

GEOTEKNISKT PM

HAMNKONTORET, TROLLHÄTTAN
AB EIDAR TROLLHÄTTANS BOSTADSBOLAG



Källa: Geosond, Daterad 2026-03-28.

UPPRÄTTAD: 2026-05-05

Upprättad av
Daniel Jern

Granskad av
Nicholas Lusack

Godkänd av
Nicholas Lusack

Bilagor

Nr	Antal Sidor	Namn	Datum
1	04	Stabilitetsberäkningar, Befintliga förhållanden sektion C-C	2026-04-20
2	04	Stabilitetsberäkningar, Framtida förhållanden sektion C-C	2026-04-20

BESTÄLLARE

Beställare
Kontaktperson

AB Eidar, Trollhättans bostadsbolag
Daniel Ruus

KONSULT

Konsult
Adress
Organisationsnummer
Telefonnummer
Hemsida

Multi Ethnic Consulting AB
Kvarnbygatan 2B, 431 70 Mölndal
559150–6489
076 1040 639
www.multieec.se

PROJEKT

Beställarens uppdragsnummer
Konsultens uppdragsnummer
Uppdragsledare
Handläggare
Granskare

2015
G26016
Nicholas Lusack
Daniel Jern
Nicholas Lusack

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Objekt.....	5
1.1	Inledning	5
1.2	Blivande anläggningar.....	5
2	Syfte, begränsningar och geoteknisk kategori	6
3	Styrande dokument	6
4	Underlag till PM.....	7
4.1	Tidigare utförda undersökningar.....	7
4.2	Nu utförda undersökningar.....	7
4.3	Övriga underlag	7
5	Befintliga förhållanden.....	7
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	7
5.2	Befintliga anläggningar och konstruktioner.....	9
6	Geotekniska förhållanden.....	9
6.1	Jorddjup	9
6.2	Jordlagerföljd	10
7	Hydrogeologiska förhållanden	11
8	Härledda och valda egenskaper	11
8.1	Hållfastegenskaper	12
8.2	Deformationsegenskaper	13
9	Översiktlig Stabilitetsutredning	15
9.1	Allmänt.....	15
9.2	Geometri.....	15
9.3	Beräkningssektioner	17
9.4	Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster.....	17
9.5	Grundvatten	17
9.6	Materialegenskaper	18
9.7	Val av erforderliga säkerhetsfaktorer.....	18
9.8	Beräkningar	21
9.8.1	Analysmodell.....	21
9.9	Resultat.....	21
9.9.1	Befintliga Förhållanden.....	21
9.9.2	Framtida förhållanden	21
9.9.3	Sammanfattning.....	22
10	Sättningar	22
11	Erosion	24

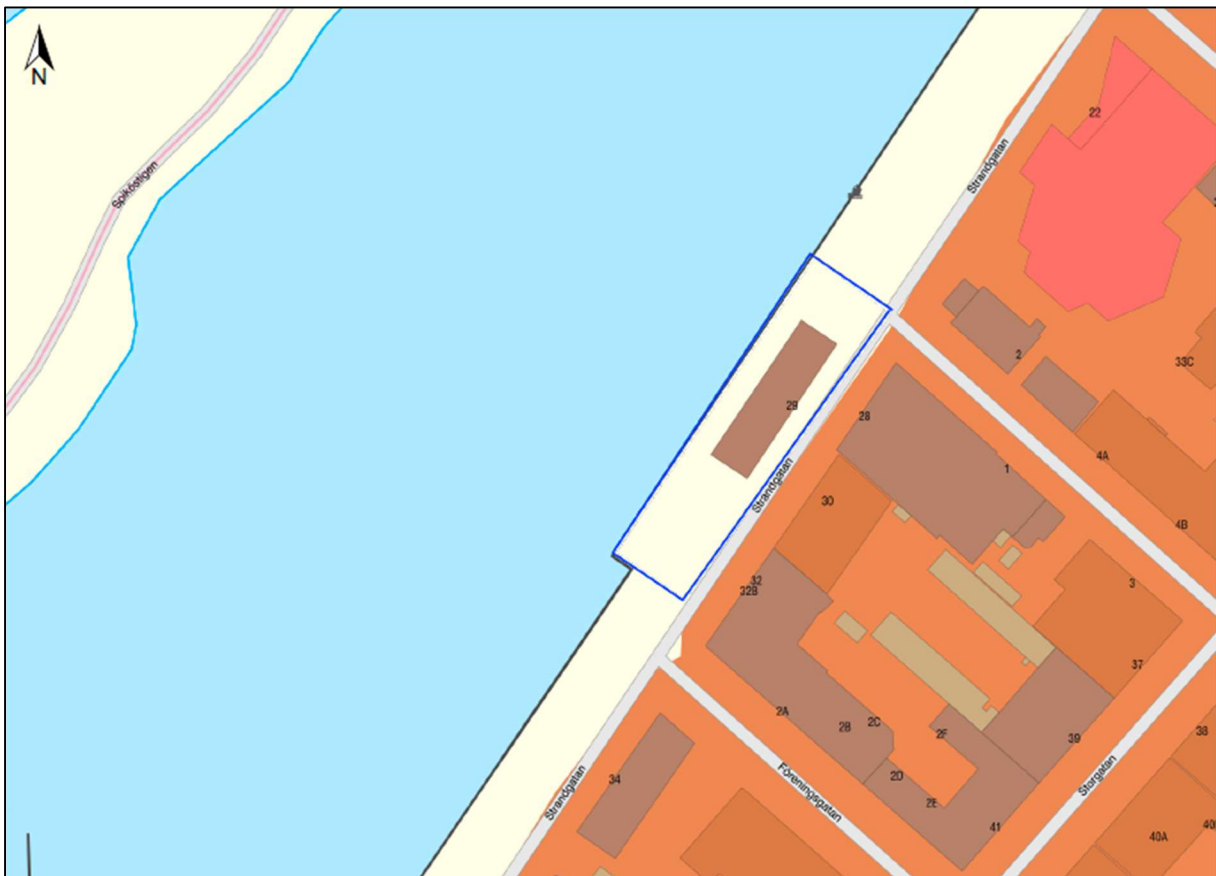
12	Rekommendationer.....	25
12.1	Stabilitet.....	25
12.2	Sättningar	25
12.3	Erosion	25
12.4	Grundläggning	26
12.5	Omgivningspåverkan	26
13	Fortsatt arbete	26

1 Objekt

1.1 Inledning

MEC AB har på uppdrag av AB Eidar Trollhättans bostadsbolag utfört en geoteknisk undersökning på Strandgatan 29 i Trollhättan i samband med ett pågående planarbete. I uppdraget ingår att utreda områdets byggbarhet framför allt med avseende på totalstabilitet och grundläggningsförhållanden.

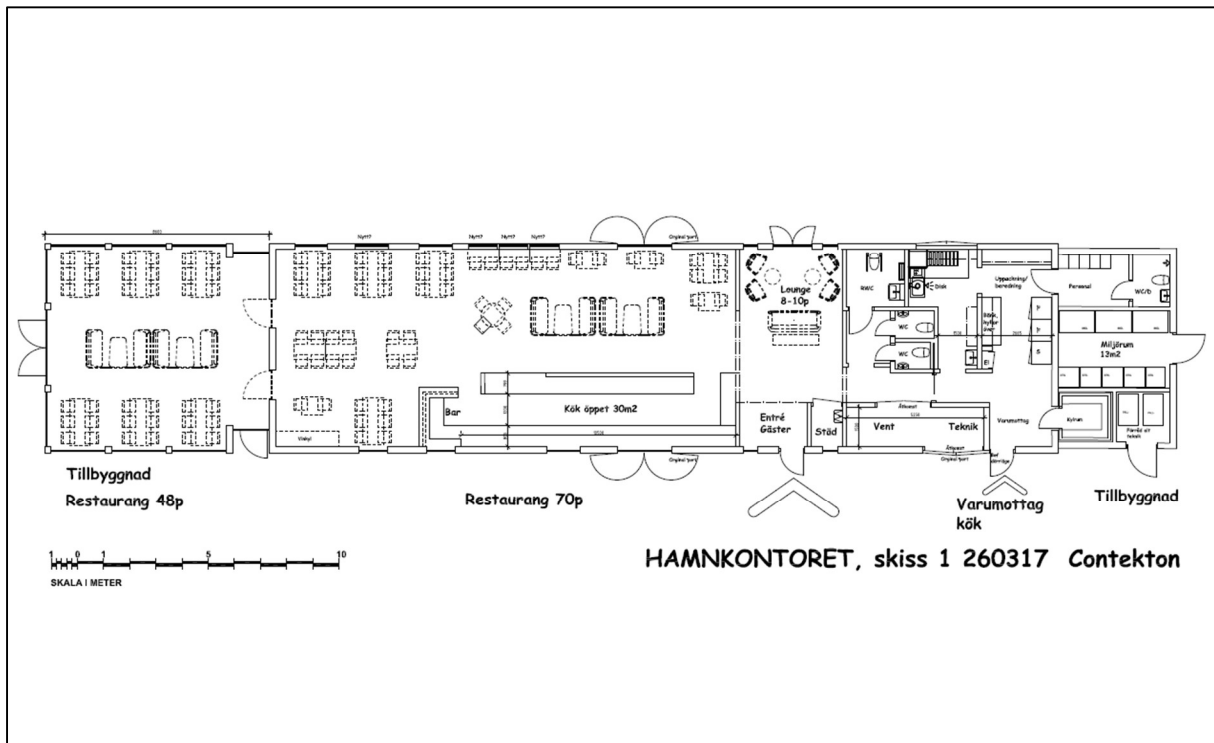
Geotekniska fältundersökningar har utförts av Geosond i Stenungsund AB. Undersökningsområdet omfattar den aktuella fastigheten samt intilliggande parkeringsplatser, se Figur 1.



Figur 1. Aktuellt område är markerat med blå polygon, bild hämtad 2026-03-27. Källa: Minkarta, Lantmäteriet.

