

KUND

GÖTEBORGS HAMN AB

ARENDAL, HAMNVERKSAMHET

PM GEOTEKNIK, DETALJPLAN



2024-01-17



ARENDALE, HAMNVERKSAMHET

PM Geoteknik, Detaljplan

Uppdragsnamn	Detaljplan för hamnverksamhet i Arendal
Uppdragsnummer	10340372
Författare	Ola Skepp
Datum	2024-01-17
Ändringsdatum	
Granskad av	Urban Högsta

KUND

Göteborgs Hamn AB

KONSULT

WSP

Box 13033
412 50 Göteborg
Besök: Fabrikstorget 1
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	4
2	Uppdrag	4
3	Underlag	6
3.1	Kartor, ortofoto, mätdata mm	6
3.2	Koordinat- och höjdsystem	6
3.3	Geotekniska undersökningar	6
4	Områdesbeskrivning	7
4.1	Topografi och markförhållanden Idag	7
4.2	Planerade anläggningar	8
5	Befintliga anläggningar och konstruktioner	9
5.1	Befintliga kajer och dess uppbyggnad	9
6	Geotekniska förutsättningar	13
6.1	Jordlagerföljd	13
6.2	Geotekniska egenskaper i leran	15
6.3	Hydrogeologiska förhållanden	17
7	Bergtekniska förhållanden	17
8	Stabilitet	19
8.1	Allmänt	19
8.2	Beräkningsförutsättningar	19
8.3	Stabilitetsanalyser, befintliga förhållanden	20
8.4	Sammanfattning stabilitet, befintlig anläggning	22
8.5	Stabilitetsanalyser, ny anläggning	22
8.6	Förslag till förstärkningsåtgärder	22
9	Sammanfattning och rekommendation	23
9.1	Stabilitet	23
9.2	Erosion	23
9.3	Grundläggning och sättningar	24
9.4	Bergstabilitet och risk för blockutfall	24
10	Planbestämmelse	24

BILAGOR

BILAGA A

Geotekniska undersökningar (planritningar)

BILAGA B

Stabilitetsanalyser befintliga förhållanden

BILAGA C

Stabilitetsanalyser ny anläggning

1 INLEDNING

Göteborgs Hamn AB (GHAB) ser ett behov av att utöka området för hamnverksamhet i Arendal. Idag finns det funktioner i Innerhamnarna som bättre passar att vara lokaliserade i Ytterhamnarna. I Ytterhamnarna finns bland annat god elkapacitet och koppling till järnväg som saknas i Innerhamnarna. På sikt ska stadsutveckling ske i nuvarande hamnområden i Innerhamnarna. För att hamnverksamheten ska kunna lämna de inre delarna av staden är det viktigt att hamnen får växa i Ytterhamnarna. Åtgärder behöver därför göras i Arendal för att tillskapa tillräckliga ytor för hamnverksamheten.

GHAB har ett befintligt tillstånd för hamnverksamhet sedan år 2009 för delar av Arendalshamnen. Ny detaljplan avser huvudsakligen en ändring av användningsområdet för ett utökat område från industrimark till hamnverksamhet.

Inom en liten del av området, i anslutning till kpl 751 och 750, har en ändringsplan till befintlig detaljplan upprättats avseende ändrad högsta byggnadshöjd.

Parallellt med planprocessen pågår även ett miljötillståndsärende avseende om- och tillbyggnad av befintliga kajer.

2 UPPDRAG

På uppdrag av Göteborgs Hamn AB har WSP utfört en geoteknisk utredning som underlag för planerad renovering av kaj 751 och 752, nybyggnation av förlängning av kaj 750 samt detaljplaneändring i Arendalshamnen. Utredningen har utförts i skedet för förstudie och tillståndsansökan för objekten.

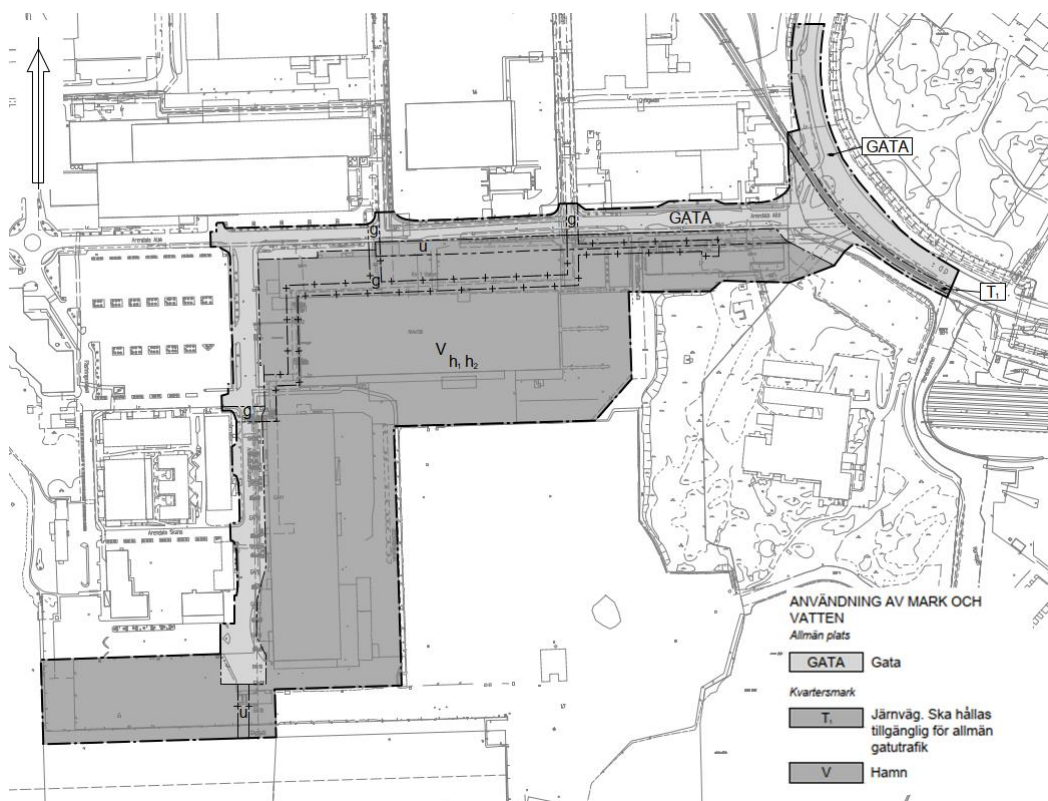
Arendalshamnen är belägen vid Göta älvs utlopps norra strand på Hisingen, se rödmarkering i Figur 1.



Figur 1. Rödmarkerat område visar läget för Arendalshamnen längs Göta älvs norra strand i västra delen av Göteborg.

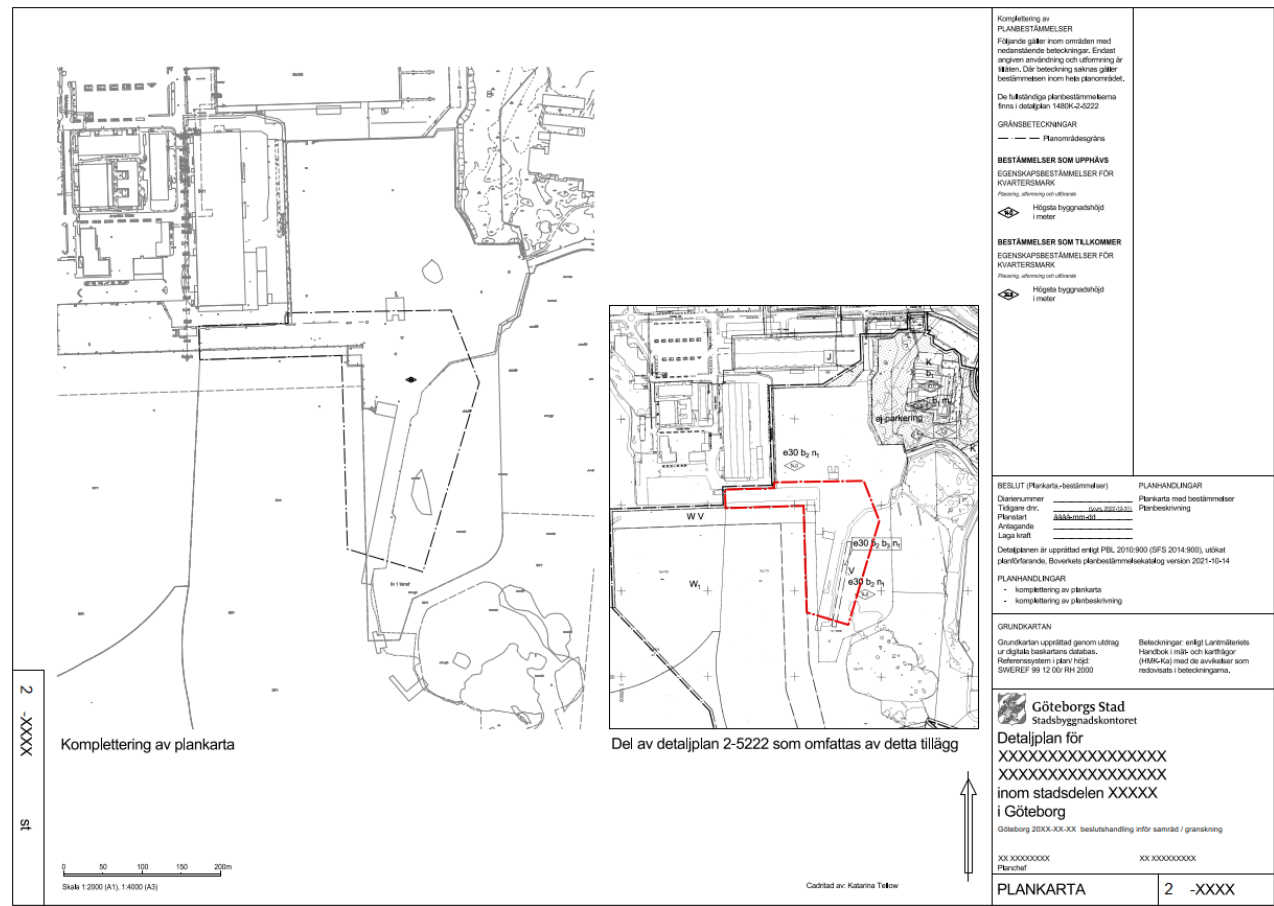
Syftet med detta PM är att utgöra geotekniskt underlag för ny detaljplan samt ändringsplan.

I Figur 2 visas utkast till det planerade detaljplaneområdet för hamnverksamhet och gata.



Figur 2. Plankarta (daterad 2023-09-04). Mörkgrått område visar område för hamnverksamhet och ljusgrått visar område för gata. (Stadbyggnadskontoret, 2023-04-06).

I Figur 3 visas utkast till ändringsplan avseende ändrad/ökad högsta byggnadshöjd från 14 m till 25 m.



Figur 3. Utkast av ändringsplan för del av markområde i anslutning till kpl 751 och 750.

3 UNDERLAG

3.1 KARTOR, ORTOFOTO, MÄTDATA MM

Som underlag för denna geotekniska utredning har bland annat nedanstående underlagsmaterial nyttjats. Huvuddelen av underlagsmaterialet har erhållits från Göteborgs Hamn AB.

- Digital primärkarta med 0,5 m ekvidistans (AutoCad-format)
- Ortofoton över aktuellt område
- Batymetrisk mätning av bottenpografin i Göta älv (Clinton, år 2020)
- SGU jordartskarta (www.sgu.se)
- Relationsritningar av befintliga kajer och terminalområden
- Bergteknisk utredning, Detaljplan Arken (Bergab, 2012-02-22).

3.2 KOORDINAT- OCH HÖJDSYSTEM

Utredningen har utförts i koordinatsystem SWEREF 991200 och höjdsystem RH2000. Samtligt underlagsmaterial har erhållits eller transformerats till dessa system.

3.3 GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Inom och i anslutning till Arendalshamnen har en mängd geotekniska undersökningar utförts under årens lopp vilka finns att tillgå i Göteborgs Hamns geotekniska arkiv. Samtliga kända undersökningspunkter presenteras på planritningar i Bilaga A. Endast befintligt geotekniskt arkivmaterial har utgjort underlag för denna geotekniska utredning.

