Dagvatten

Eftersom området består av finsediment är infiltrationen av dagvatten mycket låg. Detta bör tas i beaktande vid byggnation.

11.7 Ledningar

Ledningsgravar tenderar att påverka grundvattensituationen då de återfyllnadsmaterialet ofta är mer genomsläppligt än naturliga jordar. Om permanent påverkan på grundvattnet ska undvikas ska åtgärd vidtas, till exempel strömningsavskärande återfyllnad eller anläggande av täta ledningsgravar till exempel med bentonitmatta.

12 Fortsatta undersökningar

Grundvattenmätning bör utföras i installerade grundvattenrör under en längre tid för att mäta årstidsvariationerna i vattennivån.

Ytterligare radonmätningar kan utföras för att klarlägga om byggnationen endast behöver utföras radonskyddande (lägre grad av radonskydd) eller om den måste utföras radonsäkert (högre grad av radonskydd).

Fortsatta detaljprojektering bör utföras när markprojektering och byggnaders laster är kända. Detta för att klarlägga grundläggning av byggnader och utreda bärighet, sättningar och släntstabilitet.

13 Avslutning

Föreliggande utlåtande behandlar endast rekommendationer och synpunkter i samband med ändring av befintlig detaljplan. Denna handling får ej användas som bygghandling utan skall kompletteras i ett bygghandlingsskede.

14 Bilagor

Tabell 6. Bilagor

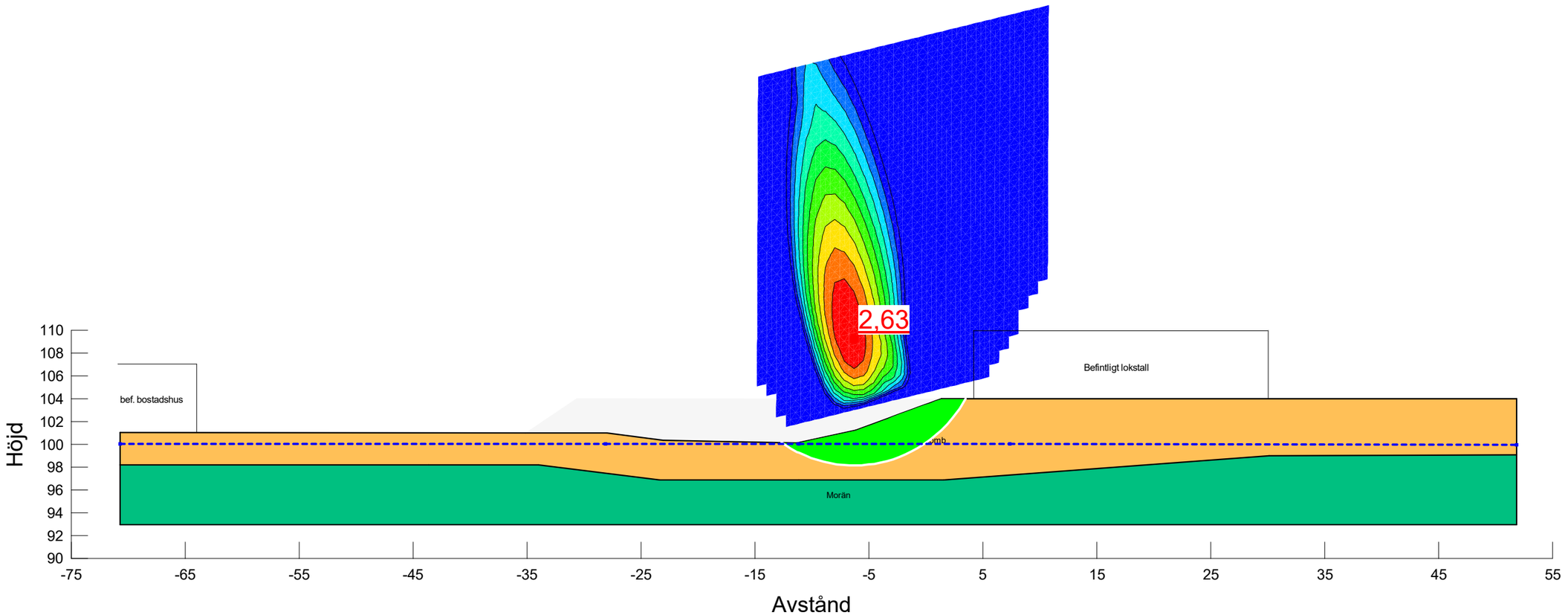
Bilaga	Typ
1	Släntstabilitetsberäkningar
2	Sättningsberäkningar
3	Valda värden

BILAGA 1

SLÄNTSTABILITETSBERÄKNINGAR

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

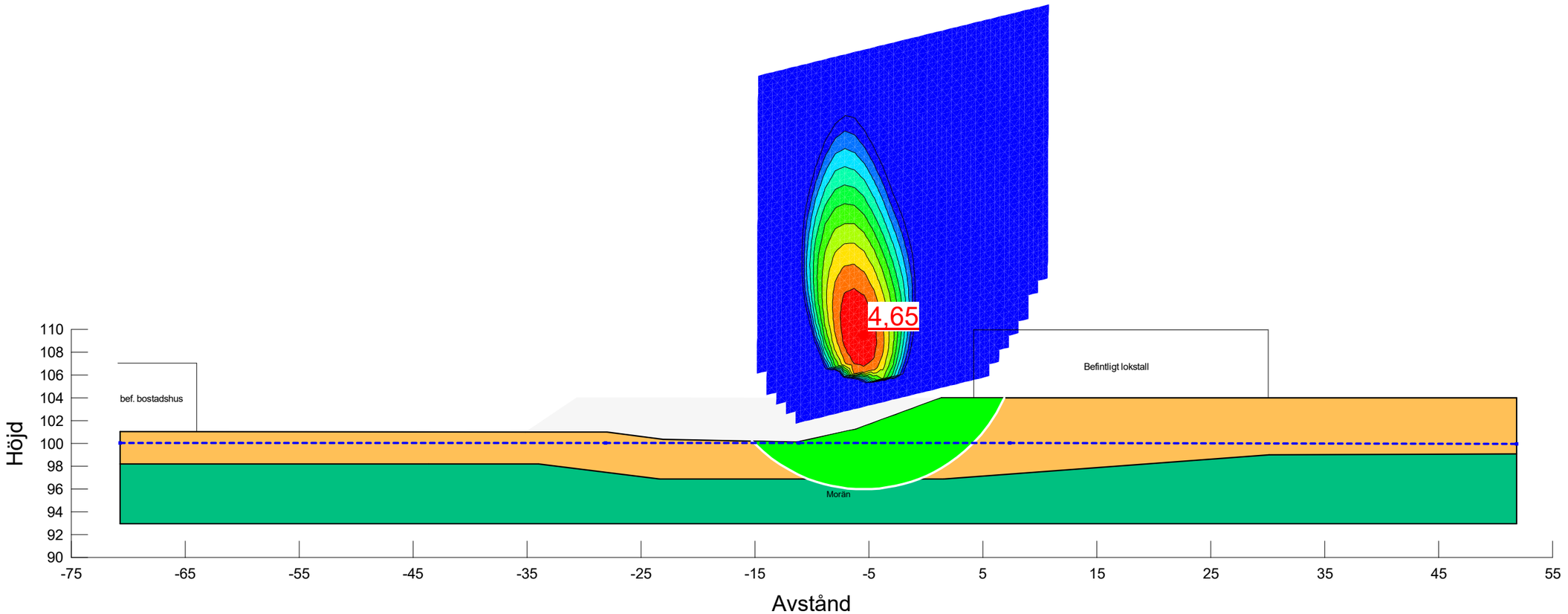
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



Kombinerad analys	
Sektion F.gsz	
2024-02-08	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

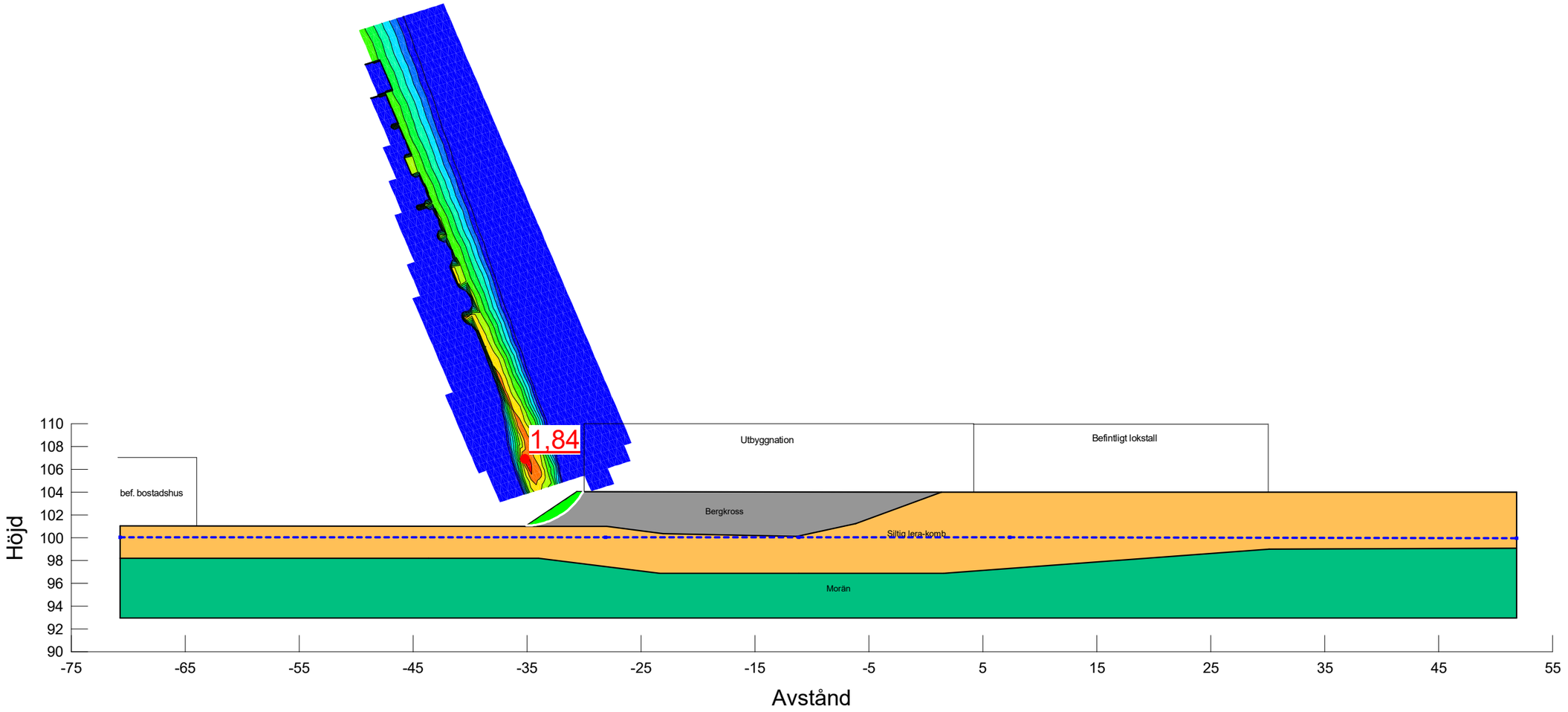
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



Odränerad analys	
Sektion F.gsz	
2024-02-08	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