1.2 Blivande anläggningar

Avsikten med planarbetet är att möjliggöra omvandling av befintlig byggnad till restaurang samt avstyckning av fastigheten. Beställaren utreder för närvarande även möjligheten till tillbyggnad av den befintliga byggnaden, vilken illustreras genom ett preliminärt bebyggelseförslag i figur 2. Inga slutliga beslut avseende utformning föreligger i dagsläget.



Figur 2. Bebyggelseförslag. Källa: AB Eidar Trollhättans bostadsbolag, Daterad 2026-04-17.

2 Syfte, begränsningar och geoteknisk kategori

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att undersöka om marken var lämplig för en ombyggnad inom kvarteret. Utredningen ingick som en del av ett pågående planarbete. Avsikten med planarbetet var att pröva förutsättningarna för att byggnaden skulle kunna nyttjas som restaurang samt att fastigheten skulle kunna avstyckas.

Samtliga konstruktioner inom objektet bedöms kunna tillhöra Geoteknisk Kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande bilaga samt nationella tillämpningsdokument enligt Tabell 1 och 2.

Tabell 1. Nationella Tillämpningsdokument.

Dokument	Årtal
IEG Rapport 2:2008, Rev. 3, Tillämpningsdokument Grunder, SGF	2008, rev december 2013
IEG Rapport 4: 2010, Rev 1, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, SGF	2011, mars
IEG Rapport 7:2008, Tillämpningsdokument, Plattgrundläggning	2010, december
IEG Rapport 6:2008, Tillämpningsdokument, Rev 1 "Slänter och bankar"	2008. rev januari 2010
IEG Rapport 4:2008, Rev 1 Tillämpningsdokument, Dokumenthantering	2008, rev december 2013

Tabell 2. Övriga styrande dokument.

Dokument	Årtal
Geokonstruktion, Dimensionering och utformning. TRVINFRA-00230, version 3.0	2025, maj
SGI vägledning 8, Utredning av släntstabilitet, utgåva 1	2023, rev juni
BFS 2022:4, (EKS 12) Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)	2022, september
Naturvårdsverket. (2010). Återvinning av avfall i anläggningsarbeten – Handbok 2010:1	2010, januari
Naturvårdsverket. (2025). Generella riktvärden för förorenad mark, version 2.3	2025, augusti
Vägverket. (2004). Hantering av tjärhaltiga beläggningar publ 2004:90	2004, juni

4 Underlag till PM

4.1 Tidigare utförda undersökningar

En tidigare miljöteknisk markundersökning har utförts av Ensicon. Resultaten har redovisats i en provtagningsplan daterad 2026-02-10. Provtagningsplanen har använts som kompletterande underlag vid framtagande av denna rapport samt tillhörande stabilitetsberäkningar.

4.2 Nu utförda undersökningar

Nu utförda undersökningar inom aktuellt planområde redovisas separat i "Markteknisk undersökningsrapport, (MUR/GEO), MEC, uppdragsnummer G26016, daterad 2026-05-05.

4.3 Övriga underlag

Digital grundkarta i dwg-format samt planförslag, erhållen av beställaren.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet är beläget vid Strandgatan 29 i Trollhättan och utgörs huvudsakligen av kullerstensbelagda ytor med en förhållandevis flack topografi med svag lutning ner mot Göta älv. Områdets marknivåer varierar mellan cirka +40,4 och +40,7. Se Figur 3, 4 och 5 för översiktsskildringar över undersökt område.



Figur 3. Överblicksbild på undersökt område, vy mot sydväst. Källa: Geosond, daterad 2026-03-28.



Figur 4. Överblicksbild på undersökt område vy mot nordöst. Källa: Geosond, daterad 2026-03-28.



Figur 5. Undersökt område, vy mot sydväst. Källa: Geosond, daterad 2026-03-28.

5.2 Befintliga anläggningar och konstruktioner

Inom planområdet återfinns hamnkontoret som är en historisk byggnad inom allmän platsmark. Parkeringsplatser förekommer på kortsidorna om byggnaden. Längs det undersökta området förekommer markförlagda ledningar. Längs med planområdets västra sida löper en kajkonstruktion.

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Jorddjup

Enligt SGU:s jorddjupskarta bedöms jorddjupet inom undersökt området huvudsakligen vara mycket begränsat, se Figur 6.

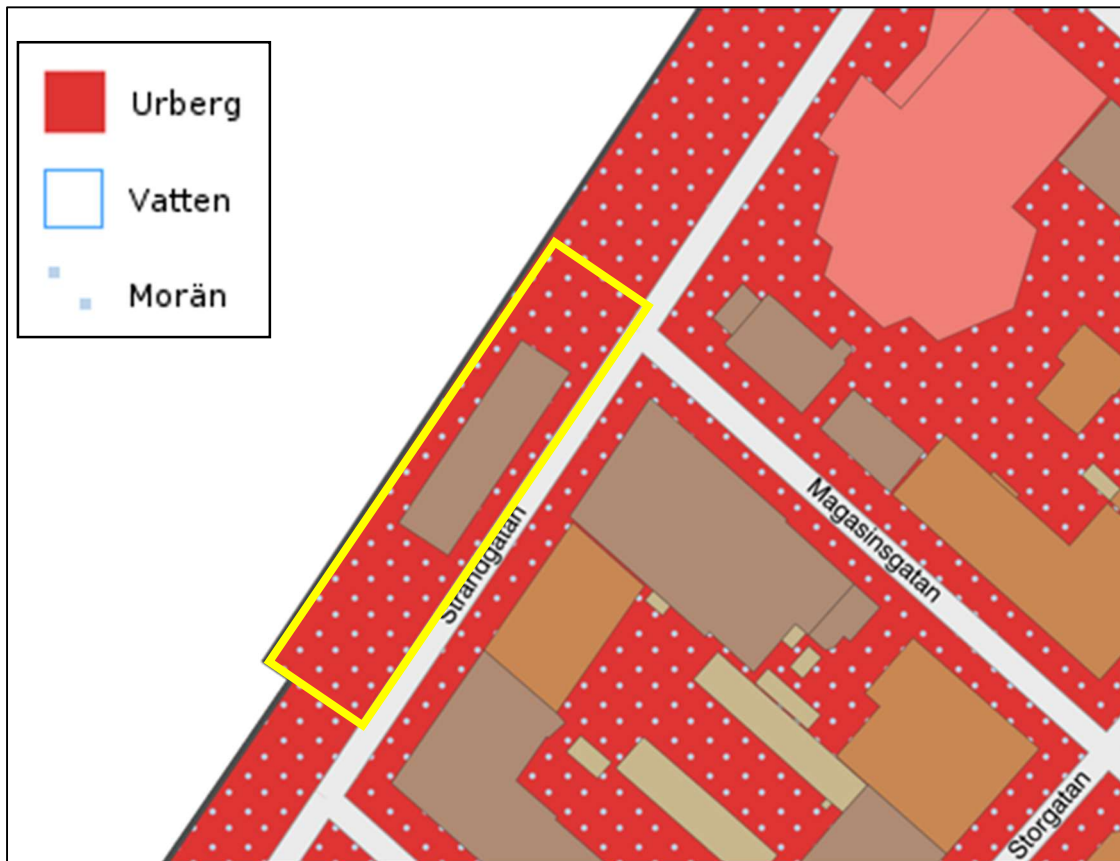


Figur 6. Förväntat jorrdjup enligt geologiska kartbladet, blå polygon markerar ungefärligt läge för undersökt område, bild hämtad 2026-04-13. Källa: SGU:s kartvisare.

Enligt nu utförda undersökningar varierar djupet till berg inom det undersökt området mellan ca 4–6 m. Djupet till berg ökar generellt i riktning mot Göta-älv, vilket indikerar släntberg mot älven. Störst uppmätt jorrdjup, ca 6 m påträffades i sonderingspunkt 26MEC03. Det minsta uppmätta djupet till berg var ca 4 m i sonderingspunkt 26MEC04.

6.2 Jordlagerföljd

En översiktlig redovisning av yttjordan inom det undersöka området, baserad på ett utdrag ur kartmaterial från SGU:s jordartskarta, redovisas i Figur 7. Yttjorden inom området domineras av morän ovan urberg.



Figur 7. Urklipp från SGU:s jordartskarta, gul polygon markerar ungefärligt läge för undersökt område, bild hämtad 2026-04-13. Källa: SGU:s kartvisare.

Enligt nu utförda undersökningar utgörs jordlagerföljden huvudsakligen av friktionsjord ovan berg. Friktionsjorden består av sand- och grusmaterial med inslag av sten och block.

Mäktigheten på friktionsjorden uppgår till cirka 4–6 m och vilar på fast berg. Blockförekomst har noterats i samtliga undersökningspunkter. Vid cirka 2,5 m djup under markytan indikerar utförda hejarsonderingar att ett tunt jordlager om ca 0,1 m tjocklek förekommer. Jordlagret uppvisar mycket lös lagringstäthet. Den tidigare miljötekniska skruvprovtagningen utfördes till ca 2 m djup, vilket innebär att detta jordlager inte har klassats okulärt avseende jordart. Utvärdering av utförda hejarsonderingar indikerar generellt en friktionsvinkel om cirka 36° samt en elasticitetsmodul om cirka 25 MPa. Friktionsjorden bedöms vara fast lagrad.