4 OMRÅDESBESKRIVNING

4.1 TOPOGRAFI OCH MARKFÖRHÅLLANDEN IDAG

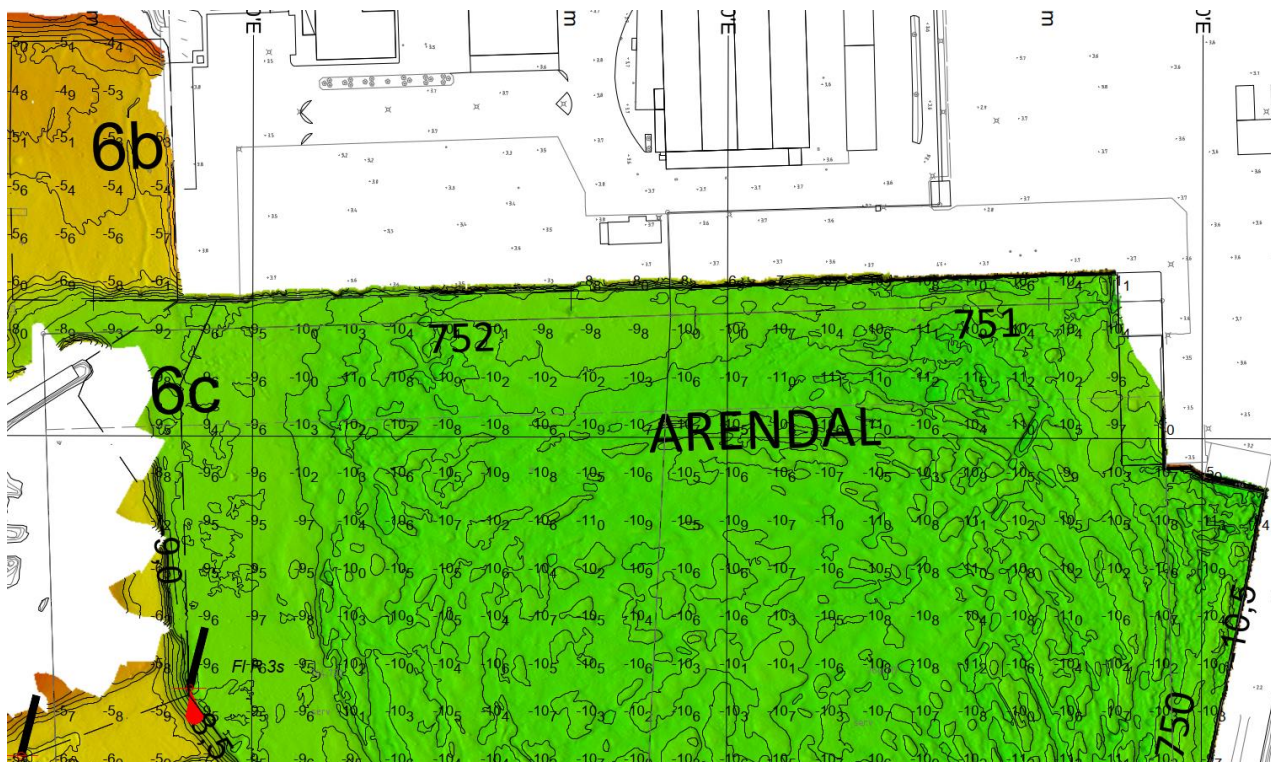
Arendalshamnen har idag en sammanlagd kajlängd på ca 700 m, se Figur 4 (planerad förlängning av kajplats 750 kommer medföra en utökad kajlängd på ca 115 m). Hamnverksamhet bedrivs på kajplats 750, 750A och 751 medan kajplats 752 främst nyttjas för kryssningsfartyg. Största delen av terminalområdet nyttjas för uppställning av trailers och bilar men ibland även containers.

Markytan i läget för kaj 750A, 751 och 752 är ca +3,7 och utgörs delvis av asfalterade ytor och delvis betong-kajdäck. I området mellan kaj 750A och 750 sluttar markytan nedåt i riktning söderut och på kaj 750 är överytan på ca +3,0.

Inom hamnen finns det totalt tre kajplatser 750, 751 och 752, med varierande vattendjup, se Figur 5. Befintligt djup i hamnbassängen är 9,6 m och djupet i inseglingsrännan, som är kopplingen mellan farled och hamnbassäng, är 10,2 m.



Figur 4. Översikt över kajplats 750, 750A, 751 och 752 i Arendalshamnen samt planerat område för förlängning av KP750 (Satellitbild från Google Earth, 2023-01-09).



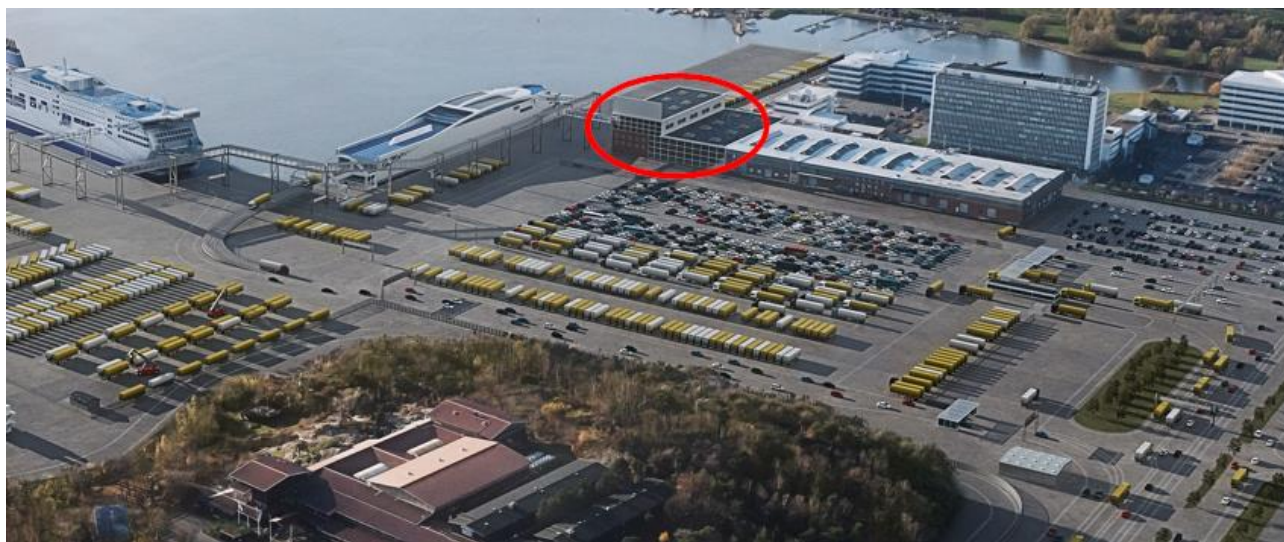
Figur 5. Sjöbottenmätning vid kajplats 750, 751 och 752 utförd 2020 (Göteborgs Hamn, år 2020).

4.2 PLANERADE ANLÄGGNINGAR

På terminalområdet norr om kajplats 751 kan det bli aktuellt att hanterade rullande gods, containers, bilar och passagerare.

Terminalbyggnaden kommer att vara i befintlig byggnad för nuvarande Volvomuseum. Södra delen av denna byggnad kommer troligen att byggas på med ytterligare ett våningsplan, se rödmarkering i Figur 6. I övrigt kan det bli aktuellt med anläggning av mindre servicebyggnader för bland annat tullverksamhet, entrébyggnad och belysningsmaster i området.

Då det endast mindre byggnader som är planerade att anläggas på terminalytan så bedöms det inte föreligga någon sättningsproblematik att utreda i detta skede. Eventuella större nya byggnader kommer behöva pågrundläggas.

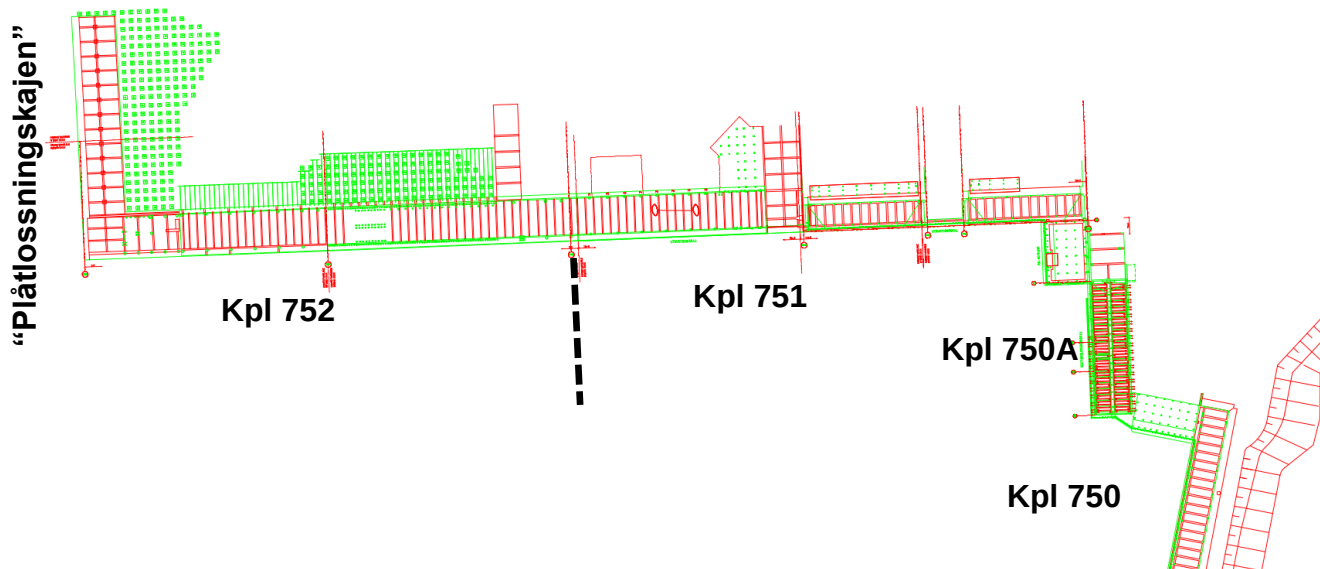


Figur 6. Visionsbild över planerad anläggning i Arendalshamnen (Göteborgs Hamn, 2023-06-09)

5 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

5.1 BEFINTLIGA KAJER OCH DESS UPPBYGGNAD

I Figur 7 redovisas gränsen mellan kajplats 751 och 752 samt kajernas anläggningsdelar i plan.

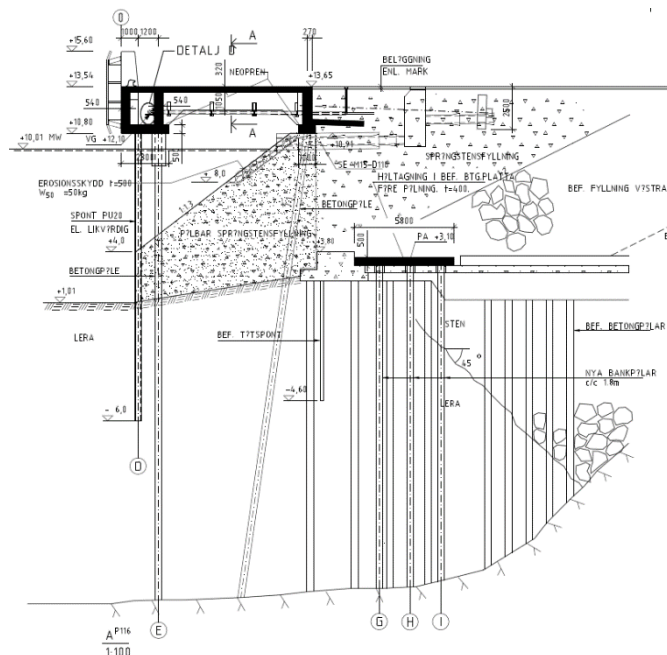


Figur 7. Planritning med befintliga konstruktioner (Port Engineering, 2022-05-09).

5.1.1 Kajplats 751

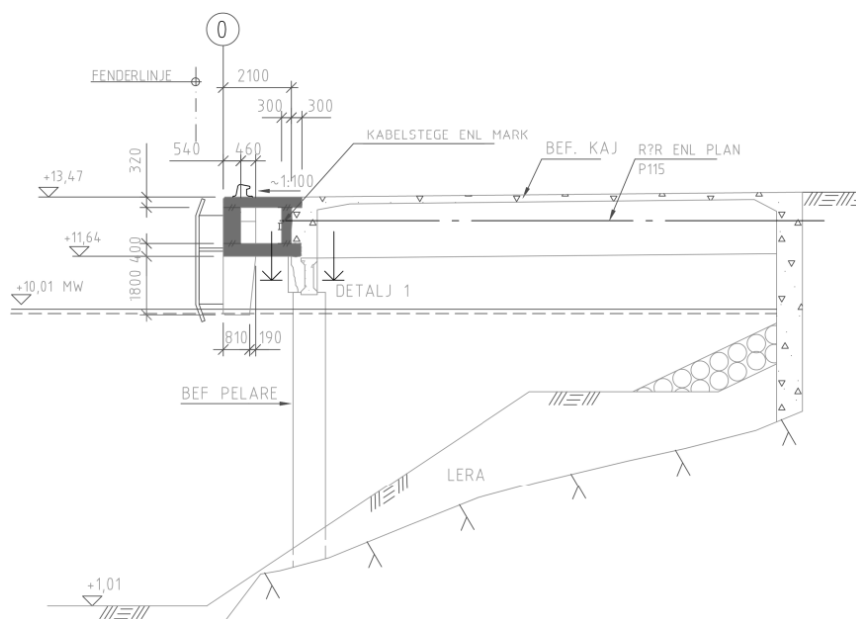
Kajkonstruktionen för östra delen av kajplats 751, se området med beteckningen KP751-2 i Figur 11, består av pålar eller plintar ner till berg, se Figur 8. Under kajdäcket finns en sprängstensfyllning innan berget tar vid. Sprängstensfyllningen bakom kajkonstruktionen är bankpålad.

Berget grundar upp kraftigt mot norr. Kajen har en spont som går ner till nivån -16 som säkerställer stabiliteten för slänten.



Figur 8. Sektionsritning över östra delen av kajplats 751 (Göteborgs Hamn AB, 2001-01-14).

Grundläggningen av västra delen av kajplats 751, se området med beteckningen KP751-3 i Figur 11, utgörs främst av kraftiga pelare, se Figur 9. Dessa pelare är grundlagda på plintar på berg. Bergdjupet minskar i detta område jämfört med östra delen av KP751.