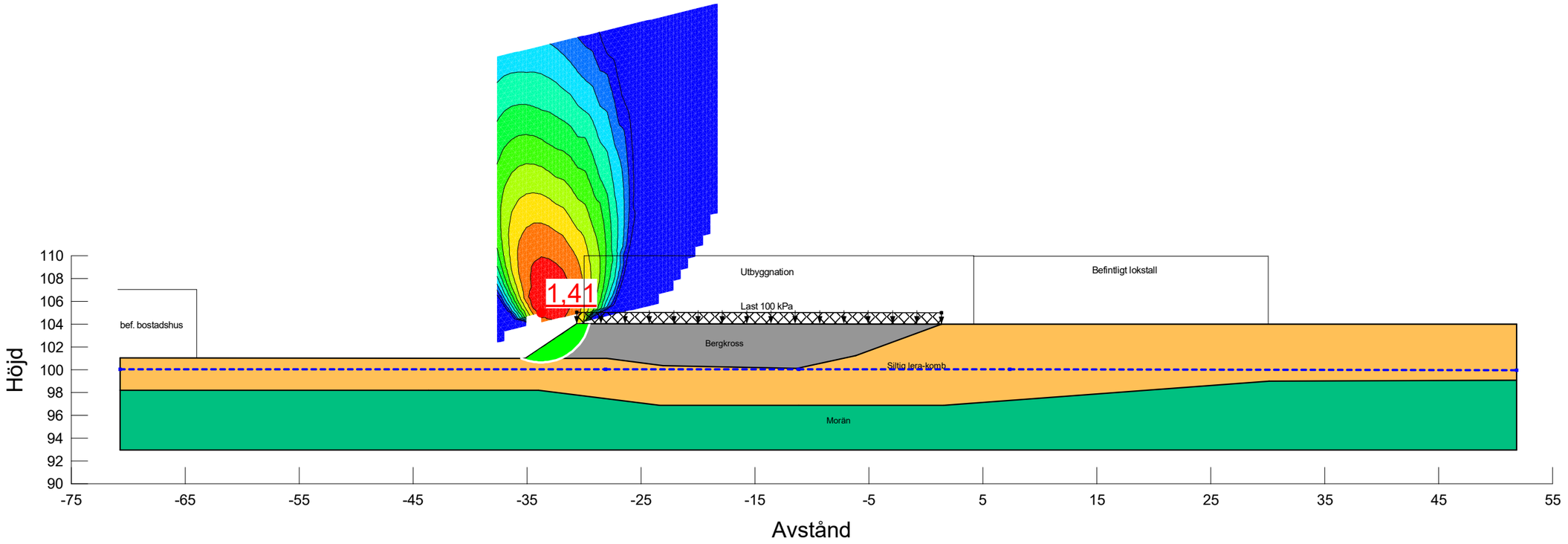
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20	0	45						0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



Kombinerad analys-med utfyllnad
Sektion F.gsz
2024-02-08 1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20	0	45						0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



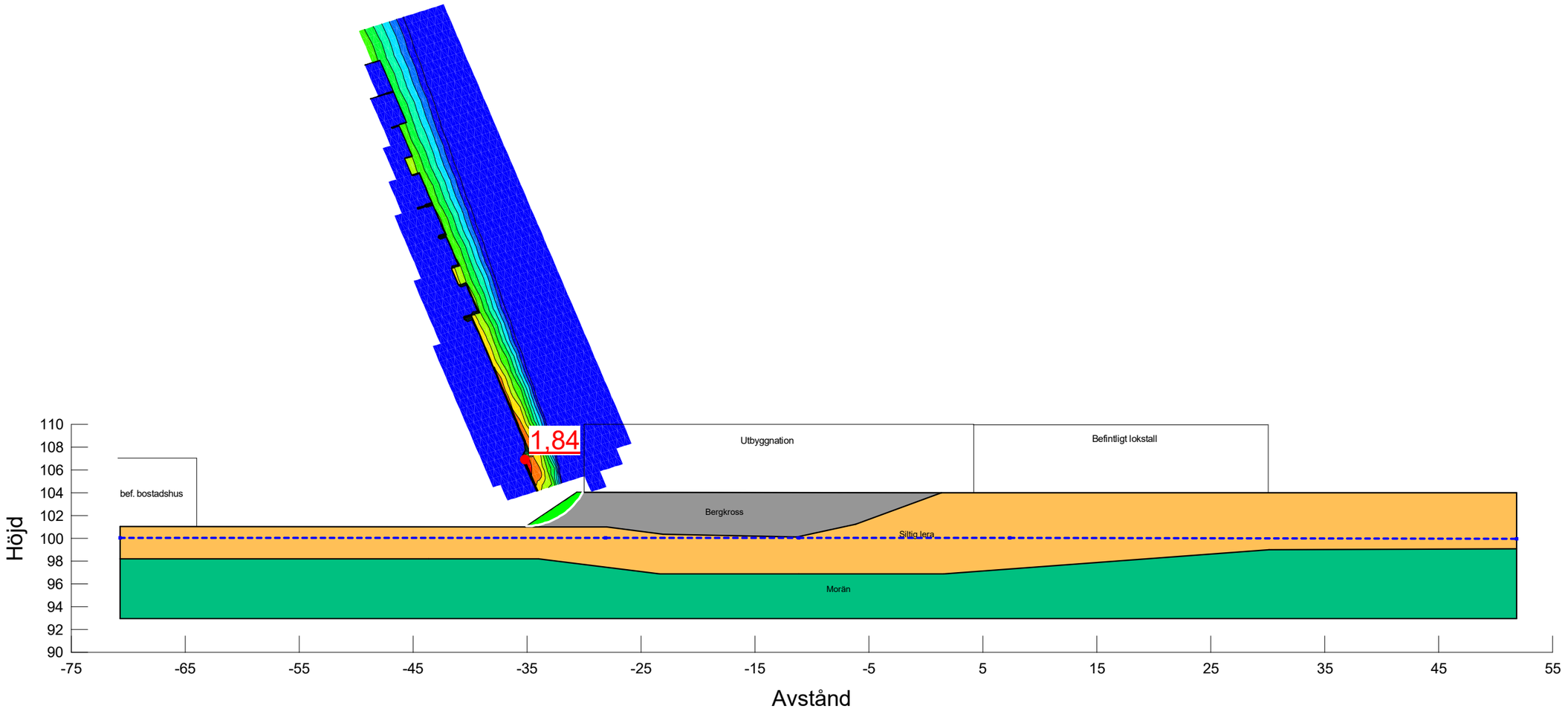
kombinerad analys-med utfyllnad och last

Sektion F.gsz

2024-02-08 1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

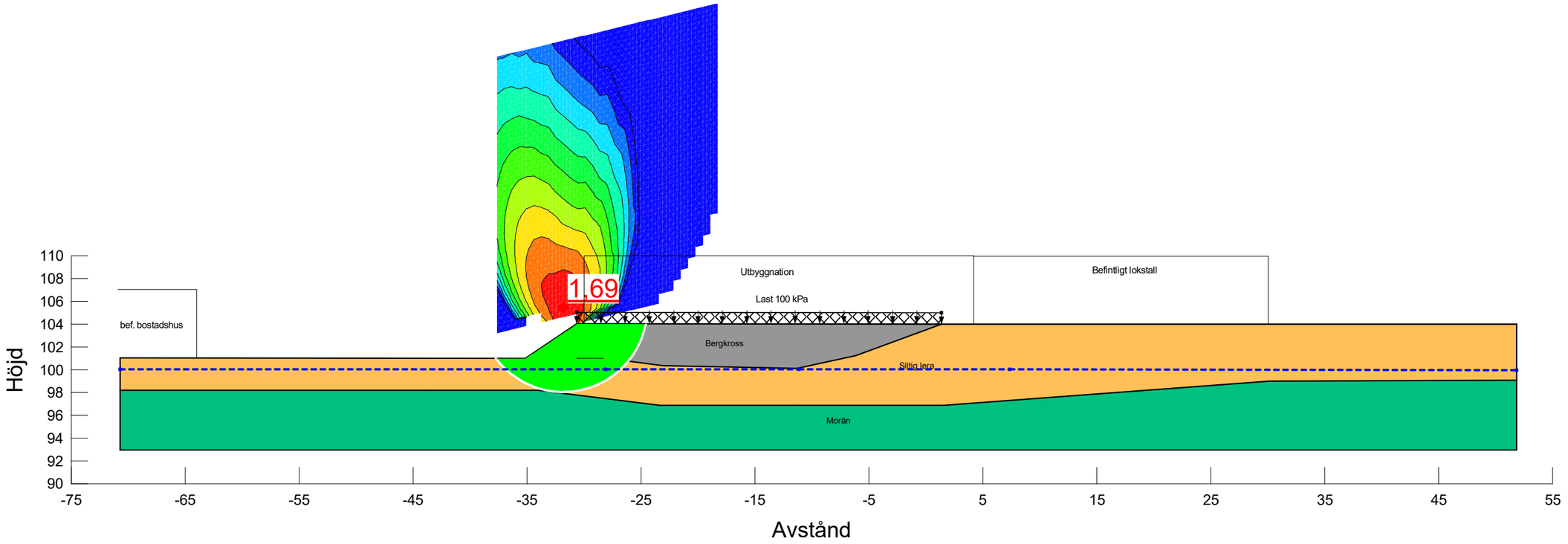
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20		0	45	0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



Odränerad analys-med utfyllnad
Sektion F.gsz
2024-02-08 1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Kluge, Jens
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2024-02-08
Slip Surface Option: Grid and Radius

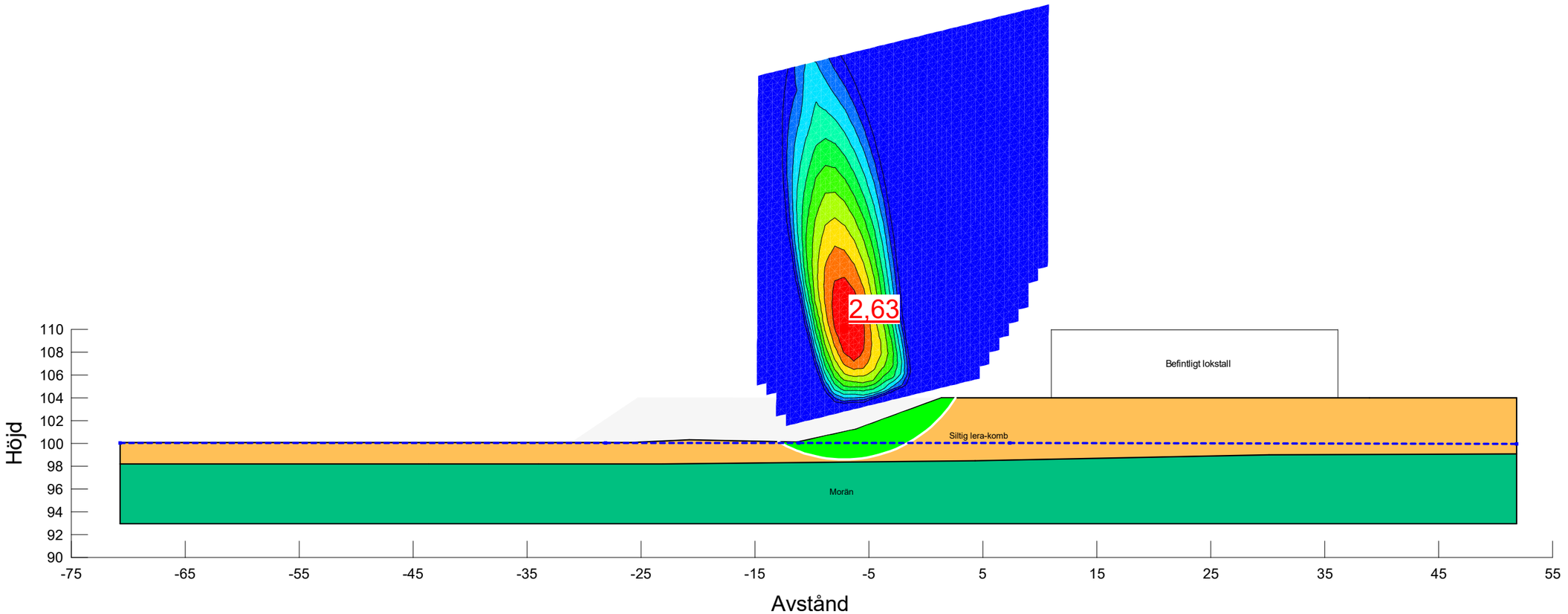
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20		0	45	0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