7 Hydrogeologiska förhållanden

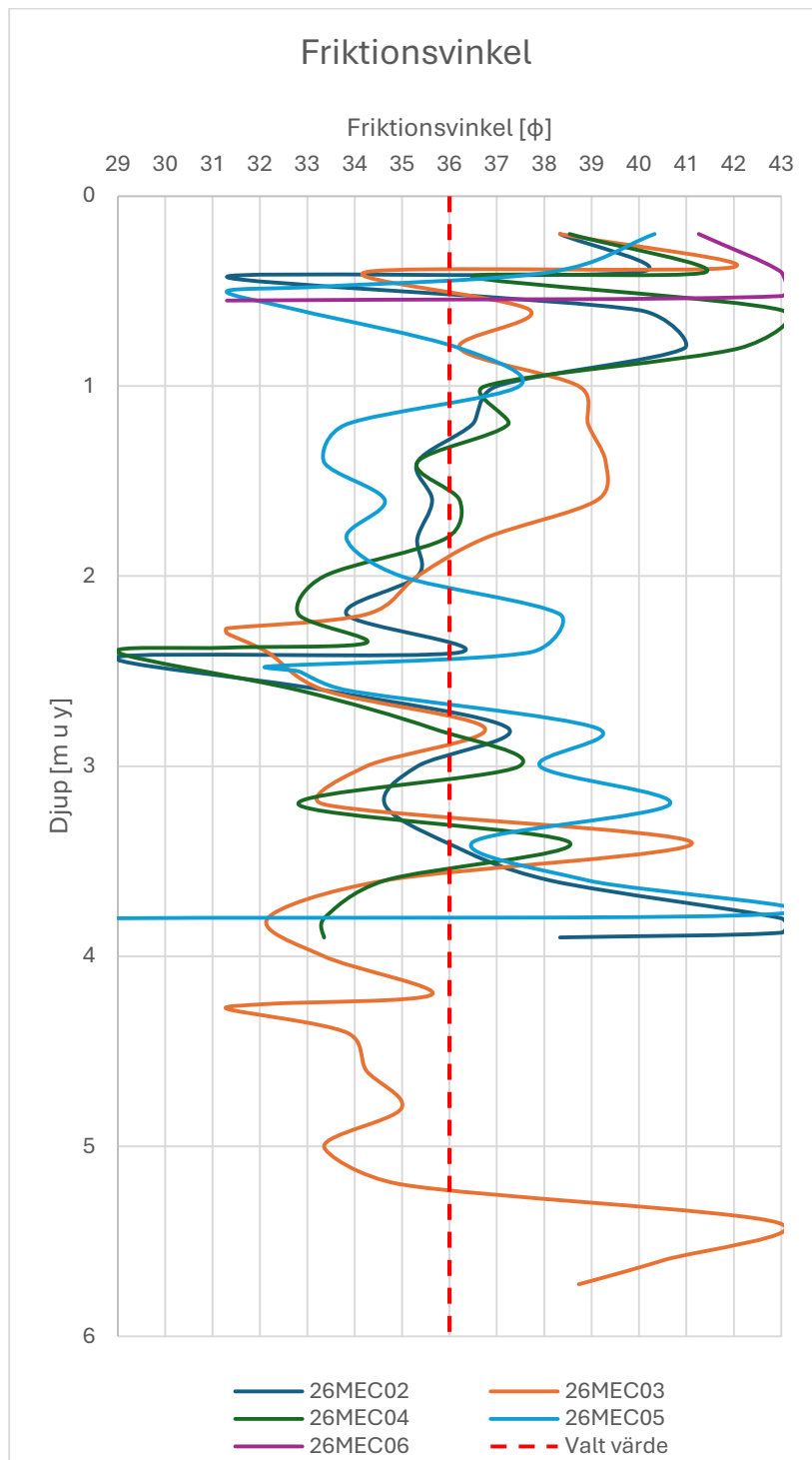
Fri grundvattenyta i den övre öppna akviferen observerades vid JB-sonderingar på ca 1 m djup under befintlig markyta.

8 Härledda och valda egenskaper

Härledda värden från utförda hejarsonderingar har sammanställts i förhållande till djup under markytan. Utvärderad friktionsvinkel (ϕ) och elasticitetsmodul (E-modul) har beräknats i enlighet med TRVINFRA-00230, version 3.0. Resultaten redovisas i Figur 8 och 9 nedan.

8.1 Hållfastegenskaper

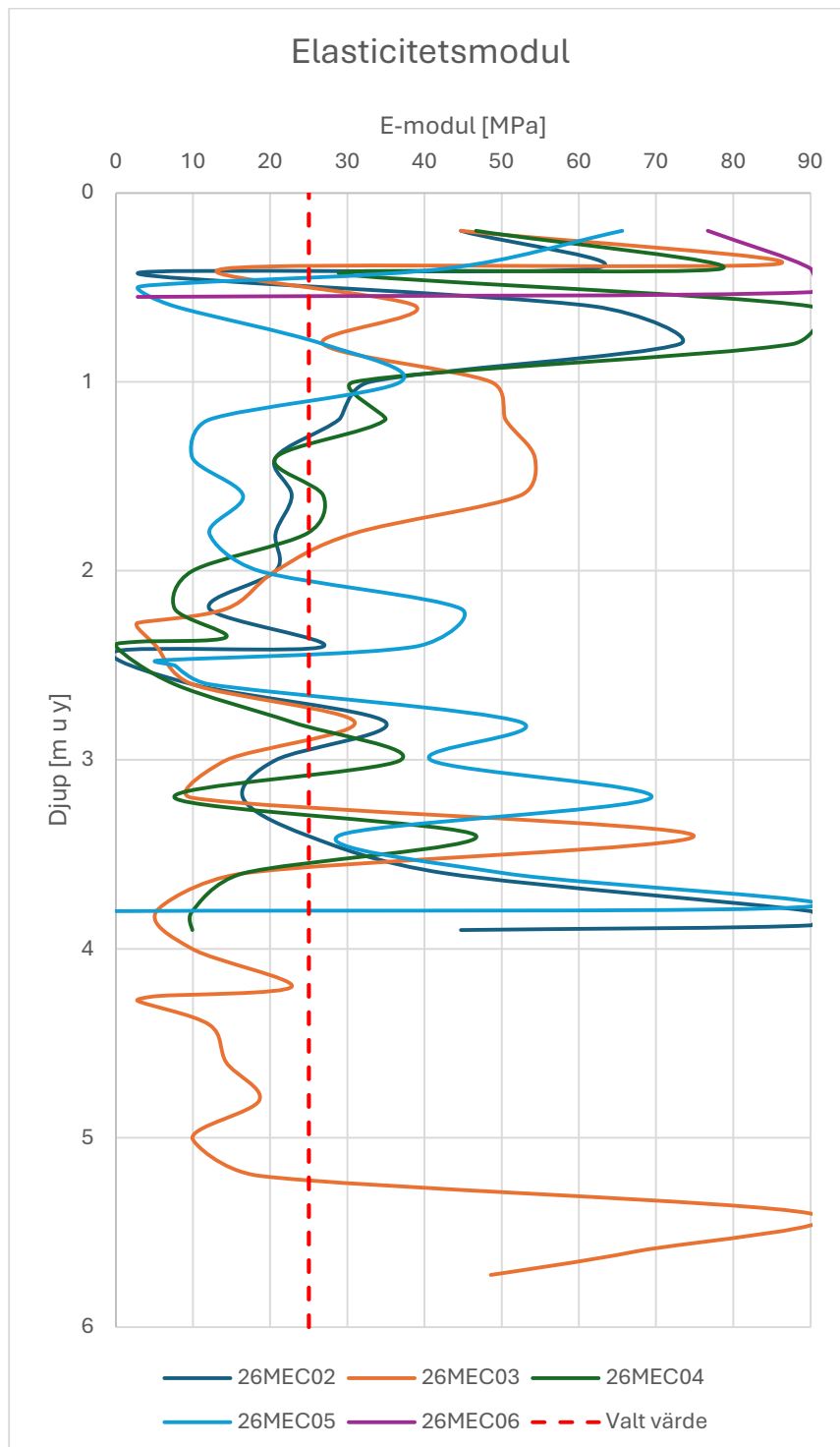
I Figur 8 redovisas utvärderad friktionsvinkel i förhållande till djup under markytan, baserat på utförda hejarsonderingar. Röd streckad linje markerar vald friktionsvinkel och har baserats på en samlad bedömning av utförda sonderingar och representerar ett konservativt värde i förhållande till uppmätta variationer.



Figur 8. Utvärderad friktionsvinkel som funktion av djup under markytan, baserad på utförda hejarsonderingar. Röd streckad linje markerar valt värde.

8.2 Deformationsegenskaper

I Figur 9 redovisas utvärderad elasticitetsmodul i förhållande till djup under markytan, baserat på utförda hejarsonderingar. Den röd streckade linjen markerar valt värde. Vald elasticitetsmodul har baserats på en samlad bedömning av utvärderade värden från utförda hejarsonderingar. Med hänsyn till uppmätt spridning har ett representativt och något konservativt värde valts.



Figur 9. Utvärderad elasticitetsmodul som funktion av djup under markytan, baserad på utförda hejarsonderingar. Röd streckad linje markerar valt värde.

9 Översiktlig Stabilitetsutredning

9.1 Allmänt

En stabilitetsutredning har utförts i syfte att utvärdera stabilitetsförhållandena inom planområdet. Beräkningarna har utförts i en representativ sektion (sektion C), vilken redovisas i Figur 12. Med hänsyn till att jordlagerföljden inom området bedöms vara relativt homogen samt att djupet till berg är likartat inom planområdet, har sektion C bedömts vara representativ för områdets stabilitetsförhållanden. Mot denna bakgrund har stabilitetsberäkningarna begränsats till denna sektion.

För tillståndsbedömning av stabiliteten har beräkningar genomförts i enlighet med IEG Rapport 4:2010. Stabilitetsanalysen har utförts enligt totalsäkerhetsmetoden i enlighet med SGI Vägledning 8, utgåva 1.