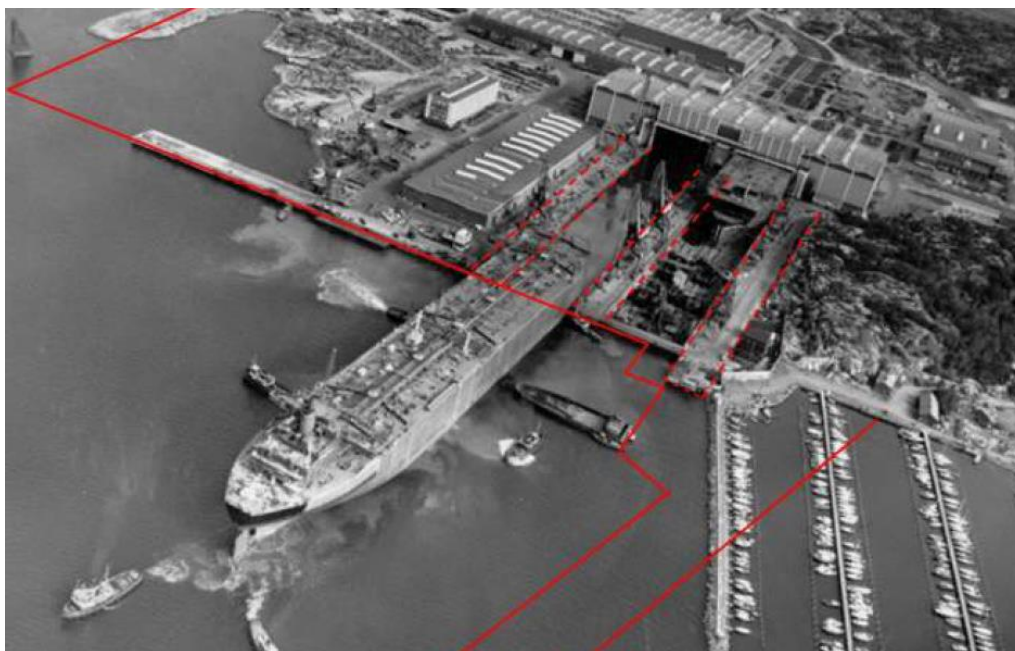


Figur 9. Sektionsritning över västra delen av kajplats 751 (Göteborgs Hamn AB, 2001-01-14).

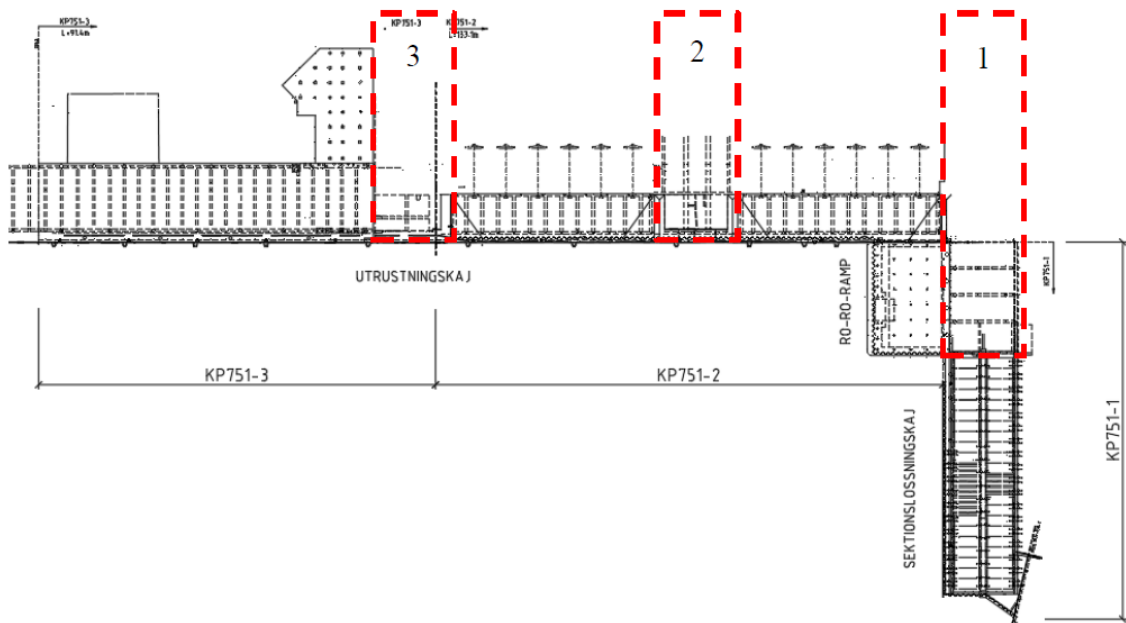
Det har tidigare funnits två torrdockor i läget för kajplats 751 som idag har blivit integrerade i kajkonstruktionen, se Figur 10. Det finns en hel del befintliga konstruktionsdetaljer och grundläggningar från dessa i marken.

Den östra väggen för den östra torrdockan (benämnd 1 i Figur 11), var uppbyggd av längsgående och tvärgående pålgrundlagda tvärbalkar. Mellanväggen för torrdockorna, (benämnd 2), består i mitten av två skivpelare med ej fastställd grundläggning. I framkant av denna konstruktion finns 3 pålar. Den västra väggen för västra torrdockan (benämnd 3), har skivpelare som ansluter till en pålad pålplatta.

I östra delen av kajplats 751 finns en Ro-Ro-ramp som byggdes år 2000, se Figur 11. Denna ramp är grundlagd med slagna betongpålar till berg. Utanför pålarna finns en spont med en erosionsskyddande funktion.



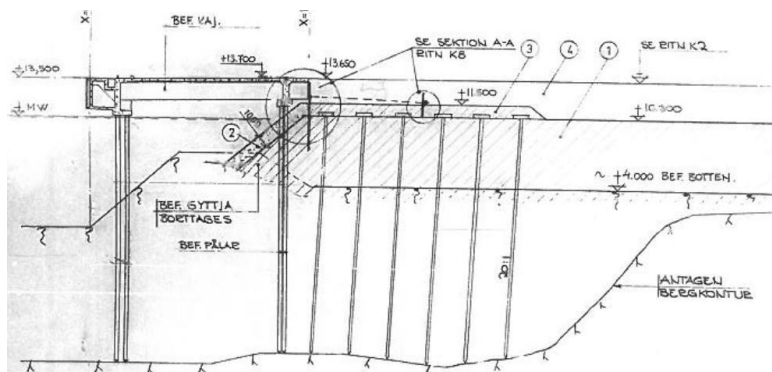
Figur 10. Foto över det tidigare Arendalsvarvet som visar läget för de två tidigare torrdockorna. Den röda linjen visar ungefärligt läge på dagens kajlinje (bild hämtad från Tillståndsbedömning KP751, ELU, 2022-02-07).



Figur 11. Planskiss över KP751 och lägena på de två tidigare torrdockorna och väggarna för torrdockorna är markerade i rött (bild hämtad från Tillståndsbedömning KP751, ELU, 2022-02-07).

5.1.2 Kajplats 752

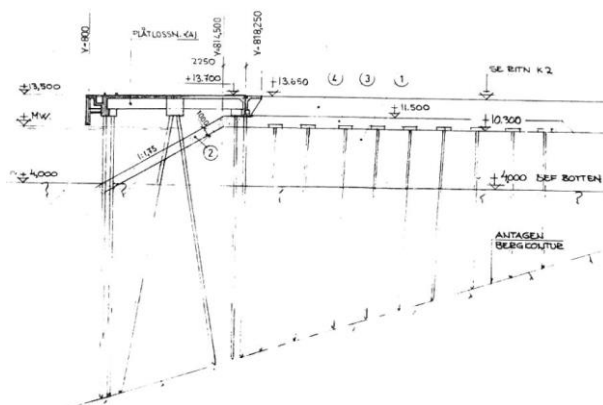
Kajplats 752 är belägen väster om kajplats 751. Även denna kaj är grundlagd på pålar och plintar till berg. Marken och utfyllnadsmassorna bakom kajdäcket är inom huvuddelen av kajplatsen bankpålade med stödpålar av betong till berg (Figur 12). Inom del av område där berget ligger ytligare (västra delen av kpl 752) är fyllnadsmassorna inte bankpålade, där finns dock en bakåtförankring av kajdäcket med hjälp av dragstag (Figur 12).



Figur 12. Sektionsritning över kajplats 752 (Arbetsritning VBK, 1973-04-11).

5.1.3 Plåtlossningskajen (kaj mot väster)

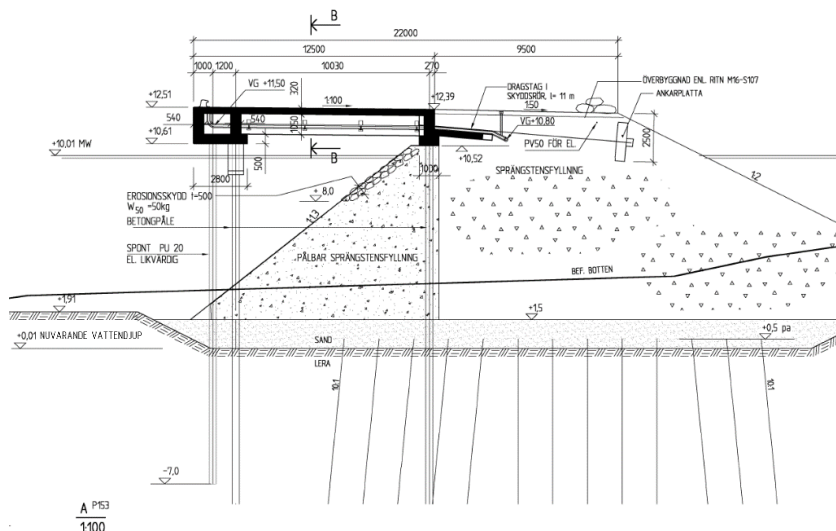
I den västra delen av plan- och terminalområdet fortsätter kajen vid kpl 752 runt hörnet och övergår till den fd "Plåtlossningskajen" som vetter mot väster. Vattendjupet är inom denna del endast ca 5 m. Kajen är grundlagd på pålar till berg och marken och utfyllnadsmassorna bakom kajdäcket är bankpålade med stödpålar av betong till berg (Figur 13).



Figur 13. Sektionsritning över västra kajen, fd "Plåtlossningskajen" (Arbetsritning VBK, 1973-04-11).

5.1.4 Kajplats 750 (markområde inom ändringsplan)

Denna kajplats byggdes år 2001. Under kajdäcket utgörs jordlagren av en sprängstensfyllning/vall placerad på ca 1,5 m lastfördelande sandlager. Sprängstensfyllningen är pålad med stödpålar till berg. Kajkonstruktionen är grundförstärkt med betongpålar ner till fast botten.



Figur 14. Sektionsritning över kajplats 750 (Scandiaconsult, 2001-09-14).

6 GEOTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

6.1 JORDLAGERFÖLJD

Jordmäktigheter och djupet till berg varierar stort inom Arendalshamnen. Inom vissa delar av landområdet är det mycket grunt till berg. Berget förkommer som ytligast i den västra delen av kajplats 752 och norra delen av kajplats 750 där bergdjupen är mindre än 3 m. I nordöstra samt sydöstra delen gränsar det preliminära tillståndsområdet till berg i dagen områden. Som djupast har bergytan påträffats i mitten av kajplats 750 på djup upp emot ca 45 m under markytan.

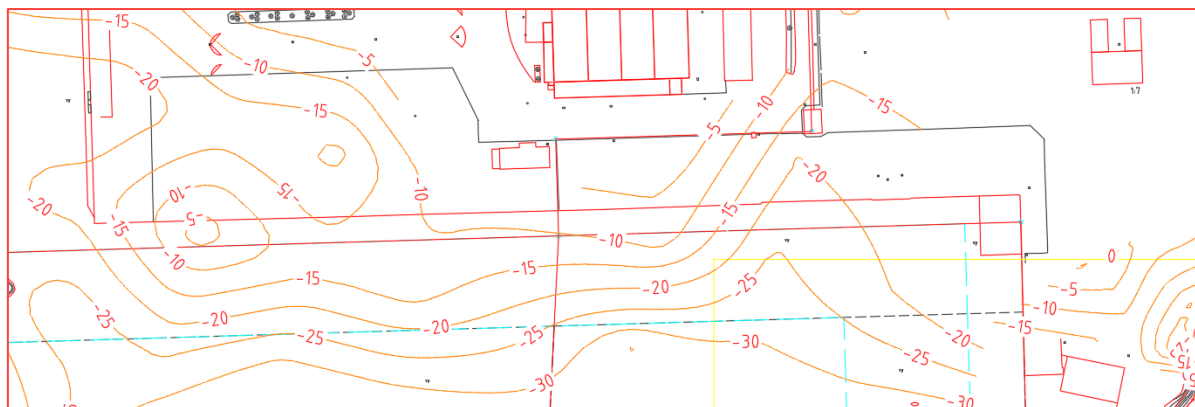
Hela hamnområdet utgörs av ett ytligt lager med **fyllnadsmassor**. De naturligt avlagrade jordlagren inom området utgörs därunder av **lera** på ett tunt lager med **friktingsjord** ovan **berg**.

6.1.1 Kajplats 751 och 752

Geoteknisk tolkning baseras på geotekniska arkivmaterial av varierad ålder, hämtat från Göteborgs Hamns arkiv. Det kan noteras att arkivmaterialet är att betrakta som översiktligt varför det råder vissa osäkerheter om t.ex. rådande djup till berg och hållfastheten i jorden vilket har påverkan på utförda bedömningar.

Jordlagren utgörs överst av fyllnadsjord ner till nivån ca -4. Under fyllnadslagret finns ett lerlager med huvudsakligen ca 5-15 m mäktighet innan berget tar vid. Under leran kan det även förekomma ett lager med friktionsjord ovan berget. Friktingsjordens mäktighet har uppmätts till som mest 4 m vid pålningen av kaj 751.

Bergnivån varierar generellt mellan ca -10 till ca -20 längs med kajplats 751 och 752. Bergdjupet ökar mot söder (ut från kajlinjen). I västra delen av kajplats 752 finns dock ett område där berget ligger mycket ytligt (nivån ca +0), enligt Figur 15.