Odränerad analys-med utfyllnad och last
Sektion F.gsz
2024-02-08 1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

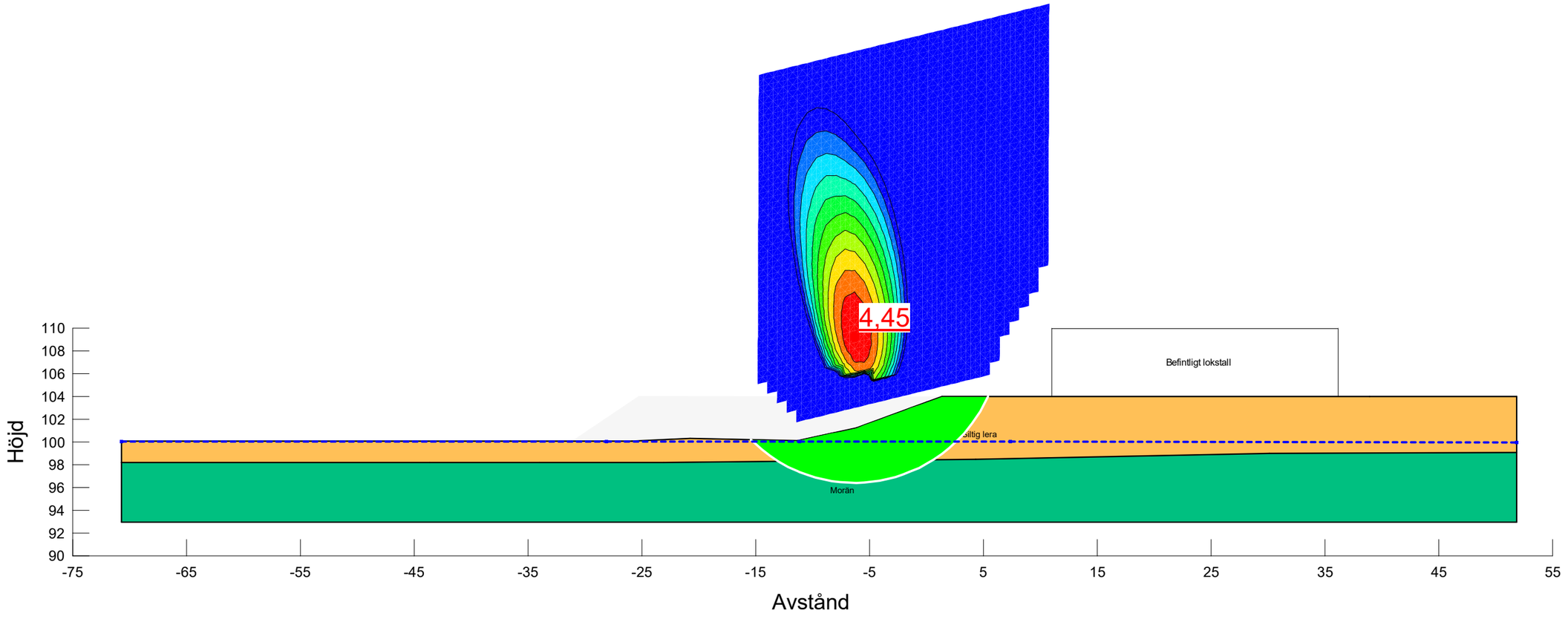
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



Kombinerad analys	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

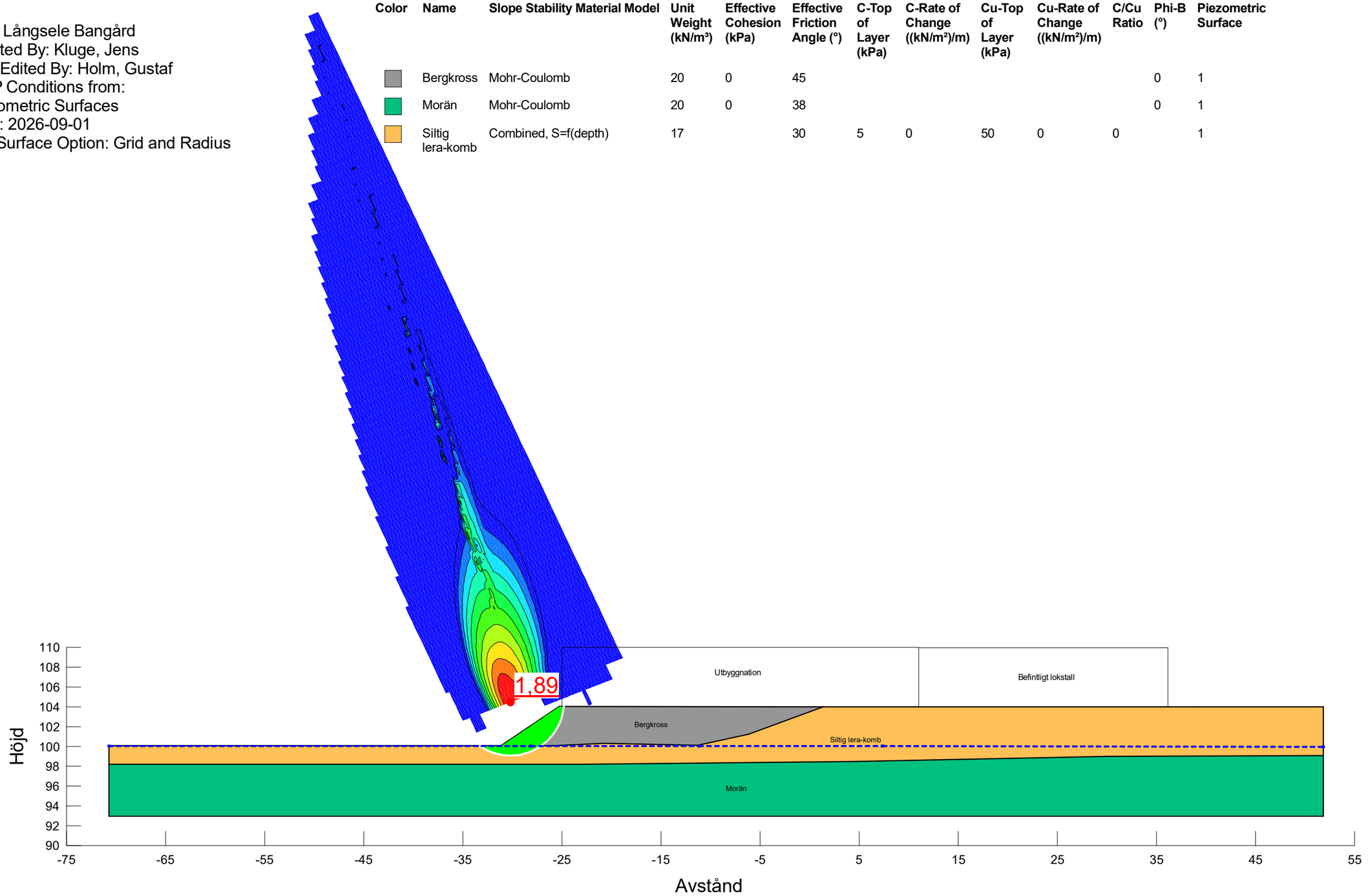
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



Odränerad analys	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

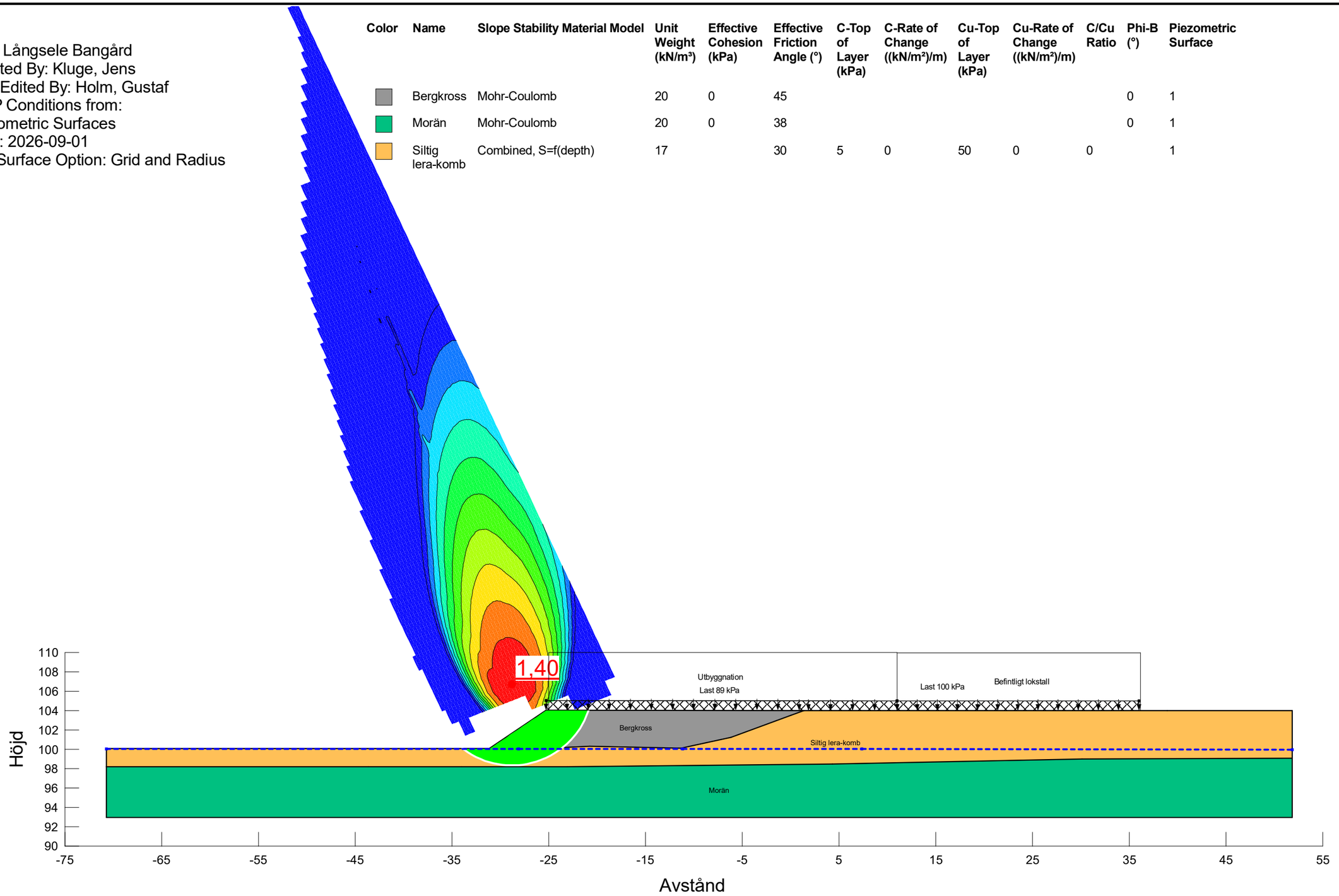
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20	0	45						0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



Kombinerad analys-med utfyllnad	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