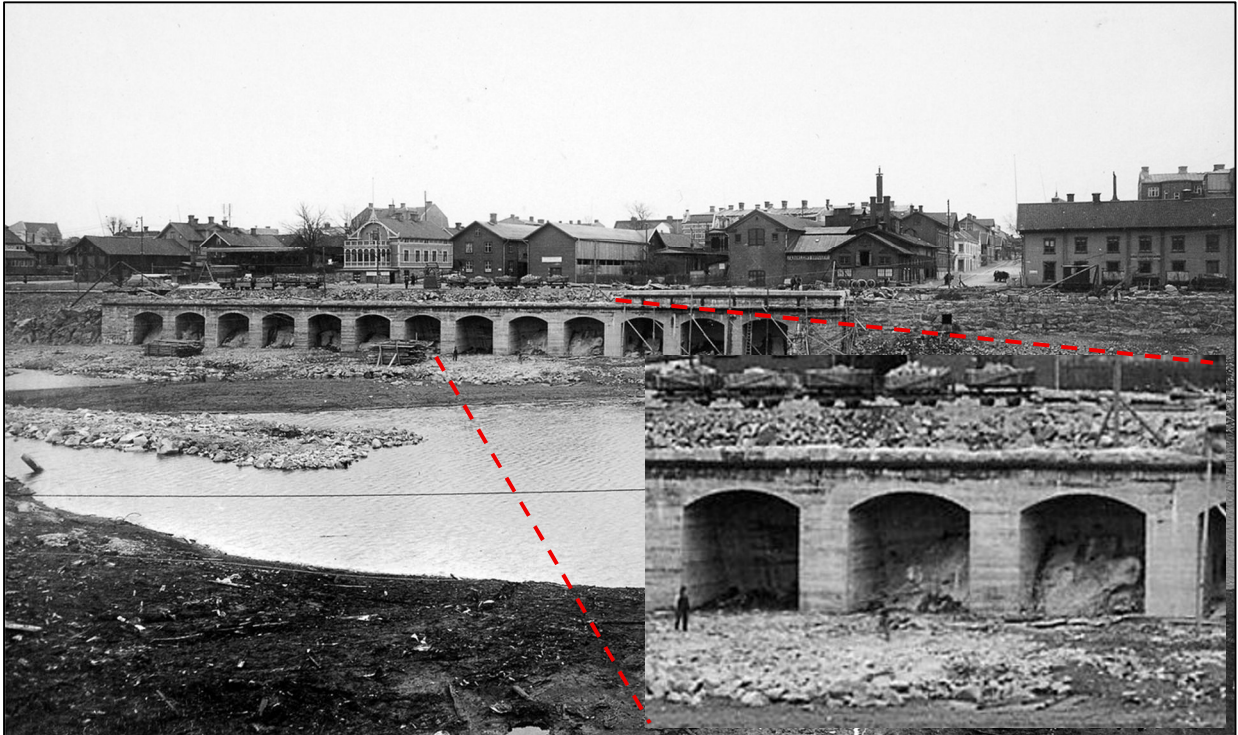
9.2 Geometri

Stabilitetsberäkningarna i sektion C baseras på marknivåer från erhållet kartunderlag, kompletterat med inmätta nivåer vid utförda geotekniska undersökningar.

Vid tidpunkten för analysen har kajkonstruktionens grundläggning inte kunnat fastställas. Med stöd av tillgängligt underlag, inklusive historiska fotografier, se Figur 10 och 11, bedöms kajkonstruktionen vara grundlagd på berg. Med hänsyn till kvarstående osäkerheter har även ett alternativt fall beaktats, där konstruktionen antas sakna direkt förankring i berg.

Vidare har följande geometriska antaganden gjorts:

- Älvens geometri antas vara flack och utgöras av sprängsten samt bottensediment, berg i dagen förekommer ca 100 m från befintlig kajkant, se Figur 12.
- Kajkonstruktionen har modellerats och antagits bestå av gjutna betongpelare och betongvalv.
- Ovan och i anslutning till konstruktionen har en stenmur modellerats.
- Befintliga byggnader antas vara grundlagda med plintgrund.



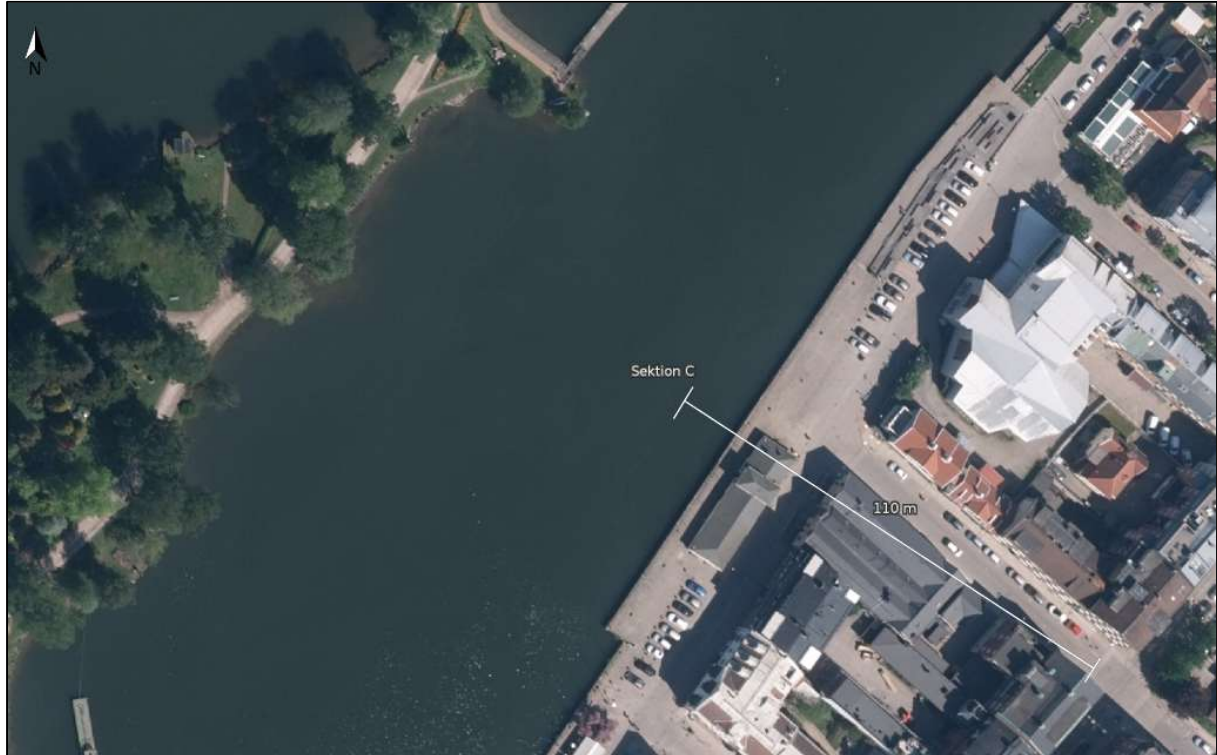
Figur 10. Historiskt fotografi från 1915, vy österut. Förstoring i högra delen av bilden indikerar att konstruktionen kan vara grundlagd på eller i direkt anslutning till berg. Bild tillhandahållen av beställaren.



Figur 11. Historiskt fotografi från 1915, vy mot nordost. Röd markering visar förmodat berg i dagen i anslutning till kajkonstruktionen. Bild tillhandahållen av beställaren.

9.3 Beräkningssektioner

Planområdet är topografiskt sett flackt och jordlagerföljden bedöms vara relativt homogen. Mot denna bakgrund har stabilitetsförhållandena utvärderats i en representativ sektion (sektion C), se Figur 12.



Figur 12. Flygbild med markering av läge för beräkningssektion C. Bild hämtad 2026-04-14. Källa: Lantmäteriet.

9.4 Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster

Stabilitetsberäkningarna har utförts i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2) med totalsäkerhetsmetoden.

Vid beräkningarna har karakteristiska laster beaktats för att representera befintliga och framtida belastningsförhållanden inom planområdet. För befintlig väg har en trafiklast om 10 kPa ansatts. För befintliga byggnader har en last om 10 kPa per våningsplan ansatts. För planerad tillbyggnad har en karakteristisk last om 20 kPa ansatts.

Lasterna har valts för att översiktligt representera rådande och framtida belastningsförhållanden inom planområdet.

9.5 Grundvatten

Grundvattennivån har i stabilitetsberäkningarna antagits ligga cirka 1 m under markytan, baserat på observerad fri vattenyta i samband med utförda jord-bergsosonderingar.

Älvens vattennivå har modellerats som en piezometrisk grundvattennivå motsvarande normalvattenstånd ca 1 m under kajkanten. Därutöver har även beräkningar utförts för extremt lågvattenstånd (LV), där älven antas vara uttorkad.

9.6 Materialegenskaper

Karakteristiska materialparametrar, inklusive hållfasthetsparametrar och tungheter, som använts i stabilitetsberäkningarna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Karakteristiska värden för beräkningssektion.

Jordmaterial	Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk} [kPa]	Dränerad skjuvhållfasthet, c'_k [kPa]	Friktionsvinkel, ϕ'_k [°]	Vattenmättad Tunghet, γ_k [kN/m ³]
Friktionsmaterial	-	-	36	21*
Sprängsten	-	-	45	21*
Kullersten	-	-	45	18*
Bottensediment	5**	0,5**	-	19*

*Värdet är baserat på TRVINFR-00230, version 3.0/SGI info 1.

**Uppskattat värde.

Fullständig redovisning av använda materialparametrar framgår i Bilaga 1.

9.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

En bedömning av områdets gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar har genomförts och redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Sammanställning av gynnsamma och ogynnsamma faktorer för bedömning av erforderlig säkerhetsfaktor (IEG, 2010). Celler markerade i grönt är valda förhållanden för området, strukna celler har ej kunnat bedömas eller uteslutits.