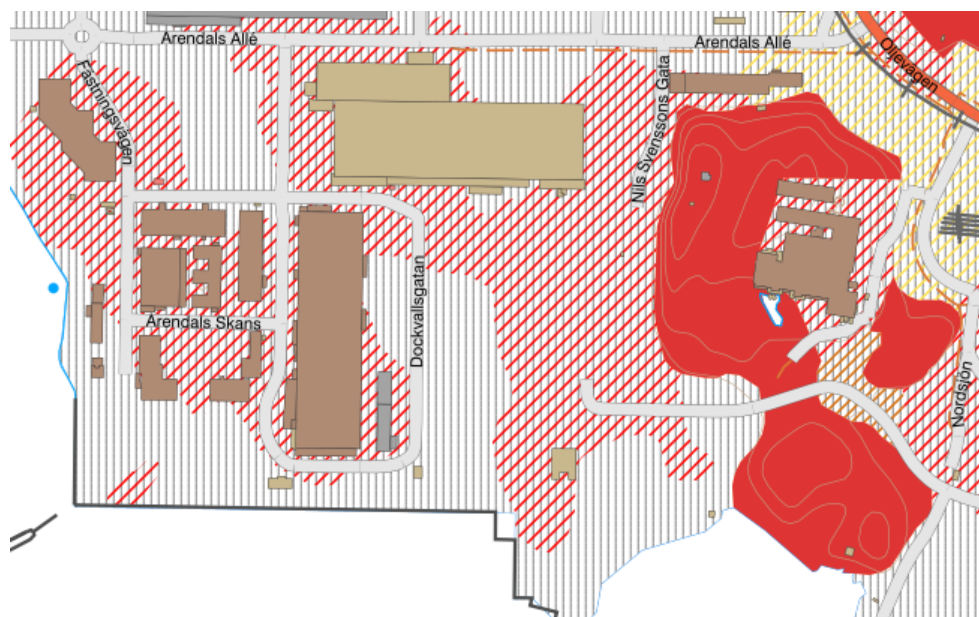
Figur 15. Tolkade bergnivåer vid kajplats 751 och 752.

6.1.2 Terminalområdet (norr om KP751)

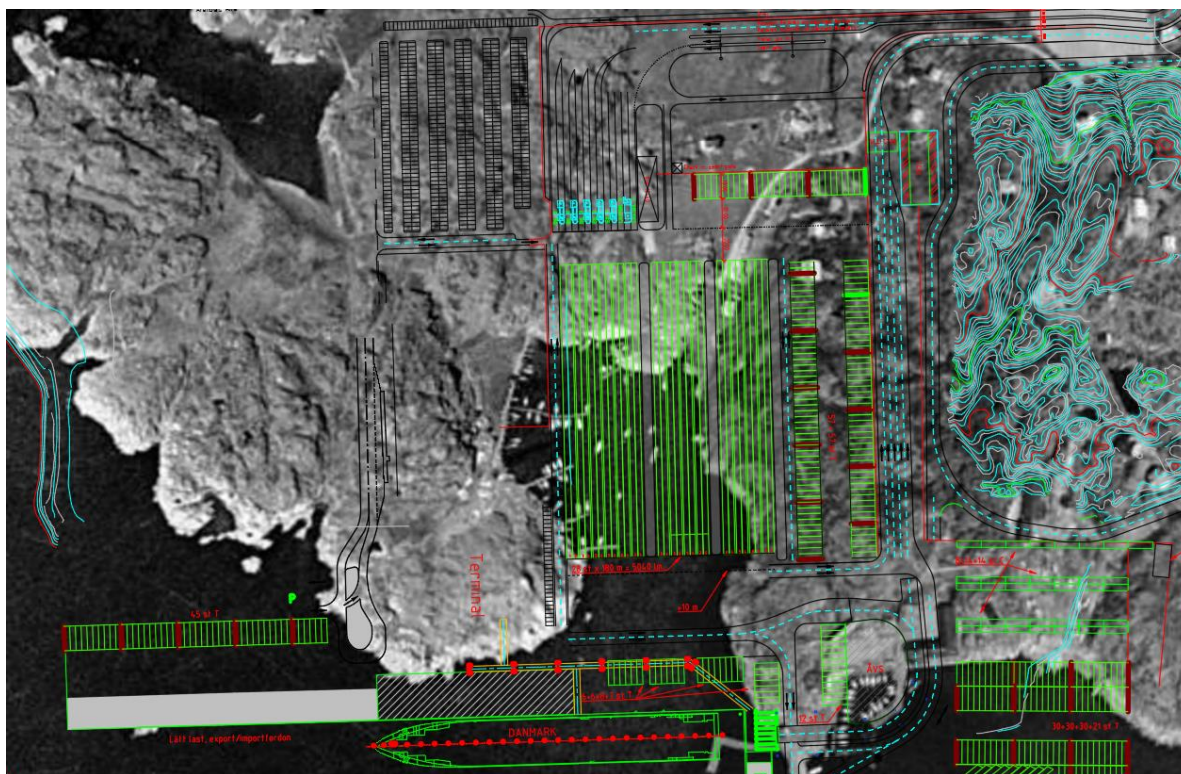
I läget för terminalytan finns endast ett fåtal tidigare utförda geotekniska undersökningar från år 1939. Resultatet från undersökningarna visar att djupet till berg är upp till ca 25 m i läget för den tidigare havsviken, se Figur 17. I övrigt utgörs terminalytan främst av fyllning ovan plansprängda tidigare berg i dagen-områden, se rödskräfferade områden i Figur 16. Enligt jordartskartan utgörs merparten av området av de befintliga byggnaderna för dagens Volvomuseum (som planeras att nyttjas som terminalbyggnad) och skrovhallen (väster om Nils Svenssons gata) av fyllning ovan berg. I läget för tullhuset (öster om Nils Svenssons gata) utgörs marken av fyllning ovan lera eller berg. I läget för den tidigare havsviken var sjöbottennivån ca -2 till -3 vilket tyder på att fyllnadslagret i detta område är upp till ca 7 m mäktigt.

Under fyllningen, i läget för den tidigare havsviken, finns konstruktionen för de tidigare torrdockorna kvar, se Figur 18. Under torrdockorna utgörs jorden sannolikt av lera ner till berg tar vid. I öster gränsar terminalområdet till ett berg i dagen område, se rödfärgat område i Figur 16.

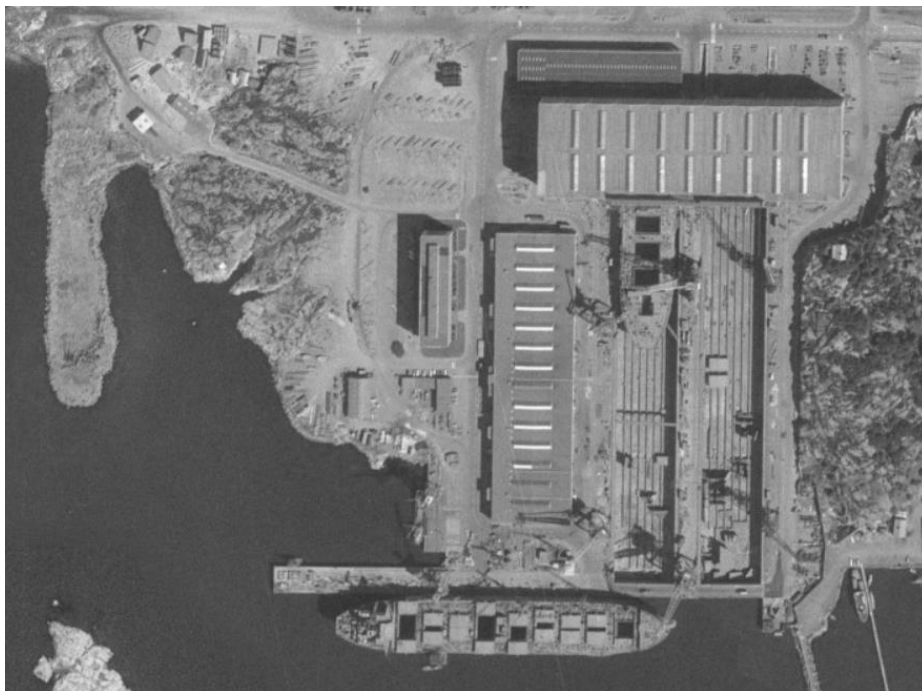
I nordöstra delen av området, vid östra delen av Arendals Allé och Oljevägen, utgörs marken delvis av fyllning ovan lera (gulskrafferat område) och fyllning ovan berg enligt jordartskartan. Nordost om Oljevägen finns ett berg i dagen område.



Figur 16. Jordartskartan visar att terminalområdet utgörs av fyllning (vitskrafferade områden) och fyllning ovan berg (rödskrafferade områden) (SGU, 2023-01-27).



Figur 17. Historiskt flygfoto från ca 1960 med trolig anläggning i tillståndsansökan (Eniro, bilddatum 2023-01-26).



Figur 18. Historiskt flygfoto från ca 1970 (Lantmäteriet, bilddatum 2023-01-31).

6.1.3 Kajplats 750 (markområde inom ändringsplan)

Utförda undersökningar visar att jordlagren under vattenytan utgörs av ca 2-3 meter lerig gyttja som överlagrar en grå lera/siltig lera med varierande mäktighet. Leran vilar på 0-4 m friktionsjord innan berget tar vid. Den översta delen av sedimenten på botten i vattenområdet, motsvarande ca 20 cm, bedöms vara mycket lös, sättningsskänslig och med låg bärrighet.

Djupet till berg varierar generellt mellan ca 10-45 m från vattenytan (MW). I norra delen av kajplats 750 finns det sonderingar som visar på ca 3 m till berg från kajens överyta.

6.2 GEOTEKNISKA EGENSKAPER I LERAN

Leran egenskaper skiljer sig något över området för Arendalshamnen men bedöms generellt vara enligt avsnitt nedan. I området för kajplats 751 och 752 saknas geotekniska undersökningar som underlag för lerans egenskaper och närmast liggande sonderingar har därför utgjort underlag för detta område tillsammans med erfarenhetsmässiga bedömningar.

Tunghet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet

Lerans tunghet (γ) varierar mellan ca 14-17 kN/m³. De lägsta värdena är uppmätta i gyttjan och de högre värdena i leran. Tungheten är högst där leran är siltig. Den naturliga vattenkvoten (w_N) varierar mellan ca 60-100 %.

Konflytgränsen (w_L) är ca 60-80%. Sensitivitetstalet (S_t) varierar generellt mellan ca 10 och 30 och leran är därmed att betrakta som mellansensitiv. Det har inte påträffats någon förekomst av högsensitiv lera eller kvicklera.

Odränerad skjuvhållfasthet

Den odränerade skjuvhållfastheten i leran, i läge för kajplats 750, har bestämts utifrån utförda skjuvförsök och CPT-sonderingar samt tidigare utförda vingförsök och fallkonförsök. I landområdet är lerans skjuvhållfasthet 20 kPa ner till nivån ca -9. Under nivån -9 ökar skjuvhållfastheten med ca 2,5 kPa per meter.

Det har inte utförts några skjuvhållfasthetsbestämningar på leran under fyllnadsmassorna i läget för kajplats 751 och 752 men den odränerade skjuvhållfastheten bedöms erfarenhetsmässigt, mht konsolideringseffekter, vara minst ca 30 kPa. Den odränerade skjuvhållfastheten i leran under fyllnadsmaterialen har konsoliderats av den mäktiga fyllningen.

Skjuvhållfastheten i leran inom vattenområdet vid kajplats 751 och 752 har enligt tidigare undersökningar (odränerade skjuvförsök, vingförsök och fallkonförsök) bestämts till 16 kPa på djupet ca 3 m under botten-nivån med en hållfasthetstillväxt mot djupet på ca 1,5 kPa/m. De översta ytliga ca 2-3 m av botten-sedimenten är dock mycket lös i ytan (odränerad skjuvhållfasthet ca 5 kPa) med en hållfasthetstillväxt som på djupet ca 2,5 m når upp till ca 16 kPa.

Karakteristiska materialegenskaper

I nedanstående tabeller sammanställs utvärderade generella karakteristiska materialegenskaper för jordlagren i vattenområdet vid kajplats 751 och 752 samt 750:

Tabell 1. Karakteristiska materialegenskaperna för jordlagren i vattenområdet vid kajplats 751 och 752.

Ca nivå [m]	Jordlager	Karakteristisk materialegenskap	
-9 - (-12)	Lera 2	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ'_k Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	15,5 kN/m ³ 5,5 kN/m ³ 30° 5+5,5·z kPa
(-12) -	Lera	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 30° 16+1,5·z kPa

Tabell 2. Karakteristiska materialegenskaperna för jordlagren i vattenområdet vid kajplats 750.

Ca nivå [m]	Jordlager	Karakteristisk materialegenskap	
-10 - (-12,5)	Lera 2	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	15,5 kN/m ³ 5,5 kN/m ³ 30° 5+5,5·z kPa
(-12,5) -	Lera 3	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 30° 20+2,5·z kPa

I nedanstående tabeller sammanställs utvärderade karakteristiska materialegenskaper för jordlagren inom landområdet vid kajplats 751 och 752 samt 750 (markområde för ändringsplan):

Tabell 3. Karakteristiska materialegenskaperna för jordlagren i landområdet vid kajplats 750.

Ca nivå [m]	Jordlager	Karakteristisk materialegenskap	
+2,8 - +1,8	Överbyggnadslager	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ'	20 kN/m ³ 11 kN/m ³ 35°
+1,8 - (-9,0)	Stabiliserade muddermassor	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	12,5 kN/m ³ 2,5 kN/m ³ 20-200 kPa
-2 - (-9)	Lera 1	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	15 kN/m ³ 5 kN/m ³ 30° 20 kPa
-9 -	Lera 3	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 30° 20+2,5·z kPa

Tabell 4. Karakteristiska materialegenskaperna för jordlagren i landområdet vid kajplats 751 och 752.