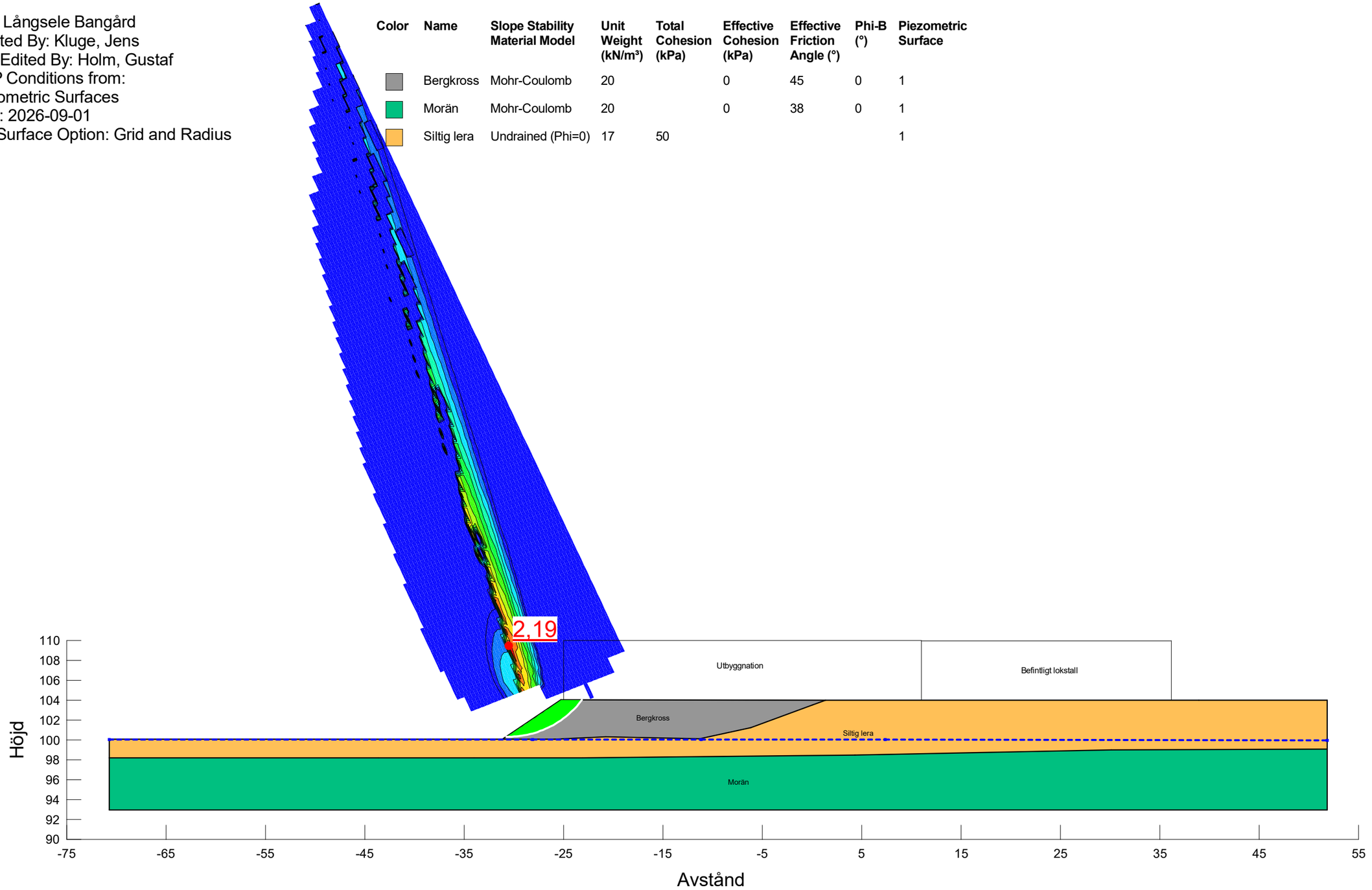
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20	0	45						0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	38						0	1
	Siltig lera-komb	Combined, S=f(depth)	17		30	5	0	50	0	0		1



Kombinerad analys-med utfyllnad och last	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

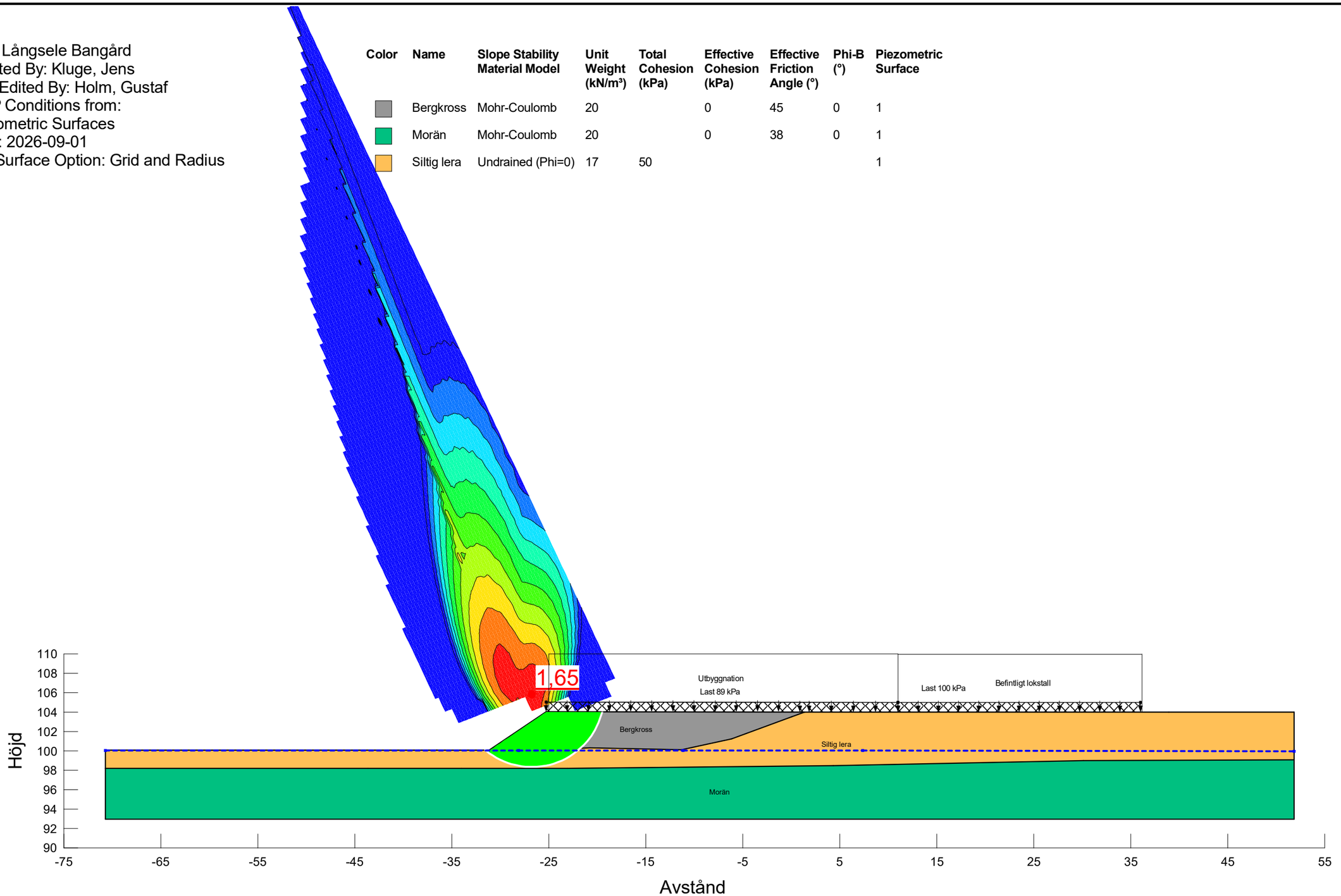
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20		0	45	0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



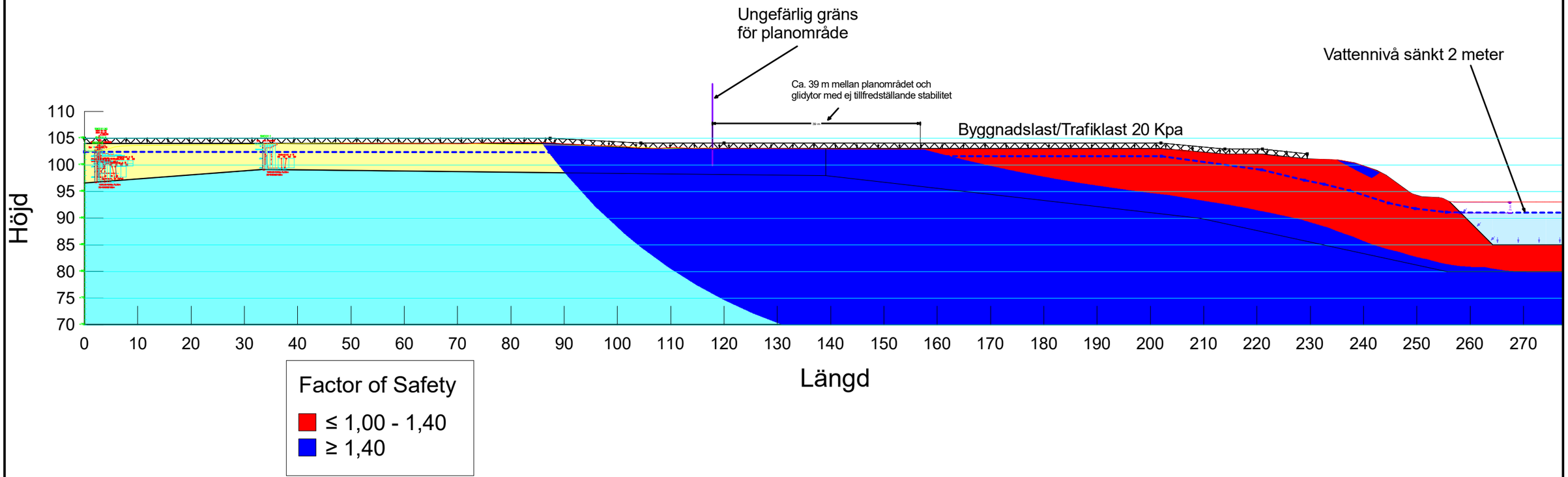
Odränerad analys-med utfyllnad	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

Title: Långsele Bangård
Created By: Kluge, Jens
Last Edited By: Holm, Gustaf
PWP Conditions from:
Piezometric Surfaces
Date: 2026-09-01
Slip Surface Option: Grid and Radius

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Surface
	Bergkross	Mohr-Coulomb	20		0	45	0	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20		0	38	0	1
	Siltig lera	Undrained (Phi=0)	17	50				1



Odränerad analys-med utfyllnad och last	
Sektion G.gsz	
2026-09-01	1:400

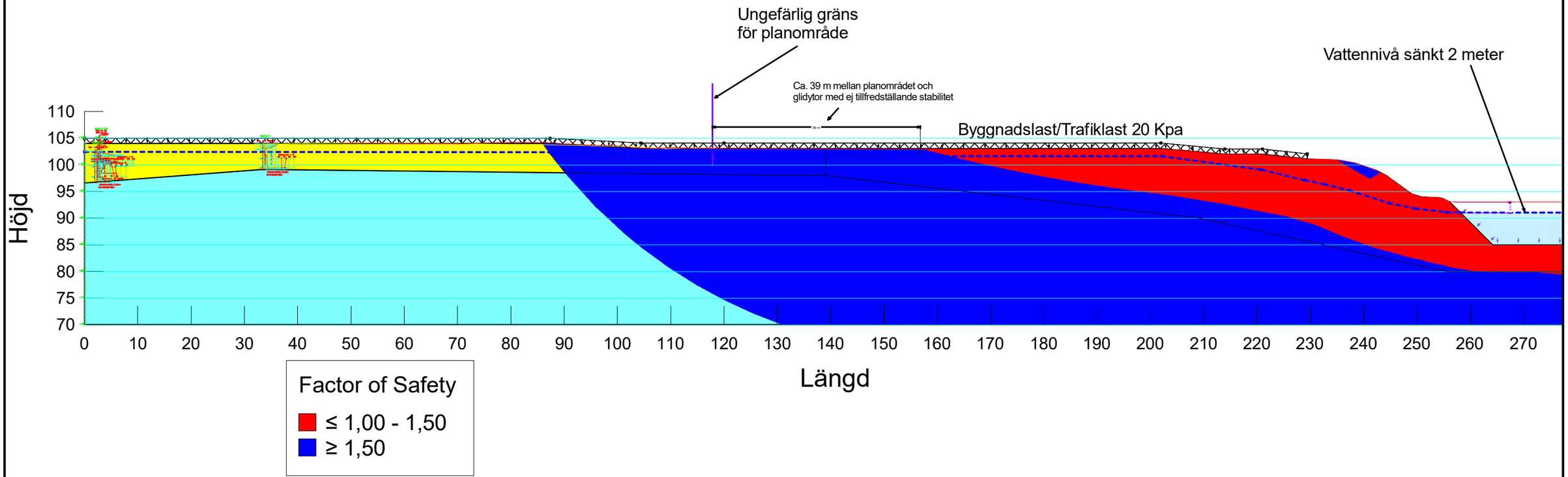


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Surface
	Lera-komb	Combined, S=f(depth)	18		30		1,5	0	15	0	0,1	
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	40	0						