1. Konsekvenser av skred	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Ingen risk för människoliv och ringa ekonomisk och/eller miljökada	Risk för människoliv eller stor ekonomisk och/eller miljömässig skada.
	Begränsad utbredning av skred	Risk för bakåt- eller framåtgripande skred
	Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan.	Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan
	Ej kvicklera	Kvicklereområde enligt kap. 4.4.3 i IEG (Rapport 4:2010)
2. Släntens beständighet	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Hänsyn till framtida klimat ska tas.	Inga tecken på tidigare skred i närområdet	Flertal skred i närområdet
	Inga tecken på rörelser i slänten	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning mm
	Ingen risk för ytvatten- och/eller yterrosion	Risk för erosion/pågående ytvattenerosion
	Inga ravinbildningar i området	Flertal ravinbildningar i området
3. Tidigare förändringar i slänten	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Ingen pågående erosion eller utlagda fungerande erosionsskydd	Pågående erosion eller ej fungerande erosionsskydd

	Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder	Ingrepp som försämrat stabiliteten
	Gynnsam reglering av vattendrag	Ogynnsam reglering av vattendrag
4. Jordens egenskaper	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Friktionsjordar	Kohesionsjordar
	Låg sensitivitet	Hög sensitivitet, kvicklera
	Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper
	Homogen jord	Skiktade jordar
5. Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Tätt undersökt, dvs. undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen
	CPT-sonderingar är utförda med hög tillförlitlighet	Endast sonderingar såsom Tr, Vim är utförda
	Stort antal undersökta, ostörda prover på labb	Litet antal undersökta ostörda prover i labb
	Kompressionsförsök utförda med hög tillförlitlighet	Kompressionsförsök saknas eller har dålig tillförlitlighet
	Direkta skjuvförsök är utförda med hög tillförlitlighet	Direkta skjuvförsök saknas eller har dålig tillförlitlighet
	Triaxialförsök är utförda med hög tillförlitlighet	Triaxialförsök saknas eller har dålig tillförlitlighet
	In situ-provning är utförd med vingförsök och/eller dilatometerförsök med hög tillförlitlighet	Ingen eller ringa provning i fält (vingförsök och/eller dilatometerförsök)
6. Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Stort antal beräknade glidytor i olika sektioner. God beskrivning av hela områdets stabilitetsförhållanden	Litet antal beräknade glidytor och sektioner. Det råder stora osäkerheter i beskrivningen av hela områdets stabilitetsförhållanden
	Känslighetsanalys utförd på valda jordparametrar	Ingen känslighetsanalys utförd på valda jordparametrar
	Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållanden utförd	Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållanden inte utförd
	Samtidigt valda, mest ogynnsamma extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffar samtidigt	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten
	Utförd känslighetsanalys av	Utförd känslighetsanalys av

	svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet	svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultatet
	Kritiska glidyten omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet	Kritiska glidyten omfattar mindre jordvolym med ett fåtal hållfasthetsbestämningar
	Glidyten läge i plan vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt	Glidyten läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri
	Tvådimensionell analys (som i regel ger resultat på något säker sida)	Tredimensionell analys (begränsad erfarenhet av stora slänter)
	Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	Förhållandena är komplicerade med stora variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet
7. Släntens geometri	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
	Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar etc.)	Glest inmätt och/eller lodat
8. Grundvatten- och portrycksförhållanden	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Hänsyn till framtida klimat ska tas	Långtidsobservationer finns	Långtidsobservationer saknas
	Prognos av maxportryck är utförd	Ingen prognos av maximala portryck är utförd
	Ingen förekomst av vattenförande skikt med högre portryck	Förekomst av vattenförande skikt med högre portryck
	Begränsade förväntade tryckvariationer	Risk för stora tryckvariationer
	God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet	Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten
9. Ytvattenförhållanden	Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Hänsyn till framtida klimat ska tas	Karakteristiska vattenstånd är kända	Karakteristiska vattenstånd är okända
	Långsam förändring i vattenstånd	Hastiga förändringar i vattenstånd
	Välldränerat och dikat område	Stor risk för lokala vattensamlingar

Erforderlig säkerhetsfaktor för översiktlig utredning i enlighet med IEG (rapport 4:2010) ska tillgodose följande:

Utredningsnivå: Översiktlig

$$F_c > 2$$

$$F_{komb}, F_{c\phi} > 1,5$$

Eftersom kritiska glidytor enbart går igenom friktionsjord väljs erforderlig säkerhetsfaktor till 1,5.

9.8 Beräkningar

Stabilitetsberäkningarna har utförts i programvaran GeoStudio 2025.1.1, modul SLOPE/W. I programmet beräknas säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott med jämviktsmetoder i tvådimensionell analys. Två olika idealiseringar har använts för att beskriva den befintliga kajkonstruktionen. Den första modellen, benämnd pelare, syftar till att representera kajkonstruktionens bärande pelare. Den andra modellen, benämnd valv, syftar till att representera de valv som framgår av Figur 10.

9.8.1 Analysmodell

Stabilitetsanalyserna har utförts med cirkulär cylindriska glidytor som beräknats med Morgenstern-Price's samt plana glidytor som beräknats med Janbus lamellmetod. Redovisad säkerhetsfaktor avser lägsta erhållna värde.

9.9 Resultat

Befintliga förhållanden har modellerats för att efterlikna dagens situation. Analysen resulterade i en kritisk glidytta belägen cirka 50 m från kajkonstruktionen, vilket motsvarar en global glidytta. Framtida förhållanden har modellerats med hänsyn till planerad bebyggelse och tillkommande laster. För dessa fall har analysen fokuserats till området i anslutning till kajkonstruktionen, där påverkan från den planerade tillkommande belastningen är som störst. Den kritiska glidytan utgörs därmed av en lokal glidytta. Den redovisade säkerhetsfaktorn för befintliga förhållanden avser således den globala kritiska glidytan, medan säkerhetsfaktorn för framtida förhållanden avser den lokala kritiska glidytan.

9.9.1 Befintliga Förhållanden

Resultaten från utförda beräkningar för de olika vattenstånden samt analysmodeller redovisas i Tabell 5 samt i Bilaga 1.

Tabell 5. Samanställning av resultat från stabilitetsberäkningar för nuvarande förhållanden sektion C

Modell	Analys	Beräknad säkerhetsfaktor	Erforderlig säkerhetsfaktor
Valv Sektion C-C - Lågvatten	Dränerad	1,95*	1,5
Valv Sektion C-C - Normalvatten	Dränerad	1,95*	1,5
Pelare Sektion C-C - Lågvatten	Dränerad	1,95*	1,5
Pelare Sektion C-C - Normalvatten	Dränerad	1,95*	1,5

*Enligt Janbu

9.9.2 Framtida förhållanden

För att belysa hur stabiliteten påverkas av planerad utbyggnad har en tillkommande last om 20 kPa beaktats i stabilitetsberäkningarna. Resultaten redovisas i Tabell 6 samt i Bilaga 1.

Tabell 6. Samanställning av resultat från stabilitetsberäkningar för framtida förhållanden sektion C.

Modell	Analys	Beräknad säkerhetsfaktor	Erforderlig säkerhetsfaktor
Valv Sektion C-C - Lågvatten	Dränerad	2,28*	1,5
Valv Sektion C-C - Normalvatten	Dränerad	2,28*	1,5
Pelare Sektion C-C - Lågvatten	Dränerad	2,28*	1,5
Pelare Sektion C-C - Normalvatten	Dränerad	2,28*	1,5

*Enligt Janbu

9.9.3 Sammanfattning

Utförda stabilitetsberäkningar visar att totalstabiliteten inom området är tillfredsställande för såväl befintliga som framtida förhållanden, under förutsättning att kajkonstruktionen är grundlagd på eller i direkt anslutning till berg. För dessa fall erhålls säkerhetsfaktorer som tydligt överstiger erforderligt värde. Detta gäller både för modellfallen pelare och valv samt för analyserade vattenstånd.

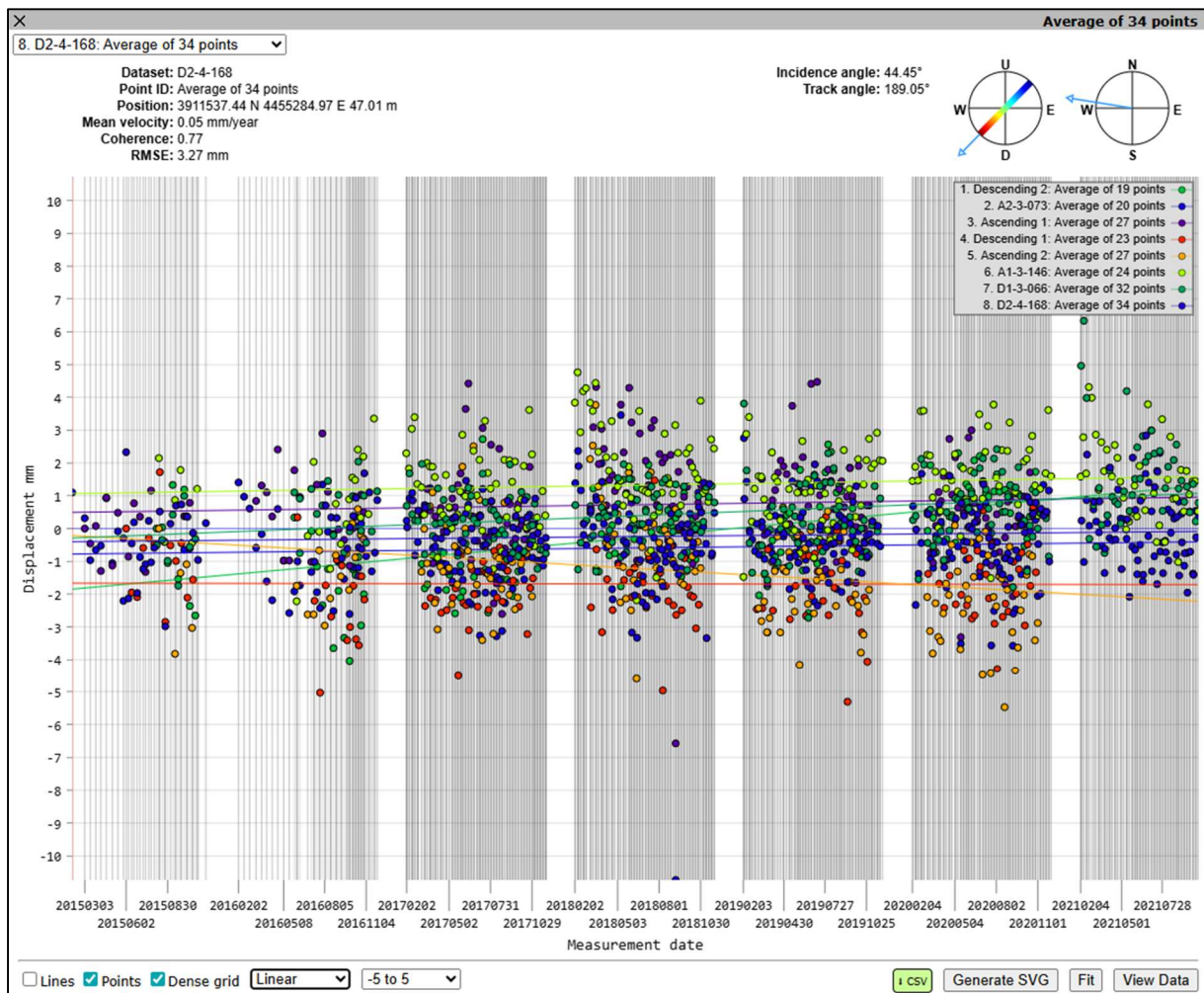
Som ett kontrollfall har även ett alternativ analyserats där kajkonstruktionen antas sakna direkt grundläggning mot berg. För detta fall är den beräknade säkerhetsfaktorn ca 1,12 vid normalvatten och 0,48 vid lågvatten, vilket belyser vikten av att kajkonstruktionens grundläggning fastställs. Med hänsyn till att detta antagande grundas på historiskt underlag och inte har verifierats genom direkt undersökning bör osäkerheten beaktas i fortsatt projektering.