Ca nivå [m]	Jordlager	Karakteristisk materialegenskap	
+2,8 - +1,8	Överbyggnadslager	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ'_k	20 kN/m ³ 11 kN/m ³ 35°
+1,8 - -4	Fyllnadsmaterial	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ'_k	18-21 kN/m ³ 8 kN/m ³ 35-45°
-4 - (-28)	Lera (Lera 1)	Tunghet, γ_k Effektiv tunghet under GW, γ'_k Friktionsvinkel, Φ'_k Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 30° 30 kPa

6.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

6.3.1 Grundvatten och portryck

Grundvattenytan inom terminalområdet och de permeabla fyllnadsmassorna anses i de yttre delarna korrespondera med vattennivån i älven (motsvarar djupet ca 3-3,5 m under markytan, dvs. nivån ca +0) med viss fördröjning i responsen på vattenståndsvariationer. Fördröjningen kan antas öka med avståndet från vattenområdet.

6.3.2 Vattenförhållanden i älven

Karaktäristiska vattenstånd i älven redovisas i nedanstående tabell (Tabell 5)

Tabell 5: Karakteristiska vattennivåer i Göteborg-Torshamnen (SMHI 2017-01-12, korrigerade till medelvattennivå 2022).

Vattenstånd	Vattennivå (RH2000)
HHW	+1,52
MHW	+1,06
MW	+0,02
MLW	-0,60
LLW	-1,09

7 BERGTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Bergspartiet i direkt anslutning öster om planområdet (dvs. kring Arken) har besiktigats och utretts i samband med detaljplanarbetet för Arken (Bergab, 2012-02-22, uppdragsnr UG12018). Nedanstående bergtekniska beskrivning är hämtad från Bergabs utredning.

Befintliga bergslänter förekommer i områdets nordöstra del. Det finns totalt cirka 350 meter bergskärning varav 250 meter är vänd åt väster och de resterande 100 meterna är vänd mot norr. Den maximala höjden är cirka 20 meter. Bergslänterna har en lutning på 70 grader vilket motsvarar en ungefärlig lutning på 3:1.

Berget utgörs i huvudsak av en mörk grandiorit som ställvis är starkt förskiffrad. Större partier med ljus granit förekommer främst i det sydvästra hörnet av bergspartiet på vilket Arken ligger. Det finns även inslag av en mörk, basisk bergart som förmodligen är en diabas. Denna diabas är den dominerande bergarten i bergets

allra nordligaste delar. Tre tydliga sprickset har identifierats till följande ungefärliga riktningar: 345/47, 50/74 och 120/74. Tre mindre (< 50 cm) brantstående svaghetszoner med riklig mängd glimmer har identifierats i befintlig skärning. De har riktningen 125/85, 70/90 och 135/60.

Det har inte påträffats några lösa yttligt placerade block i de naturliga slänterna i närheten av bergsslänterna.

I samband med detaljplanen för Arken har bergsslanten förstärkt genom selektiv bultning samt delvis med en nätvåd. Det finns även ett pågående kontrollprogram för bergsslänterna i vilket skrotning och bultning av berget regelbundet utförs (bergsslänterna 1-3 i nedanstående figur). Nästa inplanerade kontroll är planlagd till år 2025 enligt kontrollprogram.

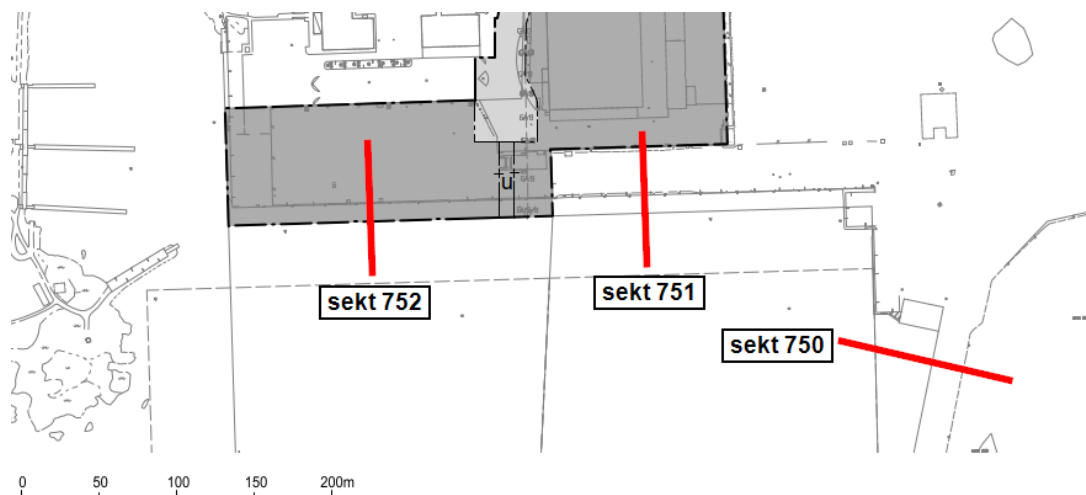


Figur 19 Planritning från bergteknisk utredning (Bergab, 2012-02-22) med markerade slänter som ingår i kontrollprogram.

8 STABILITET

8.1 ALLMÄNT

Stabilitetsanalyser för befintliga förhållandena har utförts i representativa sektioner inom respektive kajplats enligt Figur 20. Detta som underlag/utgångspunkt för värdering av dels den förändring på stabilitetsförhållandena som planerade hamnverksamheter innebär/medför samt dels dagens förhållanden jämfört med vad kajerna ursprungligen dimensionerats för.



Figur 20: Beräkningssektioner för att representera stabilitetsförhållandena inom respektive kajplats.

Vattennivån i havet har valts till -0,6 (RH2000) för att motsvara medellågvatten (MLW) i havet vilket är en dimensionerande förutsättning för stabiliteten då lågvatten ger lägre mothållande effekt.

Dimensionerande värden för geotekniska parametrar redovisas i respektive stabilitetsanalys. För gällande säkerhetsklass (SK2) gäller säkerhetsfaktor $F_{EN} \geq 1$.

Kontroll av sektionernas stabilitet har utförts enligt Eurocode 7 (IEG rapport 6:2008). Stabilitetsanalyserna har utförts med kombinerad och odränerad analys med Slope/W från Geostudio 2021. Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulärcylindriska och sammansatta glidytor.

8.2 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Samtliga beräkningsförutsättningar avseende exempelvis jordmaterialens egenskaper (såväl naturligt avlagrade som fyllnads-/konstruktionsmassor), laster, vattenstånd etc. presenteras på stabilitetsanalyserna i Bilaga B och C.

Inom pålade ytor har pålarnas inverkan beaktats genom att pålarna förutsatts föra ner lasten till en nivå som ligger under teoretiska glidytor. Inom ytor där vallar och kajer är pålade till fast botten eller berg utgör lasten på pålarna därmed ingen pådrivande effekt med avseende på stabiliteten då verkningssättet hos pålarna medför att total last (vikten på pålade jordlager samt markbelastning) förväntas föras ned till fast botten. Även för sprängstensvallen för kajplats som är kohesionspålad bedöms inte lasten på pålarna utgöra en pådrivande effekt på stabiliteten då pålarna är tillräckligt långa för att föra ner lasten under de farligaste glidyterna.

Befintliga sponter i kajlinjerna har vid analyserna valts att försummas då de anses ha en begränsad inverkan på stabilitetsförhållandena för området.

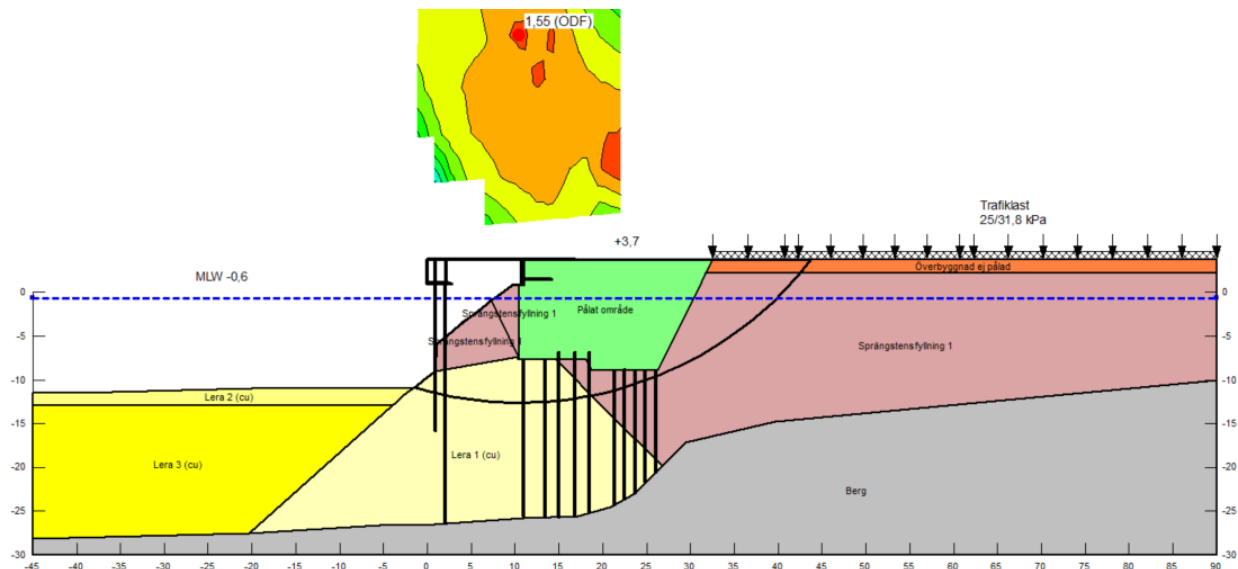
Den utbredda ytlasten för terminalområdet är 25 kPa för att motsvara trafiklast från arbetsfordon och uppställningsytor. Denna ansatta trafiklast motsvarar även ett lasttillskott av normal trafiklast på 15 kPa ovan ca 0,5 m framtida möjlig förändrad marknivå vilket inryms i detaljplanen.

8.3 STABILITETSANALYSER, BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

8.3.1 Kpl 751

Grundläggningen av kajplats 751 utgörs av pålar eller plintar ner till berg samt bankpålad sprängstensfyllning.

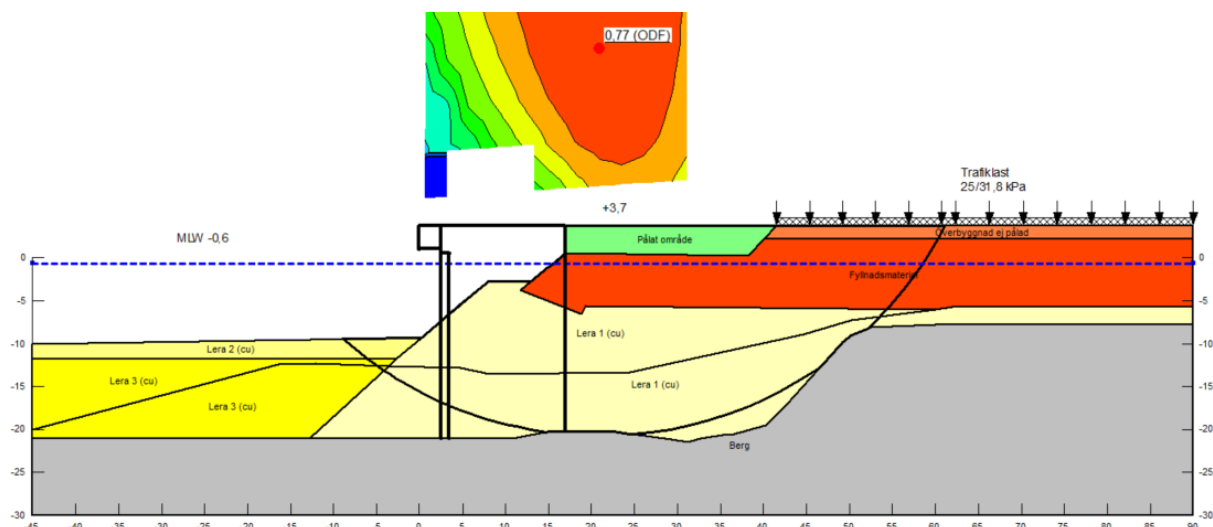
Utförda stabilitetsanalyser för kajen (sektion B) visar att lägsta säkerhetsfaktor mot ett odränerat brott är ca $F_{EN,c}=1,5$; se Figur 21.



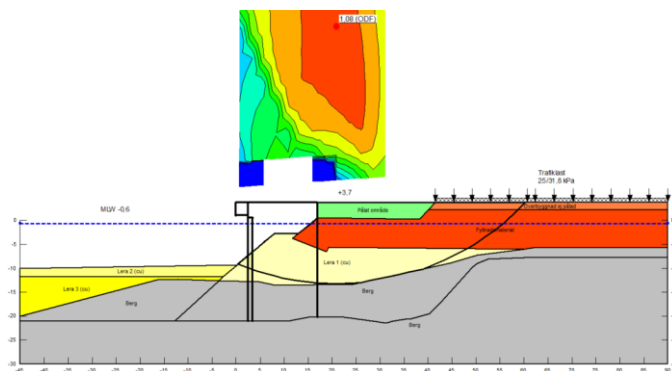
Figur 21: Kajplats 751, sektion B, odränerad stabilitetsanalys.

8.3.2 Kpl 752

Kajplats 752 är grundlagd på pålar och plintar till berg. Inom huvuddelen av kajplatsen är utfyllnadsmassorna bankpålade med stödpålar till berg. Det råder viss osäkerhet om bergdjupet i läget för kajplats 752. En känslighetsanalys har därför utförts med två beräkningsvarianter med olika bergdjup. Utförd stabilitetsanalys i alternativet med större bergdjup visar att glidytorna med lägst säkerhet har en utbredning till ca 60 m bakom kajlinjen med säkerhetsfaktor ca $F_{EN,c}=0,77$ mot ett odränerat brott på, se Figur 22. I detta alternativ uppnår stabiliteten ej erforderlig säkerhet på $F_{EN}>1,0$. Vid beräkningsalternativet med hög bergmodell är lägsta säkerhetsfaktorn mot odränerat brott ca $F_{EN,c}=1,1$.