Kombinerad analys

Sektion mot Faxälven.gsz

2026-09-01 1:750



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	Lera	Undrained (Phi=0)	17				15	1
	Morän	Mohr-Coulomb	20	0	40	0		1

Odränerad analys

Sektion mot Faxälven.gsz

2026-09-01 1:750

BILAGA 2

SÄTTNINGSBERÄKNINGAR

Långsele bangård

Uppskattning av sättningar under 4 m utfyllnad

2:1-metoden och Steinbrenners metod för spänningsfördelning i jord

2:1 metoden

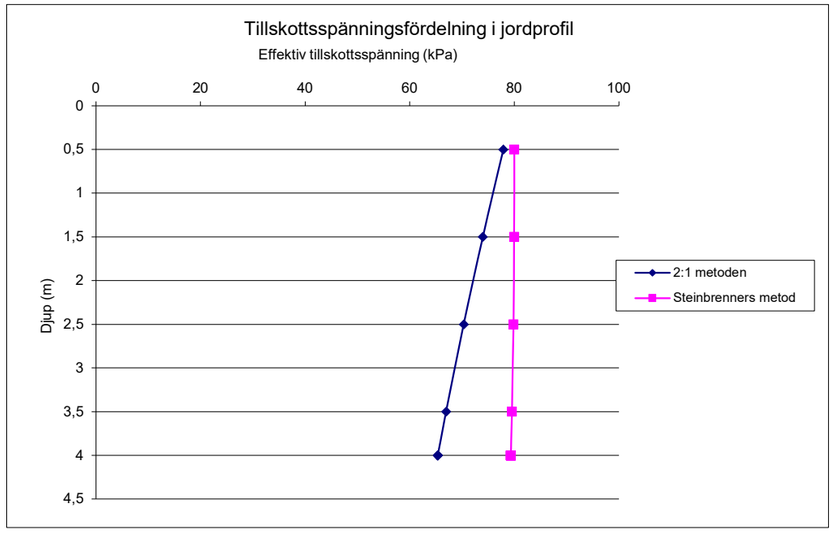
Skikt	Jord	Last	Last	Last	Skikt	Skikt	Delta	Gen. delta	ML & Ek kar	gamma	ML & E dim	Sättning	Ack.
		i kPa	bredd	längd	höjd	mitt	sigma	sigma	kPa		kPa	m	sättning
1	silt	80	50	30	1	0,5	77,91		5000	1,3	3846	0,020	
2	silt	80	50	30	1	1,5	73,97		5000	1,3	3846	0,019	0,039
3	silt	80	50	30	1	2,5	70,33		5000	1,3	3846	0,018	0,058
4	silt	80	50	30	1	3,5	66,95		5000	1,3	3846	0,017	0,075
5		80	50	30		4	65,36				##########	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
6		80	50	30		4	65,36				##########	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
7		80	50	30		4	65,36				##########	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
8		80	50	30		4	65,36				##########	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
9		80	50	30		4	65,36				##########	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!

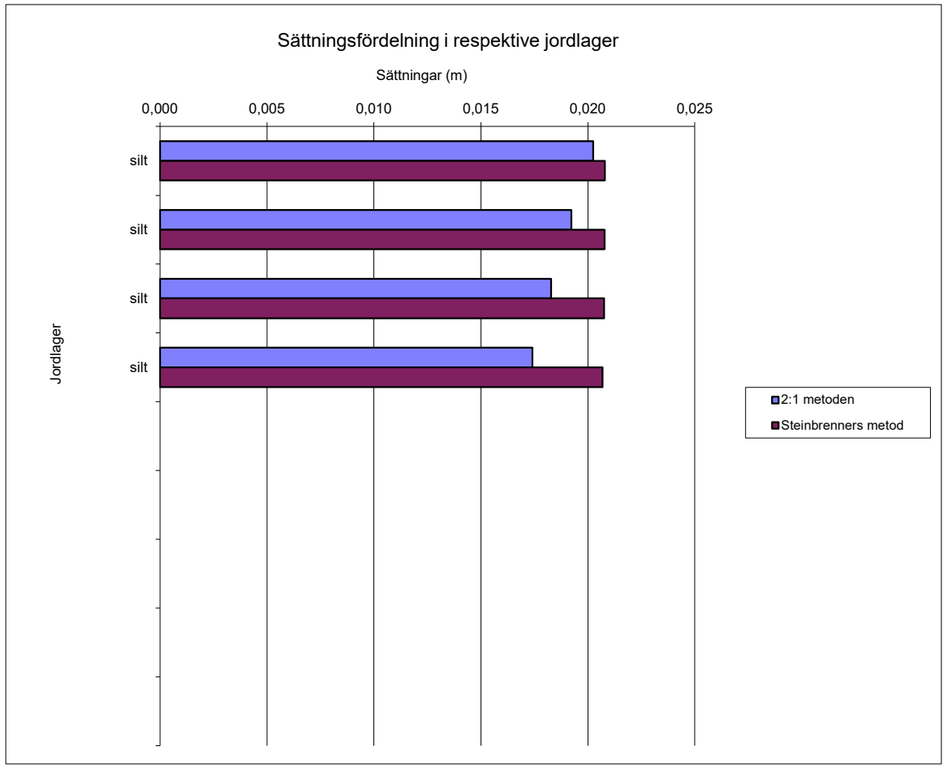
Lastförutsättningar:

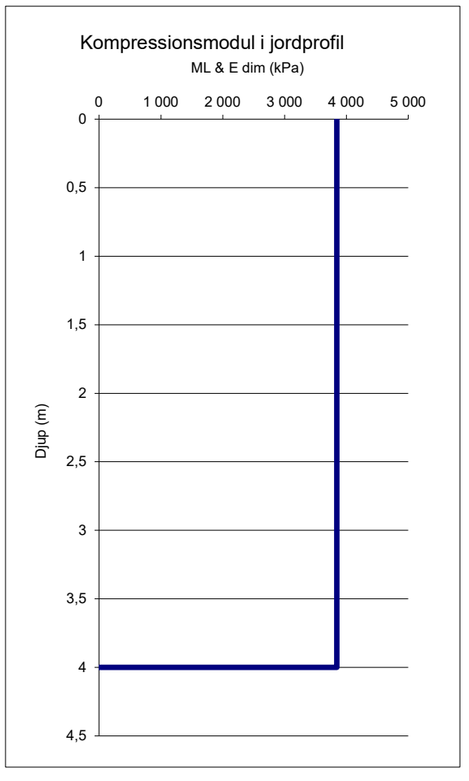
	q (kPa)	
Bankhöjd	4	m
Bankbredd	50	m
Tunghet i fyll	20	kN/m3
Längd	30	m
Area per längdmeter	50	m2/m
Grundtryck/m	80	kPa/m

Steinbrenners metod

Skikt	Jord	Last	Last	Last	Skikt	Skikt					Steinbergs formel				Delta	Gen. delta	ML & Ek kar	gamma	ML dim	Sättning	Ack.
		i kPa	bredd	längd	höjd	mitt									sigma	sigma					sättning
			B	L		z	m	n	m^2	n^2	Term 1	Term 2	T1+T2	1/2PI()			kPa		kPa	m	m
1	silt	80	25	15	1	0,5	30	50	900,00	2500,00	0,039	1,532	1,571	0,159	80,00	0	5000	1,3	3846	0,021	
2	silt	80	25	15	1	1,5	10,00	16,67	100,00	277,78	0,116	1,455	1,570	0,159	79,96	0	5000	1,3	3846	0,021	0,042
3	silt	80	25	15	1	2,5	6,00	10,00	36,00	100,00	0,189	1,378	1,567	0,159	79,83	0	5000	1,3	3846	0,021	0,062
4	silt	80	25	15	1	3,5	4,29	7,14	18,37	51,02	0,259	1,303	1,562	0,159	79,54	0	5000	1,3	3846	0,021	0,083
5	0	80	25	15	0	4	3,75	6,25	14,06	39,06	0,291	1,267	1,558	0,159	79,33	0	0	0,0	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
6	0	80	25	15	0	4	3,75	6,25	14,06	39,06	0,291	1,267	1,558	0,159	79,33	0	0	0,0	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
7	0	80	25	15	0	4	3,75	6,25	14,06	39,06	0,291	1,267	1,558	0,159	79,33	0	0	0,0	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
8	0	80	25	15	0	4	3,75	6,25	14,06	39,06	0,291	1,267	1,558	0,159	79,33	0	0	0,0	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!
9	0	80	25	15	0	4	3,75	6,25	14,06	39,06	0,291	1,267	1,558	0,159	79,33	0	0	0,0	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!	#DIVISION/0!