Befintliga och framtida förhållanden representerar, enligt tidigare resonemang, globala respektive lokala glidytor. Av denna anledning kan redovisade säkerhetsfaktorer vid en första jämförelse uppfattas som missvisande. Den lokala kritiska glidyten avser en mer begränsad del av sektionen jämfört med den globala kritiska glidyten.

10 Sättningar

Förekommande jordar består huvudsakligen av friktionsjord, vilken inte bedöms vara sättningsbenägen. I Figur 13 och 14 redovisas utdrag ur rymdstyrelsens sättningskarta, vilken visar att markytan inom planområdet området uppvisar en genomsnittlig naturlig sättningshastighet om 0,05 mm per år.

Sättningar som utbildas till följd av lastökning från planerad bebyggelse samt grundläggning förväntas huvudsakligen uppkomma som omedelbara sättningar. Detta föranleder att risken för skadliga sättningar bedöms vara låg vid grundläggning i förekommande jordar.



Figur 13. X-axeln redovisar datum för utförda satellit mätningar, Y-axeln representerar markrörelser. Redovisade linjer redovisar trendlinje för respektive satellitmätning. Källa: insar.rymdstyrelsen.se, hämtad 21 april 2026.



Figur 14. Observerad naturlig sättning inom området. Källa: insar.rymdstyrelsen.se, hämtad 21 april 2026.

11 Erosion

Förekommande jordarter bedöms delvis vara erosionskänsliga vid exponering för strömmande vatten i Göta älv. Historiskt underlag visar samtidigt att erosionsskydd i form av sprängsten har använts i anslutning till kajkonstruktionen och den sammanhängande stenmuren, se Figur 15. Den utplacerade sprängstenen bedöms begränsa erosionen längs strandlinjen och vid släntfoten.



Figur 15. Historiskt fotografi från 1915, vy mot sydost. Bild tillhandahållen av beställaren.

12 Rekommendationer

12.1 Stabilitet

Kajkonstruktionens grundläggning och funktion ska verifieras inför projektering och utförande. Verifieringen ska klarlägga om konstruktionen är grundlagd på eller i direkt anslutning till berg, samt om den har tillräcklig kvarvarande stabiliserande funktion. Verifieringen bör utföras av sakkunnig med erfarenhet av befintliga kajkonstruktioner. Om grundläggning eller funktion inte kan verifieras ska kompletterande utredning och, vid behov, förstärkningsåtgärder utföras innan vidare projektering eller byggnation sker.

12.2 Sättningar

Förekommande jordar bedöms generellt inte vara sättningsbenägna. Vid projektering och grundläggning ska hänsyn tas till variationer i friktionsjordens sammansättning. Eventuella partier med sättningsbenägna jordar, såsom lera eller organiskt material, ska schaktas bort och ersättas med packad fyllning av exempelvis 0–32 mm innan grundläggning utförs.

12.3 Erosion

Erosionsförhållandena längs Göta älv ska beaktas vid fortsatt projektering. Särskild uppmärksamhet ska riktas mot släntfoten i anslutning till kajkonstruktionen. Vid lågvatten minskar det mothållande

vattentrycket från älven samtidigt som släntfoten kan exponeras för strömmande vatten. Detta kan medföra ökad erosion i släntfoten som kan leda till försämrad stabilitet.

Om erosionsskydd saknas eller bedöms vara otillräckligt ska släntfoten förstärkas med erosionsskyddande sprängsten eller annan likvärdig åtgärd.

12.4 Grundläggning

Med hänsyn till friktionsjordens sammansättning och det ringa djupet till berg bedöms grundläggning med platta på mark vara lämplig. Under planerad byggnation ska marken vara jämn, fast och fri från organiskt material eller andra sättningsbenägna material. Materialskiljande geotextil ska anläggas på terrass av friktionsmaterialet.

12.5 Omgivningspåverkan

Arbeten inom området, exempelvis ledningsschakt, kan påverka stabilitetsförhållandena samt befintliga konstruktioner. Särskild hänsyn ska tas till kajkonstruktionen vid planering och utförande av arbeten, eftersom dess integritet och stabiliserande funktion är avgörande för områdets stabilitet.

Schaktning, vibrationer, upplag av massor eller andra tillfälliga laster får inte utföras på ett sätt som riskerar att skada kajkonstruktionen, försämma dess grundläggning eller minska dess mothållande funktion. Vid arbeten i närheten av kajkonstruktionen ska behov av kontrollprogram, besiktning och vibrationsövervakning bedömas. Vid fortsatt projektering bör klimatanpassade material- och grundvattenparametrar beaktas för att säkerställa tillräcklig stabilitet även vid framtida klimatförändringar.

13 Fortsatt arbete

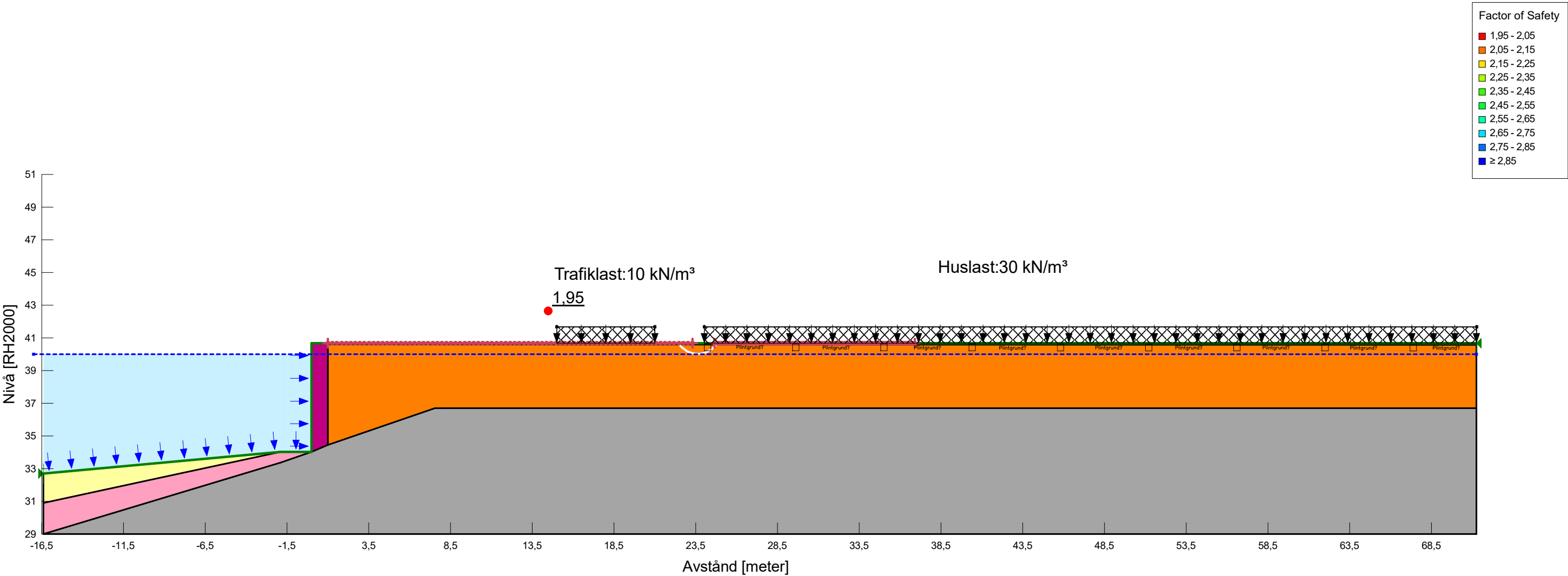
Följande rekommenderas att utföra i ett senare detaljprojekteringsskede:

- Djupare skruvprovtagning, mellan ca 2-3 m djup under markytan, för jordartsbestämning av det mycket löst lagrade jordlagret.
- Kajkonstruktionens grundläggning och funktion ska verifieras inför projektering och utförande.

Bilaga 1. Stabilitetsberäkningar - Befintliga förhållanden.



Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Trafiklast: 10 kN/m³

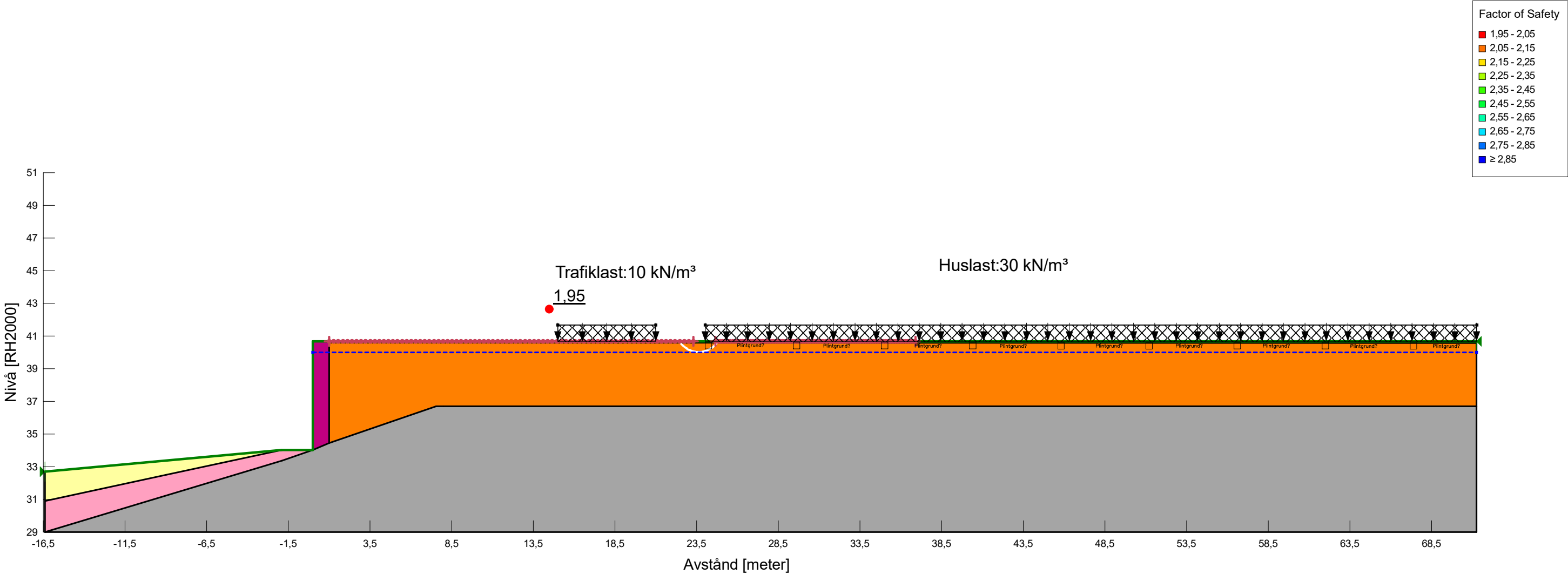
1,95

Huslast: 30 kN/m³

Befintliga förhållanden pelare	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



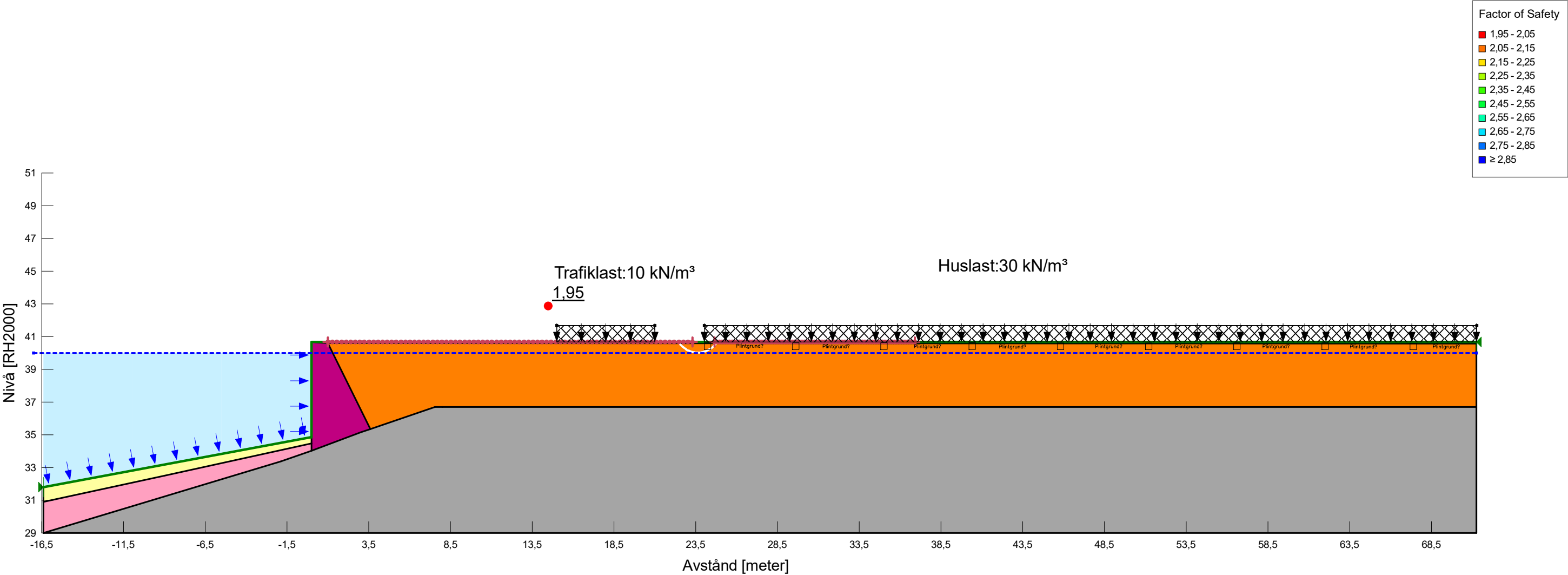
Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Befintliga förhållanden pelare LV	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



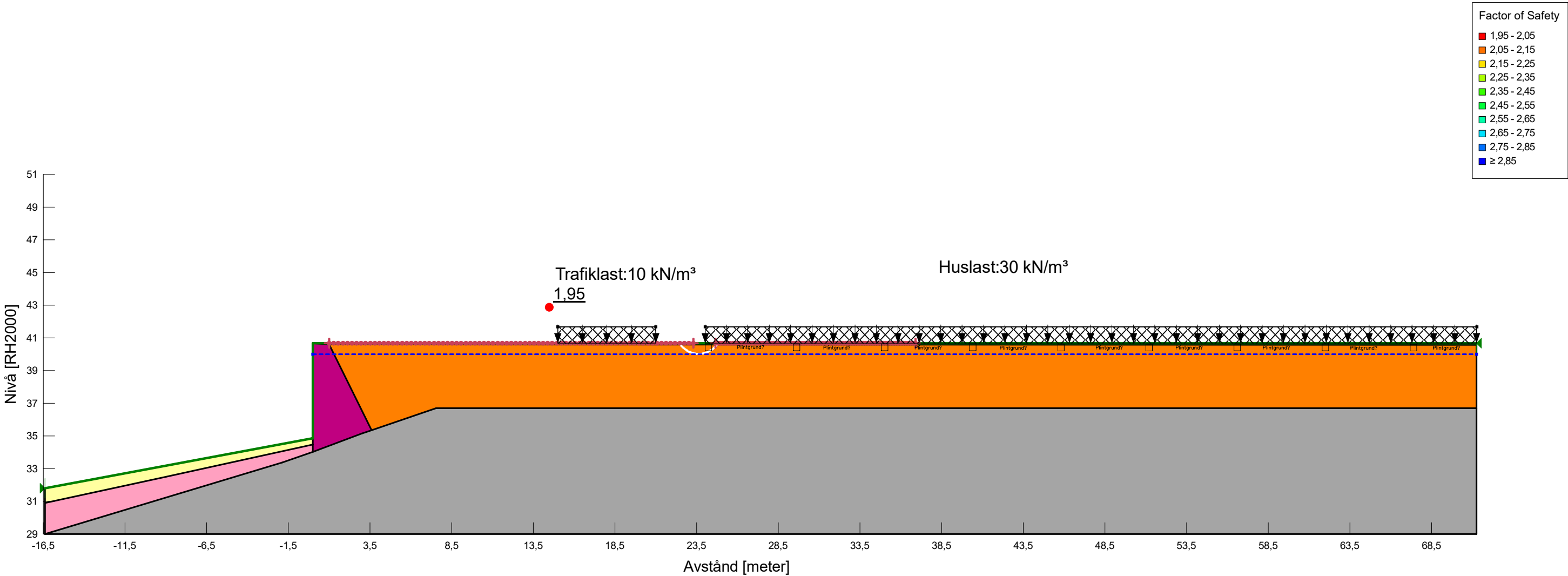
Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Befintliga förhållanden valv	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		

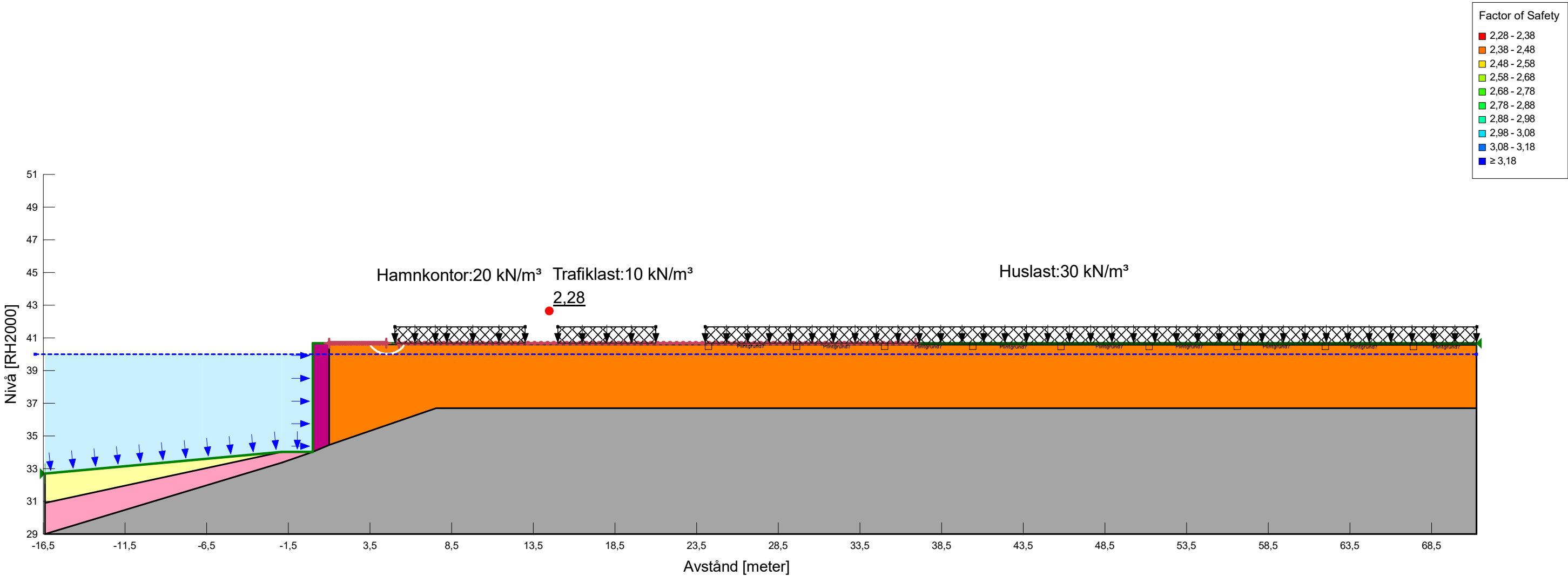


Befintliga förhållanden valv LV	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]

Bilaga 2. Stabilitetsberäkningar - Framtida förhållanden.