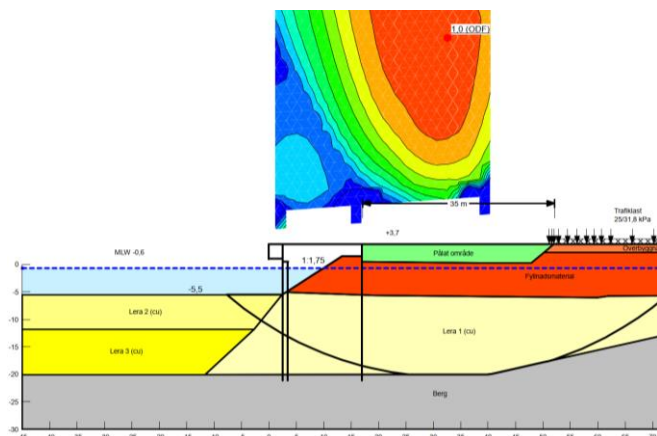
Figur 22: Kajplats 752, sektion A, odränerad stabilitetsanalys.



Figur 23: Kajplats 752 med hög bergmodell, sektion A, odränerad stabilitetsanalys.

8.3.3 Kaj mot väster (fd Plåtlossningskajen)

Kajen i planområdet västra del är grundlagd på pålar till berg. Utfyllnadsmassorna bankpålade med stödpålar till berg. Utförda analyser för kajen visar att lägsta säkerhetsfaktor mot ett odränerat brott är ca $F_{EN,c}=1,0$; se Figur 24. Stabiliteten för västra delen av planområdet, samt anslutande område direkt utanför planområdet, är uppfyller rekommenderad säkerhetsnivå för planläggning. Det erfordras inga ytterligare åtgärder/förstärkningar inom denna del av området.



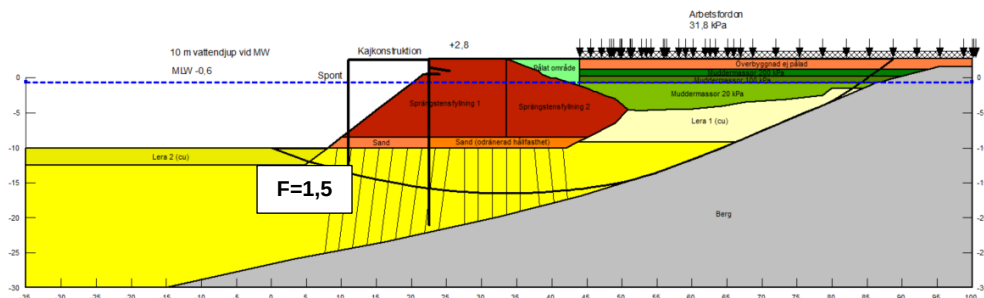
Figur 24: Kaj mot väster (fd Plåtlossningskajen), sektion C, odränerad stabilitetsanalys.

8.3.4 Kpl 750 (markområde inom ändringsplan)

Mäktigheten på de stabiliserade muddermassorna varierar längs kajplats 750. Sprängstensvallen för kajplats 750 är grundlagd på kohesionspålar av trä samt spetsburna stålspjällar för kajkonstruktionen.

Ändringsplanen möjliggör byggnader med högsta byggnadshöjd på 25 m istället för tidigare 14 m. Nya större byggnader kommer dock att på grundläggas varför förändrad högsta byggnadshöjd inte kommer att påverka stabilitetsförhållandena.

Utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden visar att lägsta säkerhetsfaktor mot ett odränerat brott är ca $F_{EN,c}=1,5$, se Figur 25.



Figur 25: Kajplats 750, odränerad stabilitetsanalys.

8.4 SAMMANFATTNING STABILITET, BEFINTLIG ANLÄGGNING

I nedanstående tabell presenteras en sammanställning av stabilitetsförhållandena (lägsta säkerhetsfaktor mot brott med partialsäkerhet) för kajer i Arendalshamnen.

Beräkningarna visar att stabiliteten är erforderlig för alla kajor utom kajplats 752. För kajplats 752 råder det osäkerhet om djupet till berg. Det har därför utförts en känslighetsanalys med två olika scenarier för bergytan. I beräkningen med hög bergmodell är stabiliteten erforderlig medan förstärkningsåtgärder krävs för scenariot med större djup till berg då säkerhetsfaktorn behöver vara $F > 1,0$.

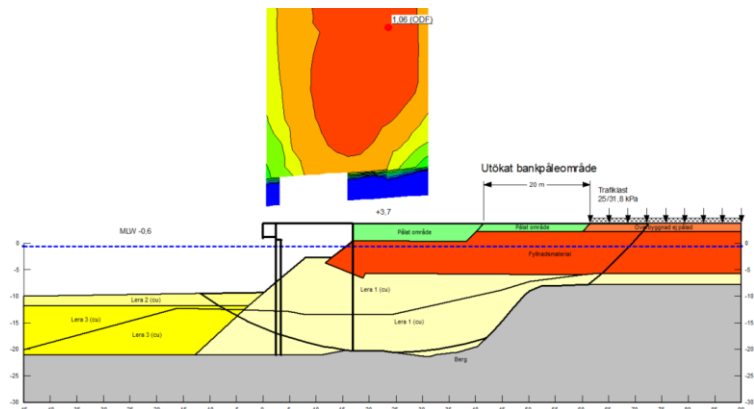
Tabell 6: Sammanställning av säkerhetsfaktorn mot brott för Arendalshamnens kajer.

	F_{EN,c}
Kajplats 751	1,5
Kajplats 752 med hög bergmodell	0,8 1,1
Kaj mot vaster "plåtlossningskajen"	1,0
Kajplats 750 (mark inom ändringsplan)	1,5

8.5 STABILITETSANALYSER, NY ANLÄGGNING

Med avseende på vissa osäkerheter kring rådande geotekniska förhållandena kring kajplats 752 och då främst jordmättigheten (djupet till berg), vilket har en betydande inverkan på stabilitetsförhållandena för terminalytan, anses det för den nya detaljplanen föreligga behov av vissa stabilitetsförbättrande förstärkningsåtgärder.

För att förbättra stabiliteten, så att den uppfyller rekommenderad säkerhetsnivå för de båda beräkningsfallen, kan exempelvis en utökad avlastning av terminalområdet utföras med bankpålning, se Figur 26.



Figur 26: Kajplats 752, odränerad analys, med rekommenderad bankpålning med 20 m utbredning.

Inom området för ändringsplanen är stabilitetsförhållandena tillfredsställande. Framtida eventuell större bebyggelse kommer att behöva på grundläggas för att undvika risk för sättningsskador/-problem. Ändrad högsta byggnadshöjd inom området påverkar därmed inte stabilitetsförhållandena.

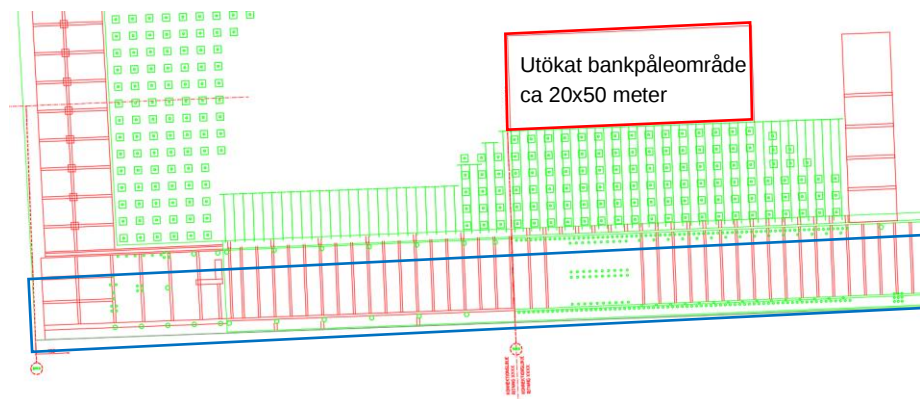
8.6 FÖRSLAG TILL FÖRSTÄRKNINGSÅTGÄRDER

För att säkerställa erforderlig stabilitet för kajplats 752 rekommenderas en utökning av det bankpålade området enligt Figur 27. Utbredningen på området som erfordrar förstärkning med bankpålar bedöms i en första tidig prognos i detta skede till storleksordningen ca 20x50 m (dvs. ca 1000 m²).

Det saknas uppgifter om erosionsskydd för slänten vid kajplats 752. I stabilitetsberäkningarna är slänten därmed modellerad utan erosionsskydd. Då det inte finns någon skyddande spont vid denna kaj, och endast kajpålarna utgör ett visst skydd mot kaj slänten, rekommenderas att ett erosionsskydd anläggs för den del av

kajplats 752 som saknar detta, se blåmarkerad ruta i Figur 27. Detta för att försäkra sig om att släntens geometri och uppbyggnad bibehålls i framtiden vid förändrad fartygstrafik vid kajen och att stabilitetsförhållandena inte förändras över tid.

Då det även saknas även uppgifter om erosionsskydd för västra delen av kajplats 751, benämnd 751-3, rekommenderas att erosionsskydd anläggs för den delen som saknar detta.



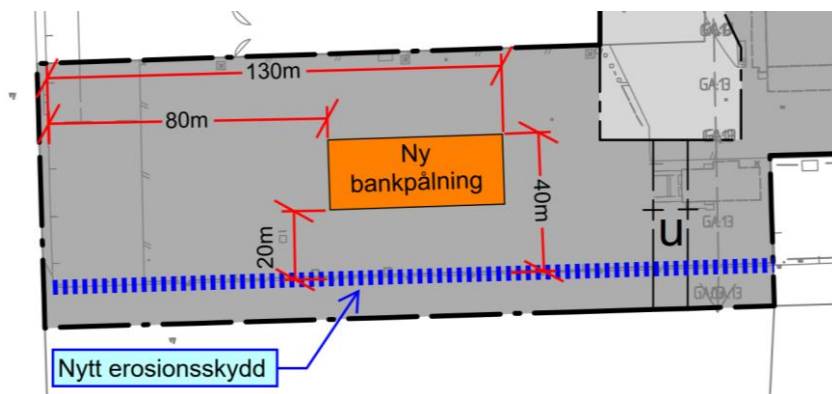
Figur 27. Förslag på förstärkningsåtgärd vid kajplats 752 med utökat bankpåleområde enligt rödmarkerad ruta. Blått område visar område där erosionsskydd erfordras.

9 SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATION

9.1 STABILITET

För att uppfylla rekommenderad säkerhetsnivå, med avseende på stabilitetsförhållandena, inom planläggningsområdet erfordras att kajplats 752 förstärks med ett utökat bankpåleområde enligt nedanstående figur (Figur 28). Bedömd storlek på området som behöver förstärkas är ca 1000 m² (enligt Figur 27).

I övrigt är stabiliteten inom planområdet, samt i dess direkta närhet, tillfredsställande och uppfyller rekommenderad säkerhetsnivå för planläggningen som även omfattar ökad byggnadshöjd och ökade laster.



Figur 28 Erforderlig stabilitetsförbättrande åtgärd (ny bankpålning) inom kajplats 752, samt rekommenderad utbredning på erosionsskydd.

Stabilitetsförhållandena inom området för ändringsplanen är tillfredsställande.

9.2 EROSION

Det rekommenderas att ett erosionsskydd anläggs längs kajplats 752 samt västra delen av kajplats 751 (751-3), enligt Figur 28, då det enligt arkivunderlag i nuläget saknas.

Erosionsskyddet i sig har ingen stabiliserande eller mothållande verkan på området och påverkar ej heller säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott. Däremot säkerställer ett erosionsskydd att *släntgeometrin* i framtiden kommer att bestå och inte påverkas/förändras av fartygstrafik, vilket innebär att säkerheten mot stabilitetsbrott därmed inte kommer att förändras över tid.

9.3 GRUNDLÄGGNING OCH SÄTTNINGAR

Marken inom planområdet utgörs delvis av sättningsbenägen lera. Alla nya byggnader och tyngre konstruktioner inom lermark i området kommer att behöva pågrundläggas för att undvika risk för sättningskador eller sättningsproblem.

Inom området förekommer gamla grundkonstruktioner och grundläggningar vilka kommer att behöva beaktas (tas hänsyn till) i samband med utformning och val av grundläggningsmetod för nya planerade anläggningar inom området.

9.4 BERGSTABILITET OCH RISK FÖR BLOCKUTFALL

Angränsande bergsslänter mot Arkenberget är förstärkta med selektiv bultning samt delvis med en nätvåd. Det finns ett pågående kontrollprogram för bergslänterna i vilket skrotning och bultning av berget regelbundet utförs. Det anses därmed inte föreligga någon risk för blockutfall, till följd av frost- eller rotsprängning, i bergslänterna. Nästa inplanerade kontroll är planlagd till år 2025 enligt kontrollprogram.

Det finns inte någon förekomst av lösa ytliga block i de omgivande naturliga slänterna, ovanför bergslänterna, som utgöra risk för blocknedfall eller kan komma att påverka planområdet.

Bergslänterna från Arkenberget, samt bergslänten nordost om Oljevägen, är stabila och detaljplaneområdet är säkerställt mot att det inte föreligger någon risk för blockutfall/-nedfall i planområdet.

10 PLANBESTÄMMELSE

Med avseende på de rådande geotekniska förhållandena och förutsättningarna inom planområdet erfordras en planbestämmelse avseende behov av stabilitetsförbättrande åtgärder (utökad bankpålning) inom kpl 752 i markerat område i Figur 28.

För att säkerställa att släntgeometri och stabilitetsförhållandena är bestående inom planområdet, och inte förändras över tid, ska ett erosionsskydd anläggas längs kajplats 752 samt västra delen av kajplats 751 (751-3) enligt Figur 28.