2024-02-07

BILAGA 3

VALDA VÄRDEN

2024-02-09

Långsele Bangård

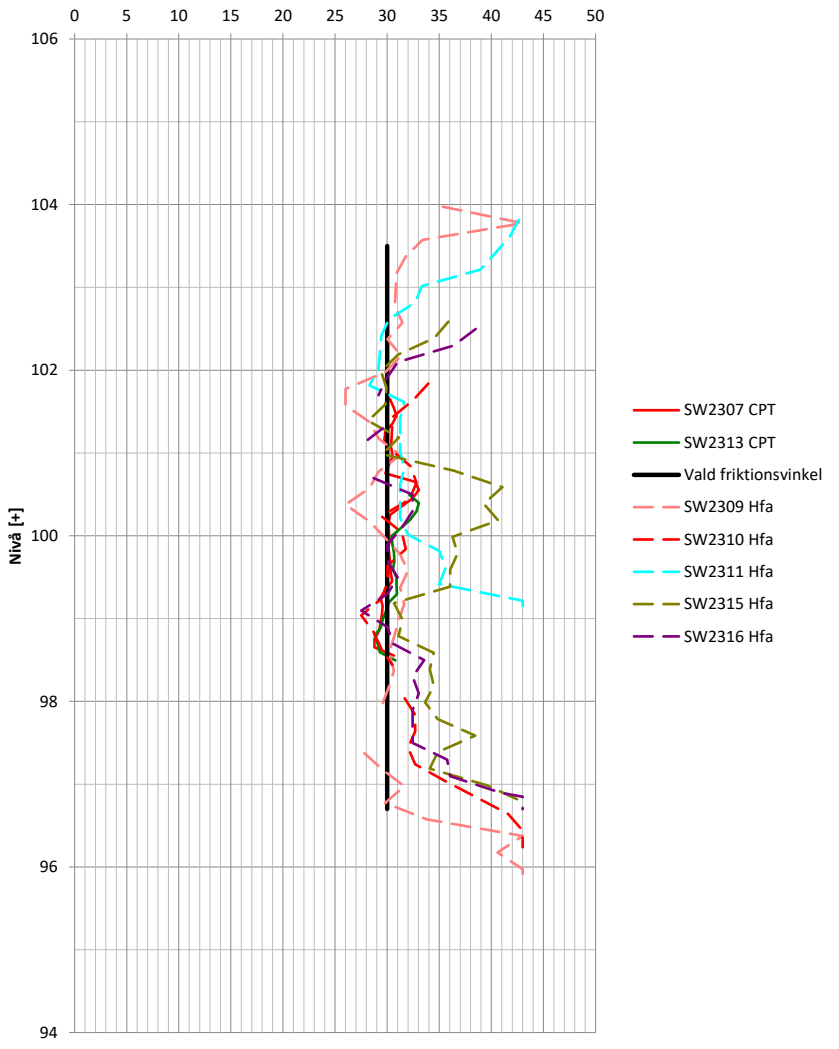
Uppdragsnummer: 30057233

Valt värde-Silt

SWECO

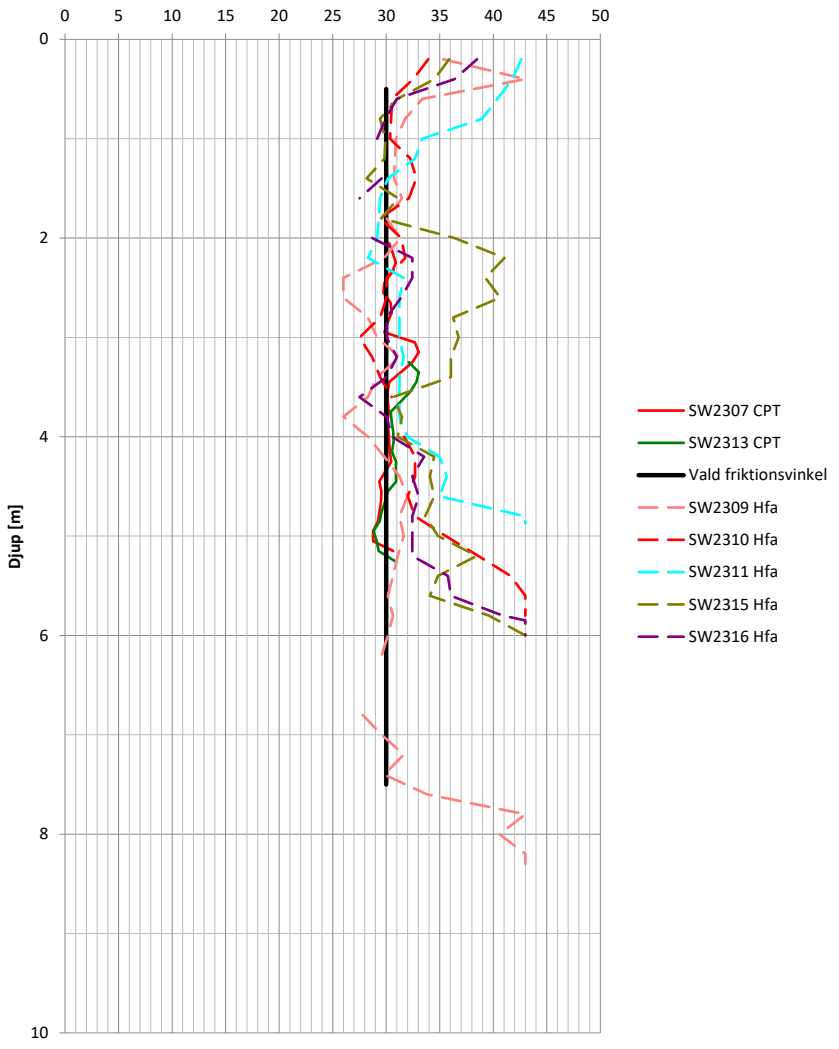
Friktionsvinkel Φ´ (º)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



Friktionsvinkel Φ´ (º)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



2024-02-09

Långsele Bangård

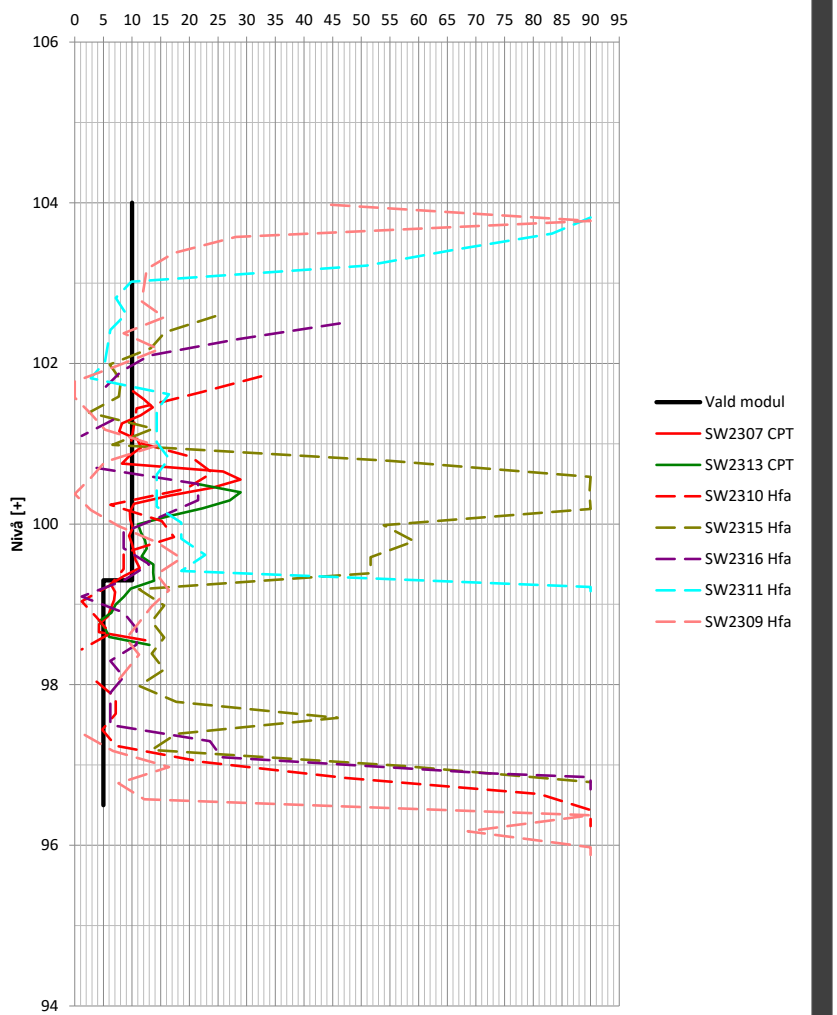
Uppdragsnummer: 30057233

Valt värde-Silt

SWECO

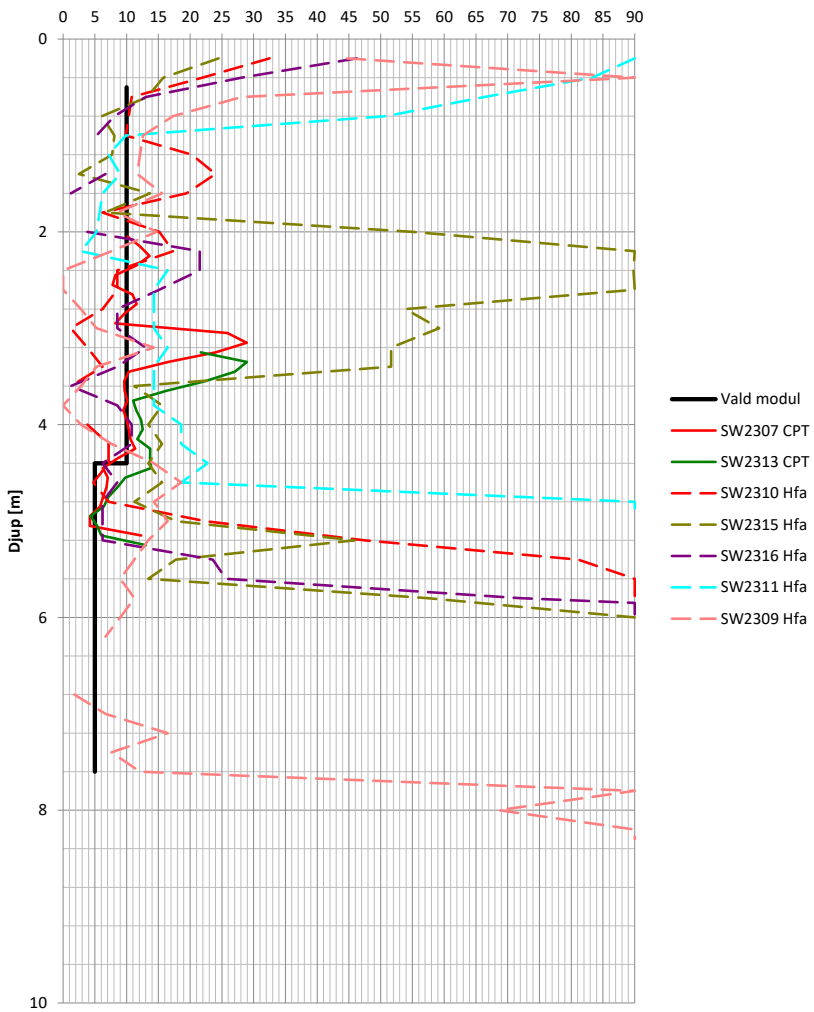
E-Modul (MPa)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