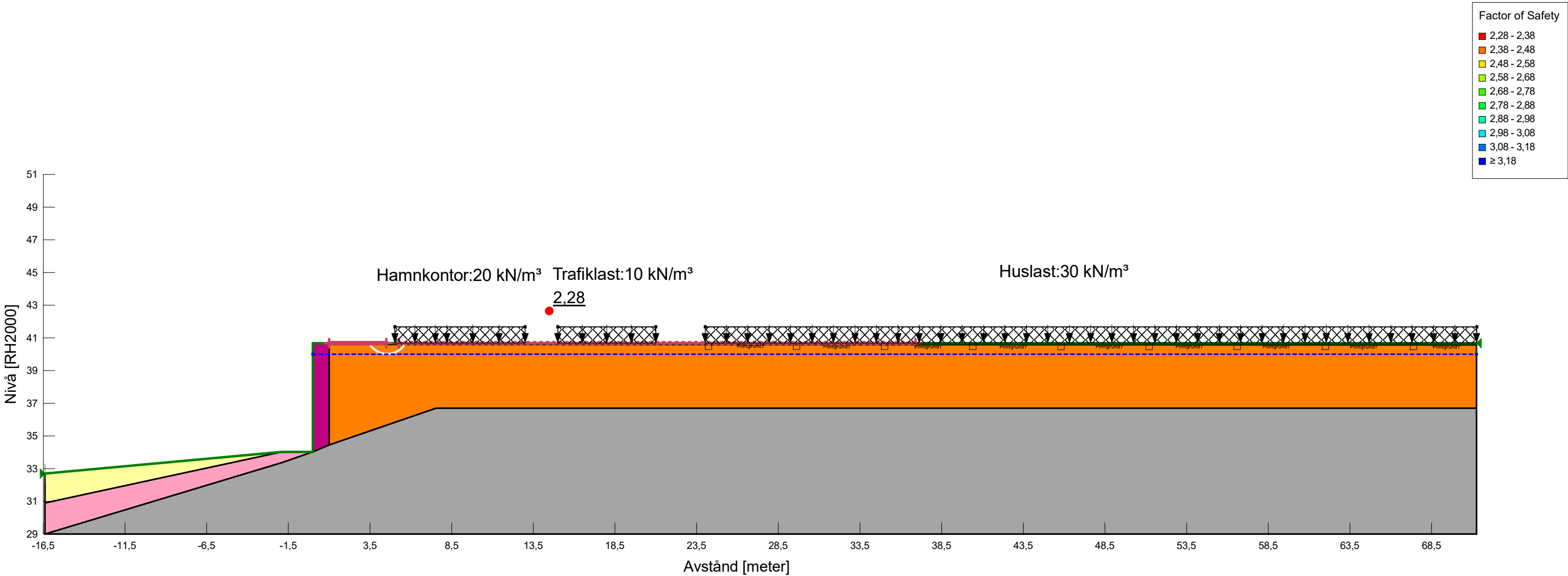
Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Framtida förhållanden pelare	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



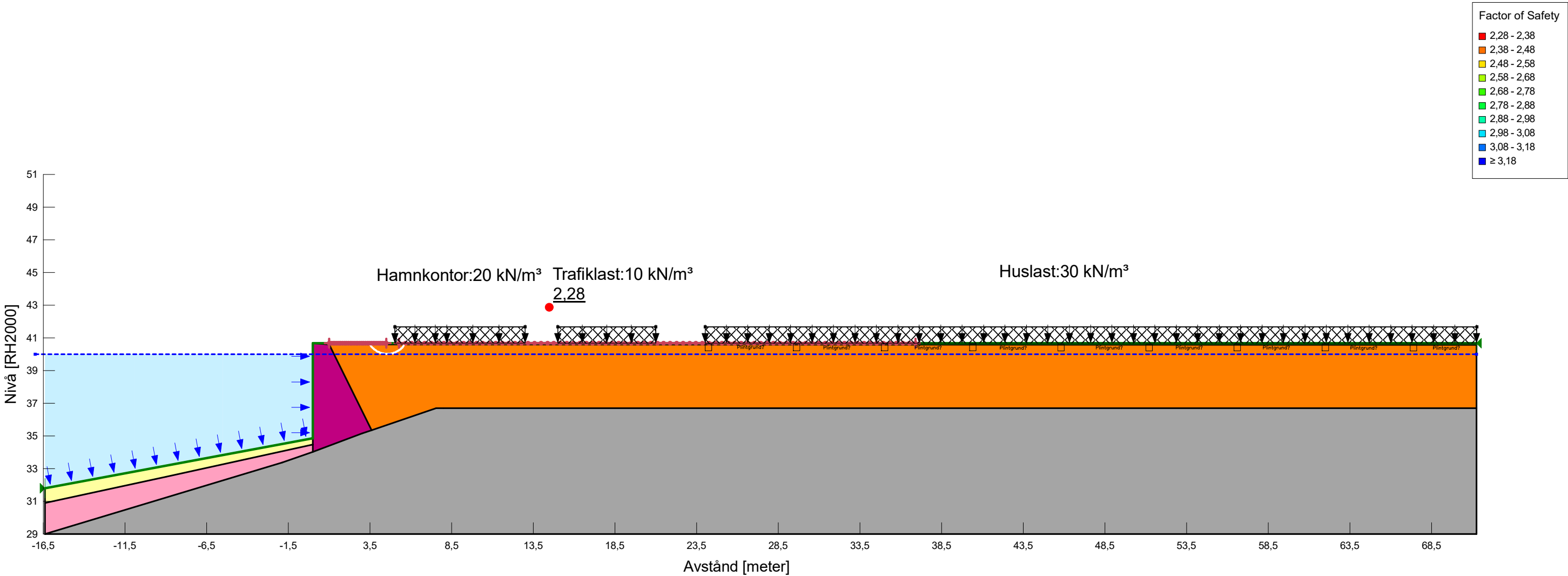
Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Framtida förhållanden pelare LV	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



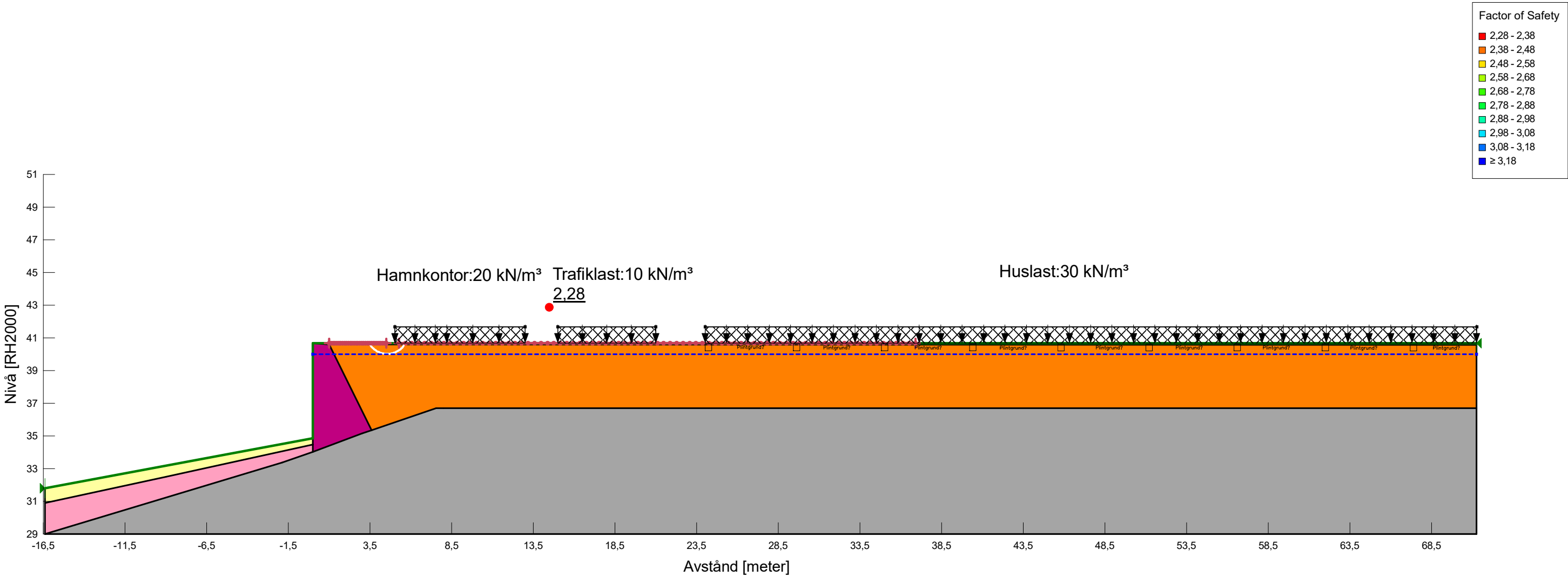
Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Framtida förhållanden valv	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]



Color	Name	Slope Stability Material Model	Piezometric Surface	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
<div></div>	Berg	Bedrock (Impenetrable)	1					
<div></div>	Bottensediment	S=f(depth)	1	19		9	5	1
<div></div>	Grusigsand	Mohr-Coulomb	1	21	36	12		
<div></div>	Kajkonstruktion	High Strength	1	24				
<div></div>	Kullersten	Mohr-Coulomb	1	18	45	11		
<div></div>	Sprängsten	Mohr-Coulomb	1	21	45	11		



Framtida förhållanden valv LV	Janbu
Hamnkontoret Sektion C-C.gsz	E.Melén
2026-04-20	A3 [1:250]