WSP Sverige AB
Göteborg 2024-01-17



Stina Berg
Handläggare geoteknik



Ola Skepp
Uppdragsledare, teknikansvarig



Urban Högsta
Kvalitetsgranskning



UPPDRAGSNAMN
Dp Arendal hamnverksamhet

FÖRFATTARE
Ola Skepp

DATUM
2024-01-17

UPPDRAGSNUMMER
10340372

GRANSKARE
Urban Högsta

BILAGA A

Geotekniska undersökningar (planritningar)



KOORDINATSYSTEM
System i plan: SWEREF99 12 00
System i höjd: RH2000

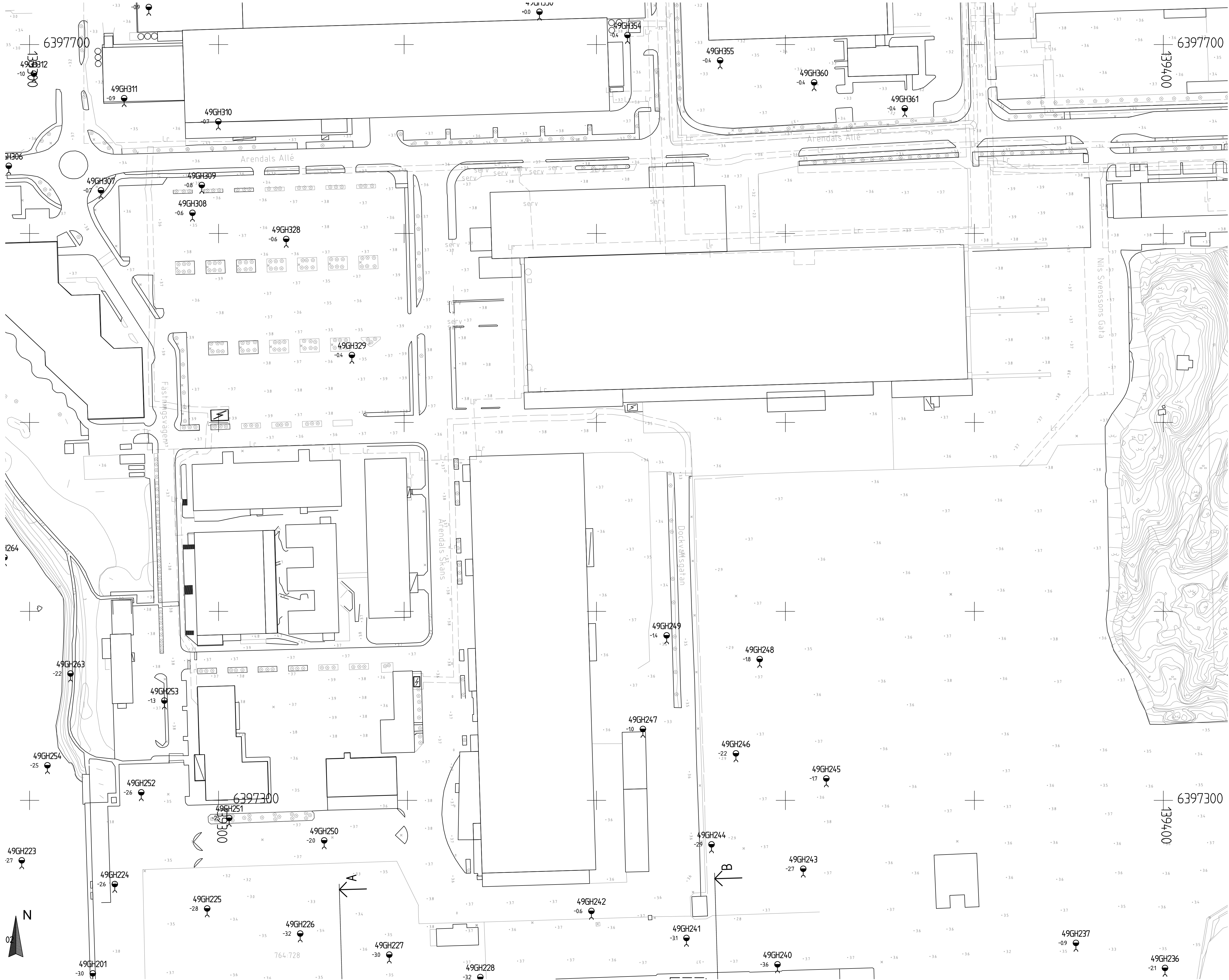
ANMÄRKNINGAR
Geoteknisk redovisning enligt SGF
beteckningssystem, version 2001:1 (för fullständig
beskrivning hänvisas till www.sgf.net).

WSP ansvarar ej för riktigheten av redovisade
sonderingar, provtagningar och
grundvattenobservationer utförda av andra konsulter
eftersom WSP inte har haft möjlighet att granska
underlag för dessa.

REVBET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	REVIDERINGSDATUM	SIGN
SITUATIONSPLAN			NORRPIL	
PROJEKTNUM	FÖRVALTNINGSOBJEKT		OBJEKT	
BATHANUMMER	LAGERSTRUKTUR		KOORDINATSYSTEM	
UPPDRAG		SR991200		
Färjeterminal Arendal				
UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV	HANDLÄGGARE/KONSTRUKTÖR		
1034.0372	P. Sjögren	J. Utas		
DATUM	ANSVARIG/GRANSKAD AV		TEKNOLOGI	
2023-06-16	U. Högsta		GEO	
INNEHÅLL				
KPL750 – KPL752				
BILAGA A.1				
ÖVERSIKT GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR				
PLAN				
SKALA		RITNINGSNUMMER		BET
A1 = 1:2000		KP75-G-1-001		A1
A3 = 1:4000				

REF: ..\Modell\49_PL_BH_1000.dwg ..\Modell\49_PL_BH_2000.dwg ..\Modell\49_PL_BH_1000.dwg ..\Modell\49_PL_BH_2000.dwg

LAGER: SB11



COORDINATSYSTEM

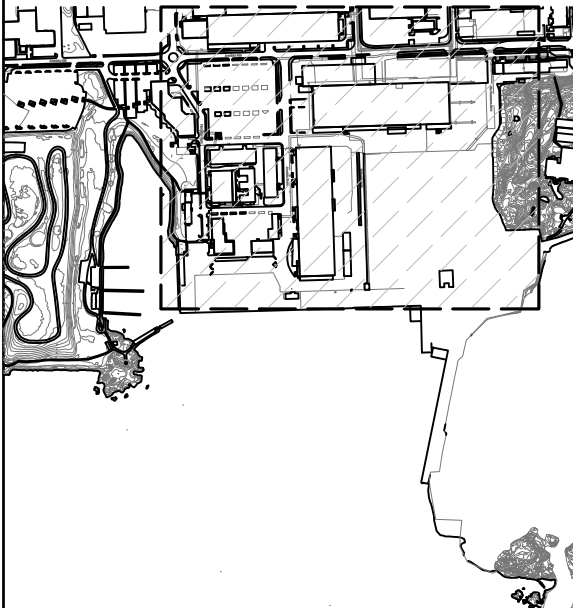
System i plan: SWEREF99 12 00
System i höjd: RH2000

ANMÄRKNINGAR

Geoteknisk redovisning enligt SGF
beteckningssystem, version 2001:1 (för fullständig
beskrivning hänvisas till www.sgf.net).

Sonderingar 49GHXXX utfördes 1939 med
komplettering 1949 av Göteborgs Hamn. Borrhålens
läge i plan har digitaliserats och höjdnivåer har
transformerats till RH2000. Borrhålens läge i plan
och höjd är osäker då det ej framgår på ritning i vilket
koordinat- eller höjdsystem som borrhålen är
redovisade.

WSP ansvarar ej för riktigheten av redovisade
sonderingar, provtagningar och
grundvattenobservationer utförda av andra konsulter
eftersom WSP inte har haft möjlighet att granska
underlag för dessa.

REVBET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	REVIDERINGSDATUM	SIGN
			DATUM	
 GÖTEBORGS HAMN				
SITUATIONSPLAN			NORRPIL	N
				
PROJEKTKOD		FÖRVALTNINGSOBJEKT	OBJEKT	
Bathan NUMBER		LAGERSTRUKTUR	KOORDINATSYSTEM	
UPPDRAG		SR991200		
Färjeterminal Arendal				
				
UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV	HANDLÄGGARE/KONSTRUKTÖR		
10340372	P. Sjögren	J. Utas		
DATUM	ANSVARIG/GRANSKAD AV	TEKNOLOGI		
2023-06-16	U. Högsta	GEO		
INNEHÅLL				
KPL750 – KPL752				
BILAGA A.2				
GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR				
PLAN				
SKALA	RITNINGSNUMMER			A1
A1 = 1:1000 A3 = 1:2000	KP75-G-1-002			BET

PLÖ: 2023-2-14 11:38 R:\334\3\1034\0372 - ARENDAL KPL 750-752\VL_CAD\GR\10DEF\KP75-G-IDWG SJÖGREN, PETER



UPPDRAGSNAMN
Dp Arendal hamnverksamhet

FÖRFATTARE
Ola Skepp

DATUM
2024-01-17

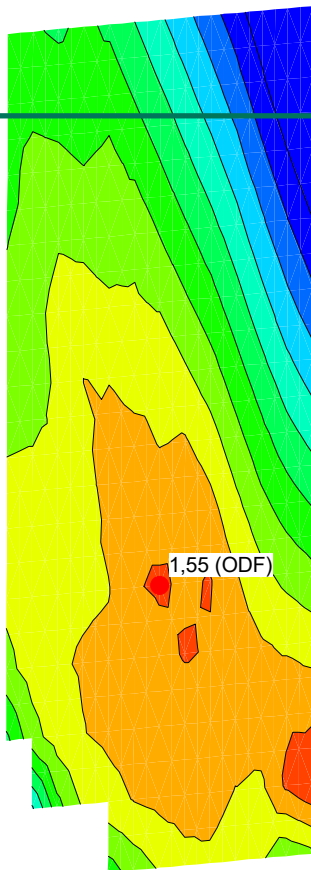
UPPDRAGSNUMMER
10340372

GRANSKARE
Urban Högsta

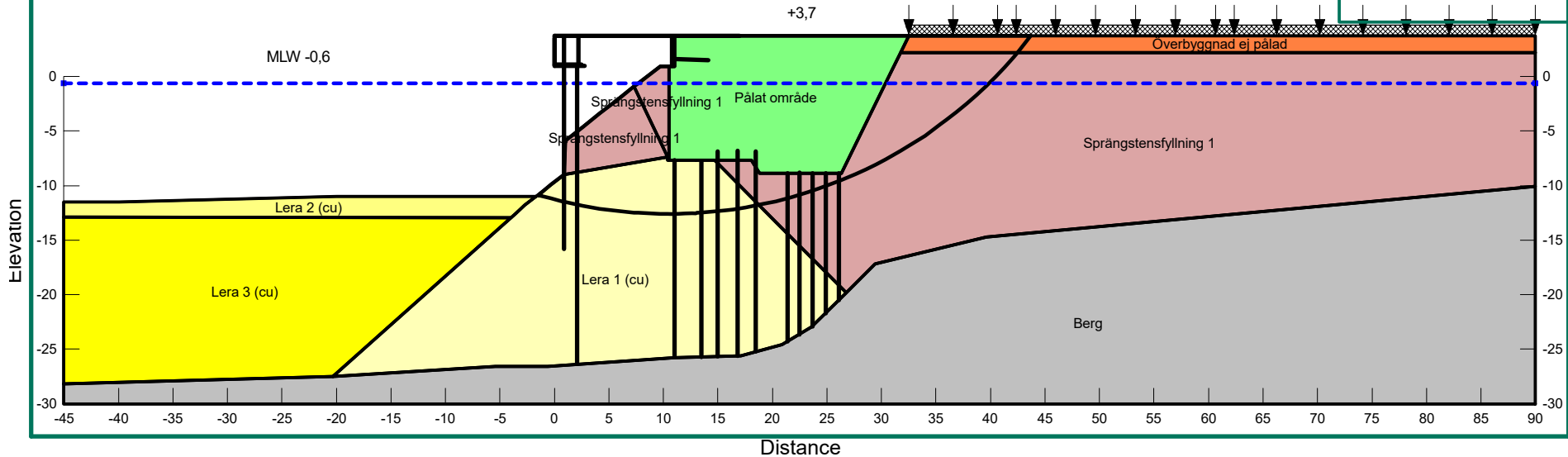
BILAGA B

Stabilitetsanalyser befintliga förhållanden

	
OBJEKT	Kpl 751
SKEDE	Förstudie
SEKTION	Sektion B
ANALYS	Odränerad analys
BESKRIVNING	*
UPPDRAG	Kpl 751-752, Arendal
UPPDRAGSNUMMER	10340372
BESTÄLLARE	Göteborgs Hamn AB
ANALYSDATA	Analystyp: EC7 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No) GW & portryck: Piezometric Line Glidtyr: Grid and Radius, Right to Left Senast sparad: 2023-03-07, 14:42:07 R10340372-Arendal Kpl 751-752, Beräkningsdata och diagram till Bilaga B, Sektion B, g02