E-Modul (MPa)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



2024-02-09

Långsele Bangård

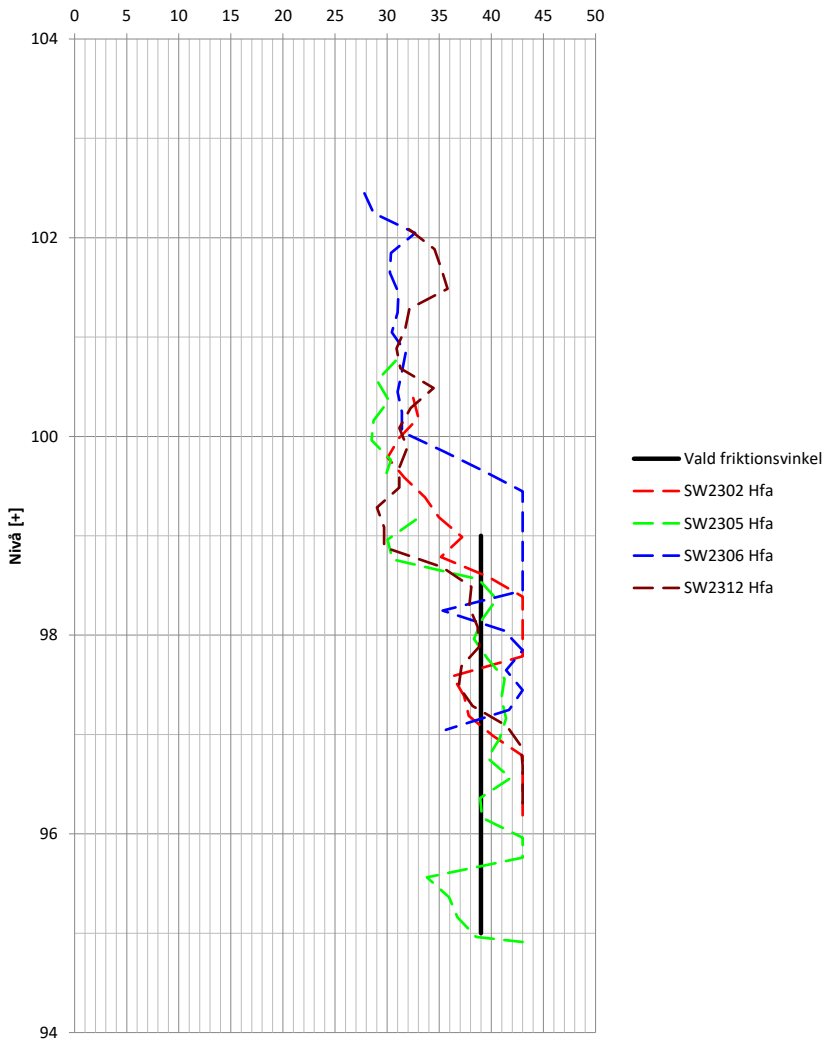
Uppdragsnummer: 30057233

Valt värde-Siltmorän

SWECO

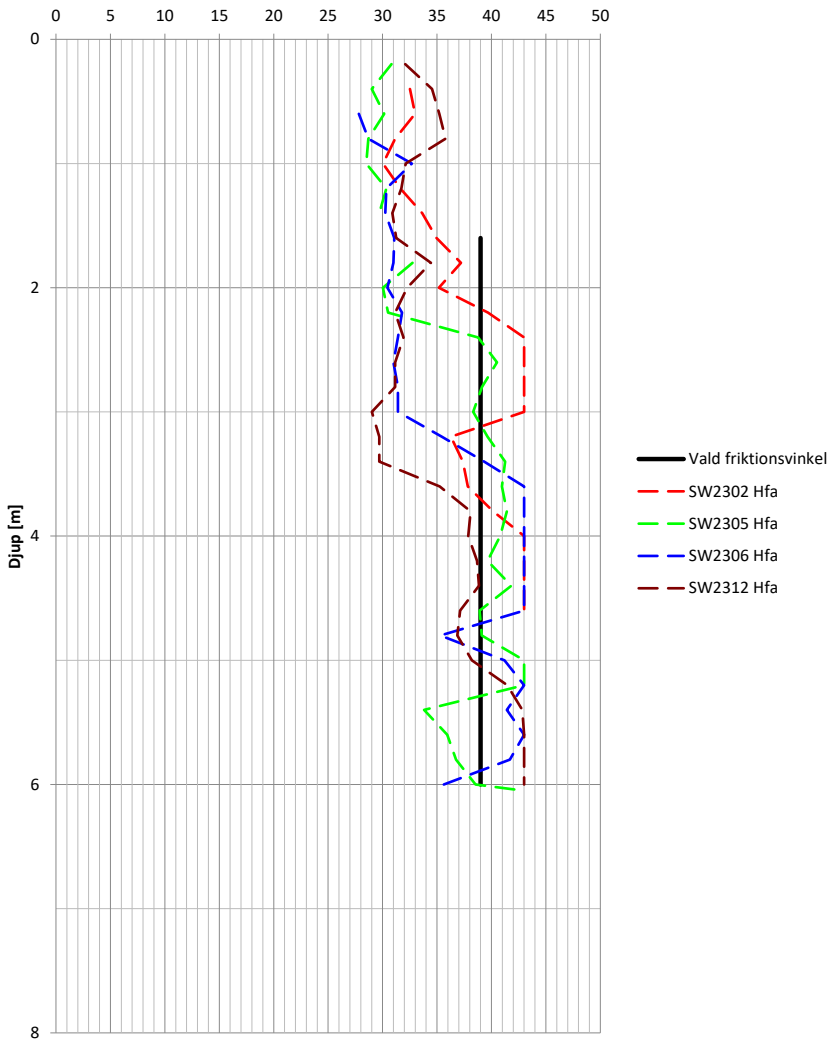
Friktionsvinkel Φ´ (º)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



Friktionsvinkel Φ´ (º)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



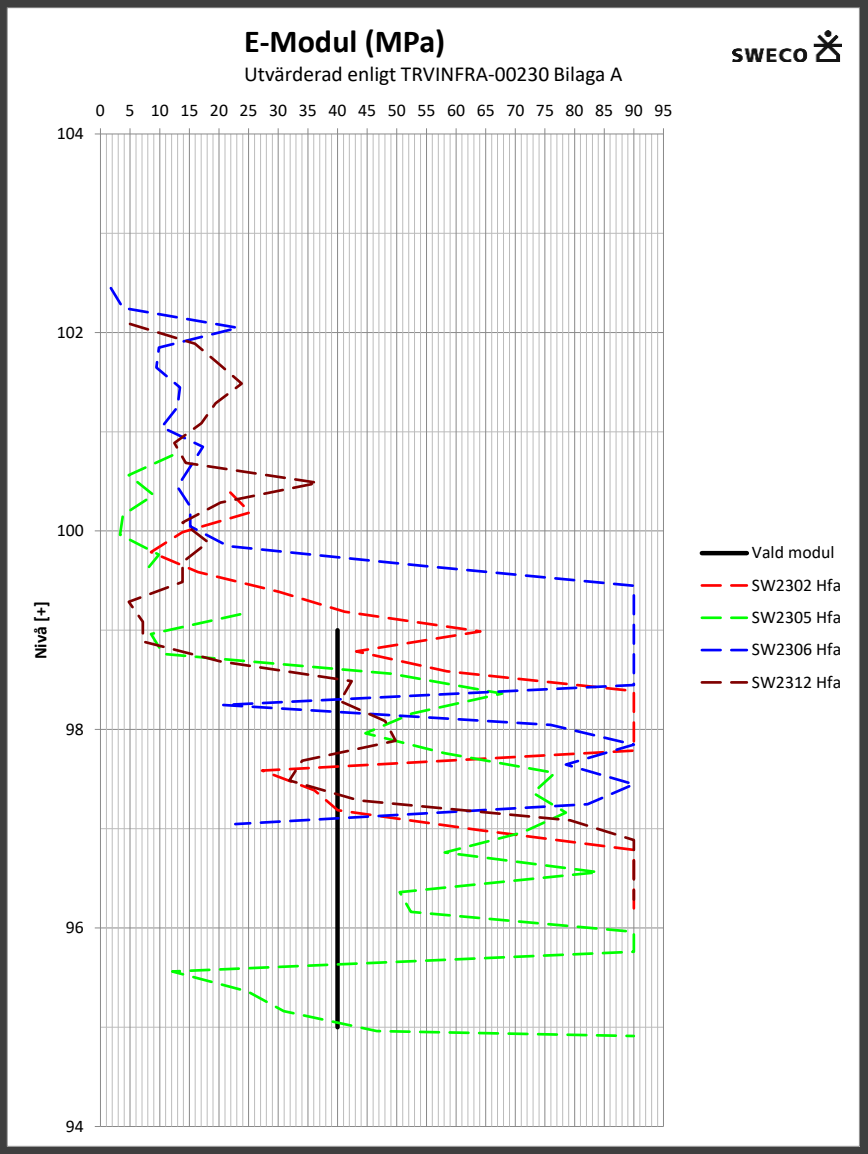
2024-02-09

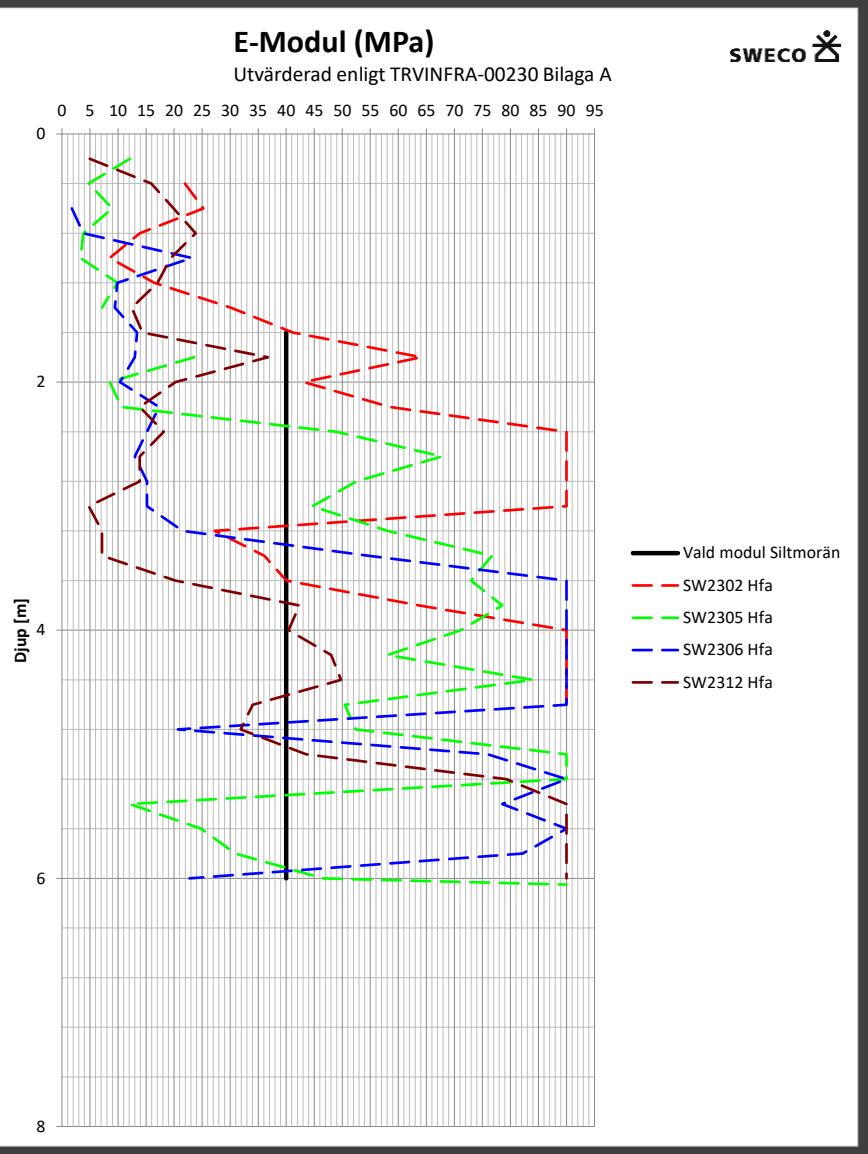
Långsele Bangård

Uppdragsnummer: 30057233

Vald värde-Siltmorän

SWECO





2024-02-09

Långsele Bangård

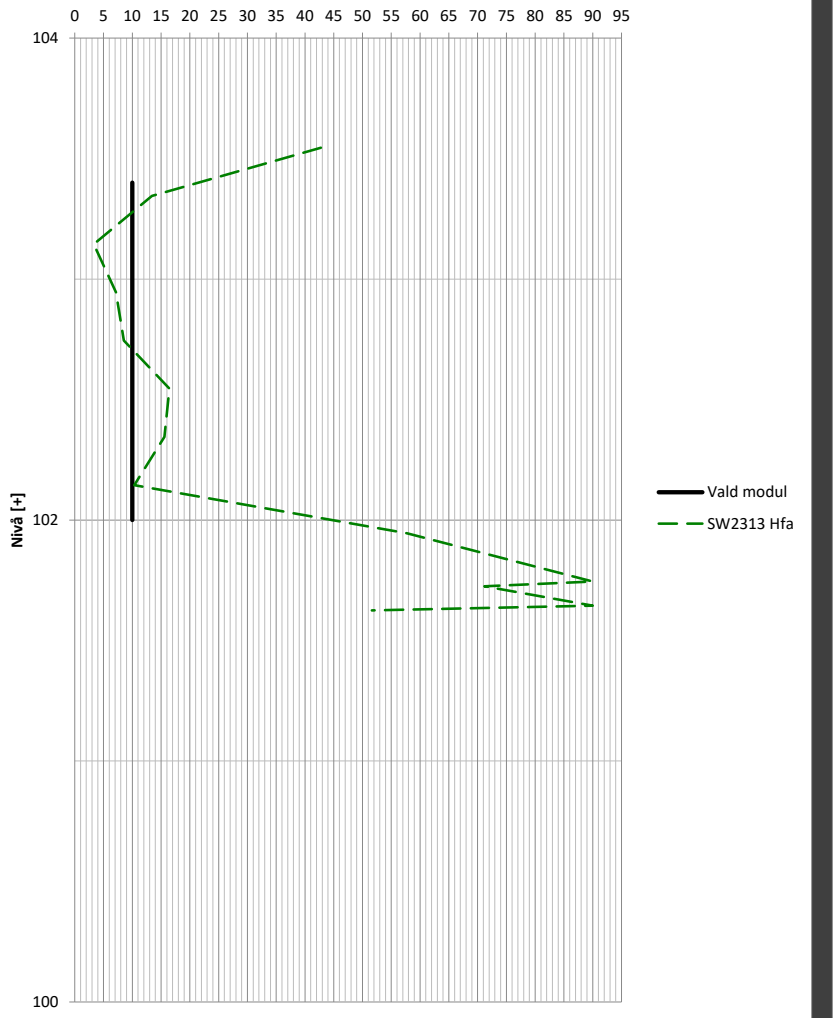
Uppdragsnummer: 30057233

Valt värde-Sand

SWECO

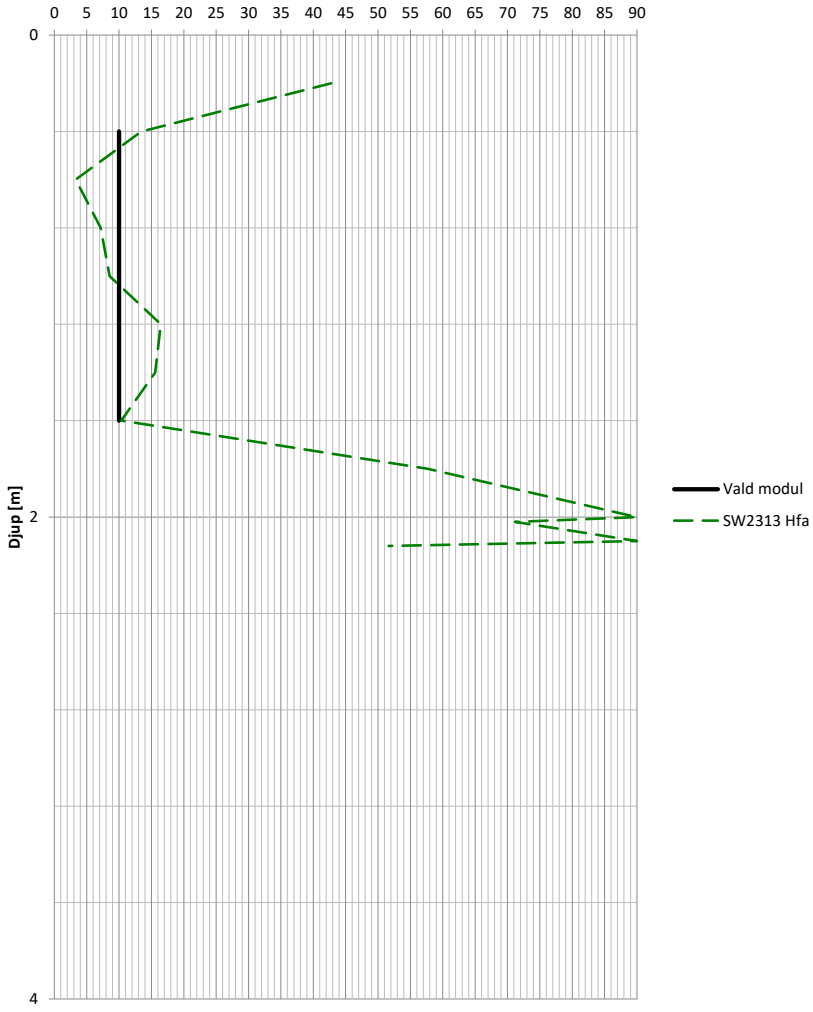
E-Modul (MPa)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



E-Modul (MPa)

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



2024-02-09

Långsele Bangård

Uppdragsnummer: 30057233

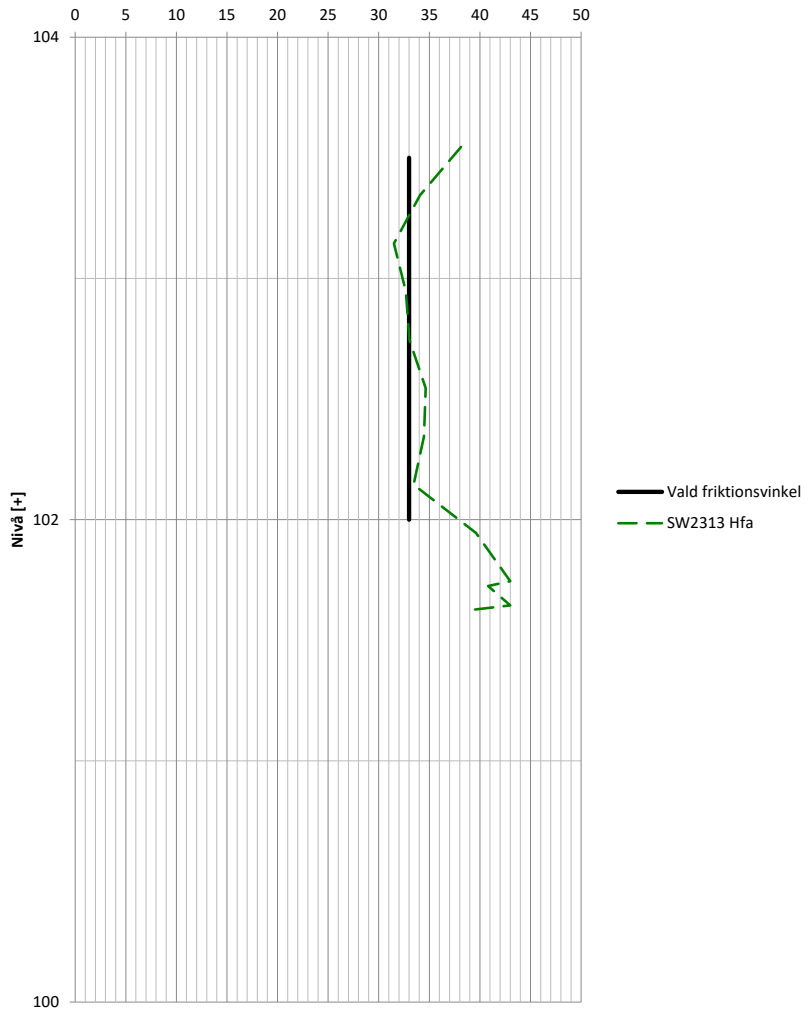
Valt värde-Sand

SWECO

Friktionsvinkel Φ´ (º)

SWECO

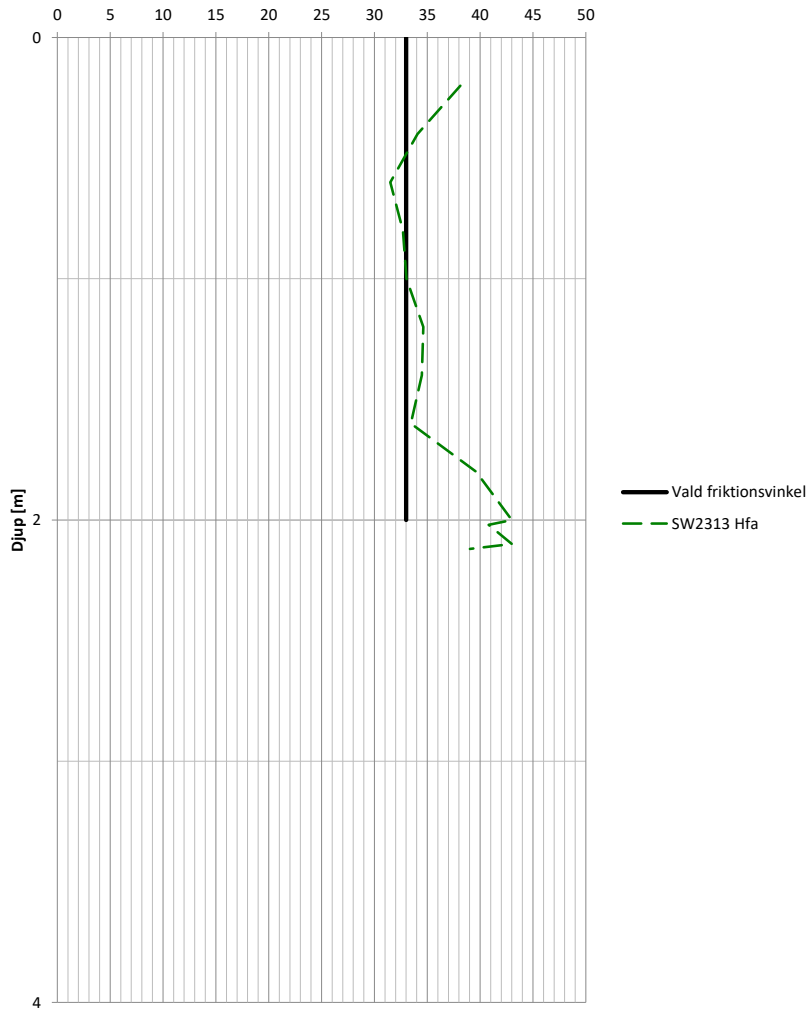
Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



Friktionsvinkel Φ´ (º)

SWECO

Utvärderad enligt TRVINFRA-00230 Bilaga A



2024-02-09

Långsele Bangård

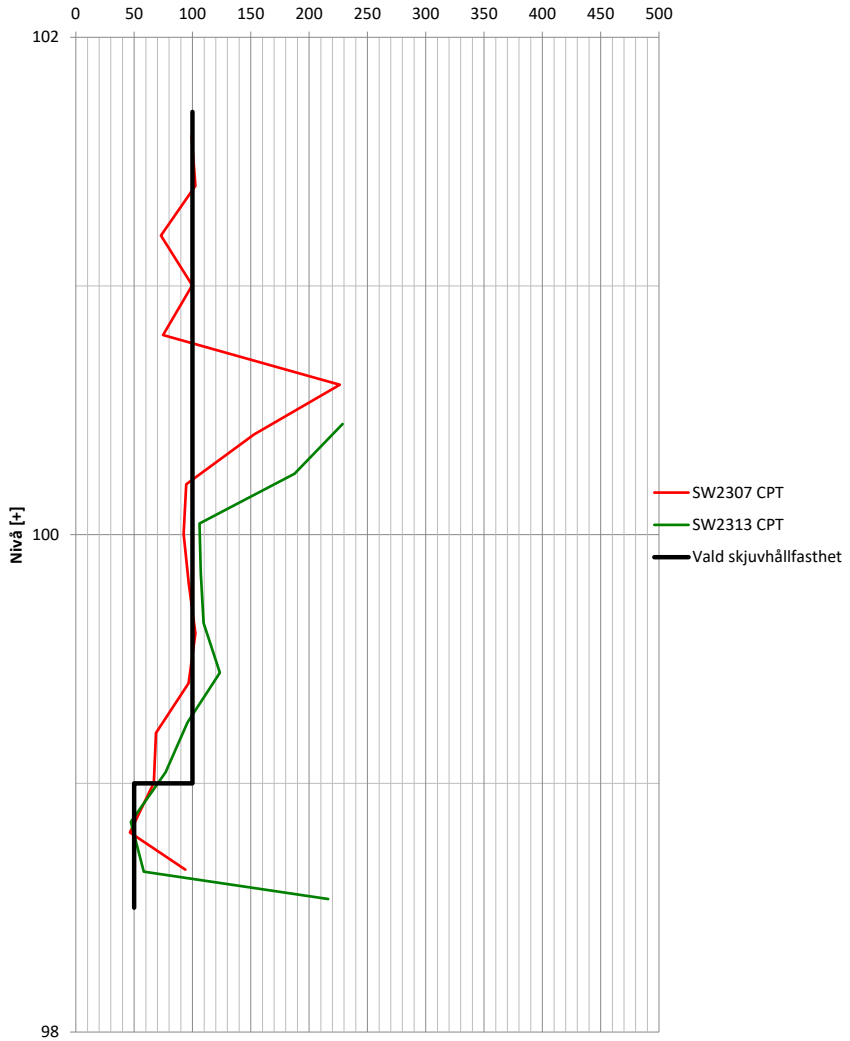
Uppdragsnummer: 30057233

Valt värde-siltig lera

SWECO

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)

korrigerad med avseende på konflytgräns



Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)

korrigerad med avseende på konflytgräns