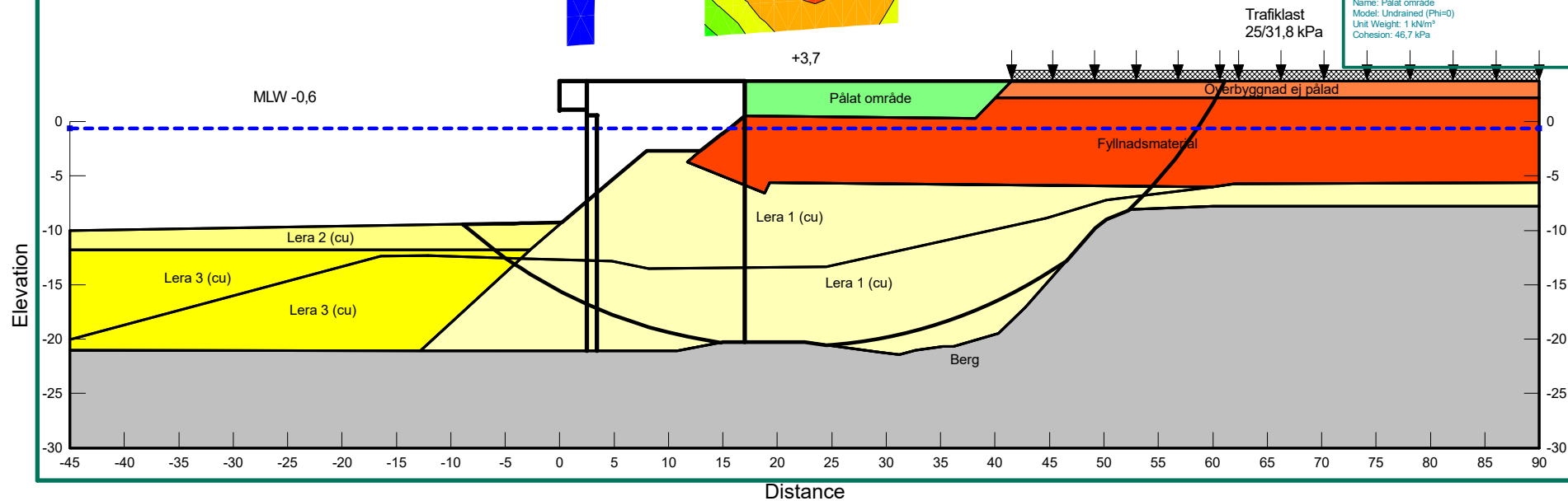
BILAGA	
SKALA	1:500
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR	
	Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)
	Name: Lera 1 (cu) Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 16 kN/m³ Cohesion: 20 kPa
	Name: Lera 2 (cu) Model: S-f(depth) Unit Weight: 15,5 kN/m³ C-Top of Layer: 3,5 kPa C-Rate of Change: 3,8 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
	Name: Lera 3 (cu) Model: S-f(depth) Unit Weight: 16 kN/m³ C-Top of Layer: 10,7 kPa C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
	Name: Överbyggnad ej pålad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 29,4 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
	Name: Pålät område Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 1 kN/m³ Cohesion: 46,7 kPa
	Name: Sprängstensfyllning 1 Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 21 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 38,8 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³



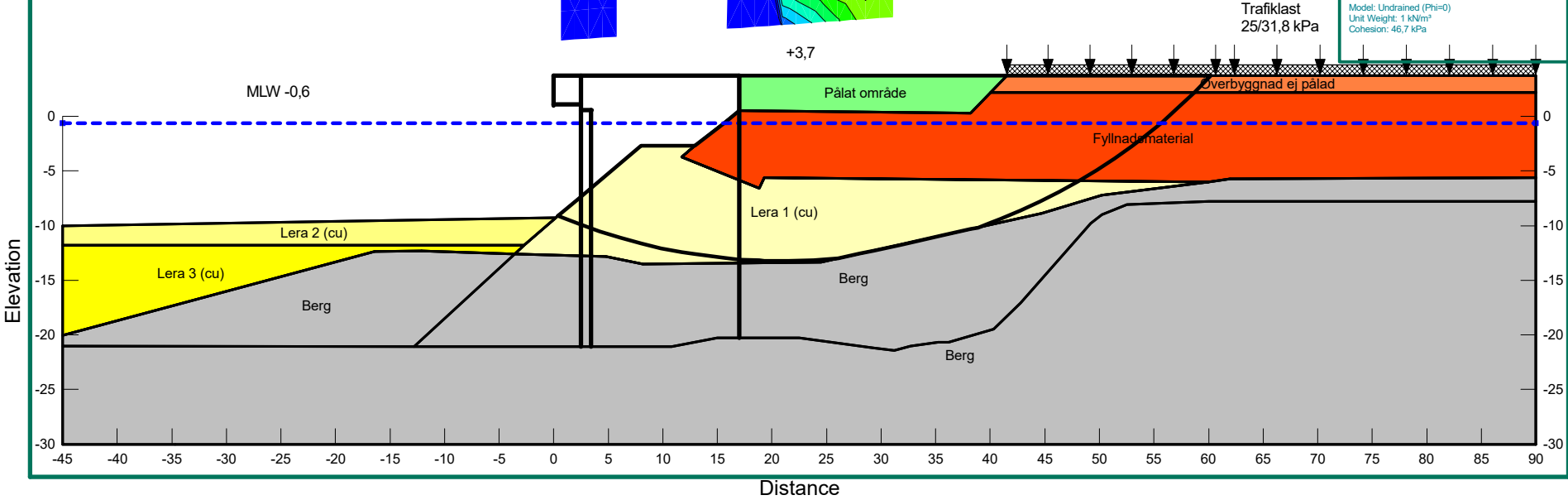
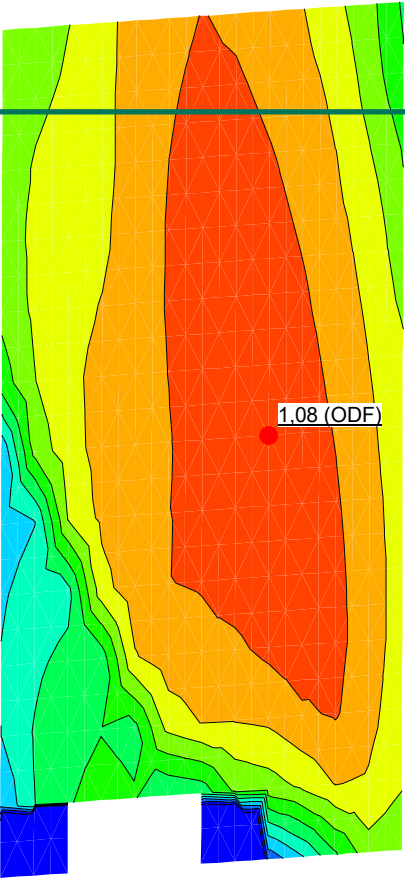
	
OBJEKT	Kpl 752
SKEDE	Förstudie
SEKTION	Sektion A
ANALYS	Odränerad analys
BESKRIVNING	*
UPPDRAG	Kpl 751-752, Arendal
UPPDRAGSNUMMER	10340372
BESTÄLLARE	Göteborgs Hamn AB
ANALYSDATA	Analystyp: EC7 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No) GW & portryck: Piezometric Line Gridtyor: Grid and Radius, Right to Left Senast sparad: 2023-03-08, 09:40:10 R10340372-Arendal Kpl 751-752_Beräkning av Odränerad Vattensättning för Kpl 752, Sektion A.gxd



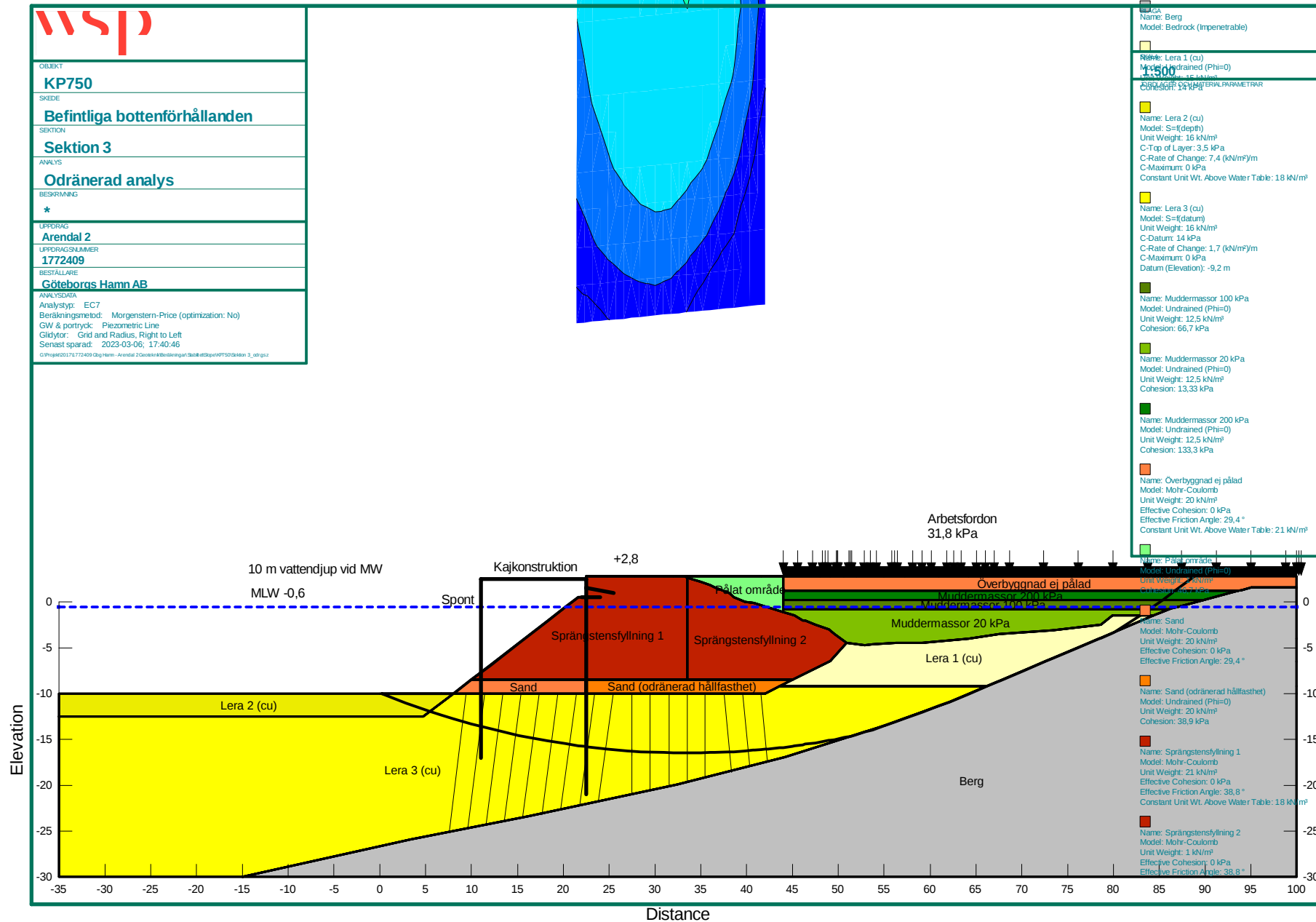
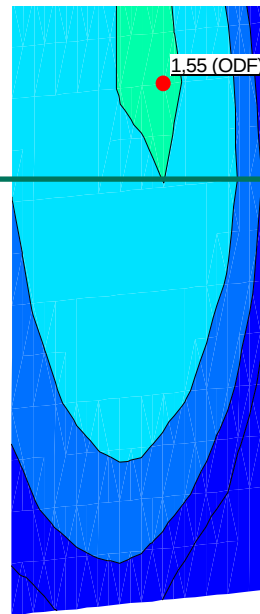
BILAGA
SKALA
1:500
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)
Name: Fyllnadsmaterial Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 29,4 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Lera 1 (cu) Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 16 kN/m³ Cohesion: 20 kPa
Name: Lera 2 (cu) Model: S=f(depth) Unit Weight: 15,5 kN/m³ C-Top of Layer: 3,5 kPa C-Rate of Change: 3,8 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
Name: Lera 3 (cu) Model: S=f(depth) Unit Weight: 16 kN/m³ C-Top of Layer: 10,7 kPa C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
Name: Överbyggnad ej pålad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 29,4 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Name: Pålat område Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 1 kN/m³ Cohesion: 46,7 kPa




OBJEKT
Kpl 752
SKEDE
Förstudie
SEKTION
Sektion A
ANALYS
Odränerad analys (hög bergmodell)
BESKRIVNING
*
UPPDRAG
Kpl 751-752, Arendal
UPPDRAGSNUMMER
10340372
BESTÄLLARE
Göteborgs Hamn AB
ANALYSDATA
Analystyp: EC7
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Gidtylor: Grid and Radius, Right to Left
Senast sparad: 2023-03-08, 09:40:10
R10340372-10340372-Arendal Kpl 751-752_Beräkning av Odränerad Hög Bergmodell HP 752, Sektion A.gxd



BILAGA
SKALA
1:500
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR
 Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)
 Name: Fyllnadsmaterial Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 29,4 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 Name: Lera 1 (cu) Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 16 kN/m³ Cohesion: 20 kPa
 Name: Lera 2 (cu) Model: S=f(depth) Unit Weight: 15,5 kN/m³ C-Top of Layer: 3,5 kPa C-Rate of Change: 3,8 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
 Name: Lera 3 (cu) Model: S=f(depth) Unit Weight: 16 kN/m³ C-Top of Layer: 10,7 kPa C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m C-Maximum: 0 kPa
 Name: Överbyggnad ej pålad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m³ Effective Cohesion: 0 kPa Effective Friction Angle: 29,4 ° Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
 Name: Pålät område Model: Undrained (Phi=0) Unit Weight: 1 kN/m³ Cohesion: 46,7 kPa





UPPDRAGSNAMN
Dp Arendal hamnverksamhet

FÖRFATTARE
Ola Skepp

DATUM
2024-01-17

UPPDRAGSNUMMER
10340372

GRANSKARE
Urban Högsta

BILAGA C

Stabilitetsanalyser ny anläggning

wsp

OBJEKT

Kpl 752

SKEDE

Förstudie

SEKTION

Sektion A

ANALYS

Odränerad analys (Utökat bankpåleområde)

BESKRIVNING

*

UPPDRAG

Kpl 751-752, Arendal

UPPDRAGSNUMMER

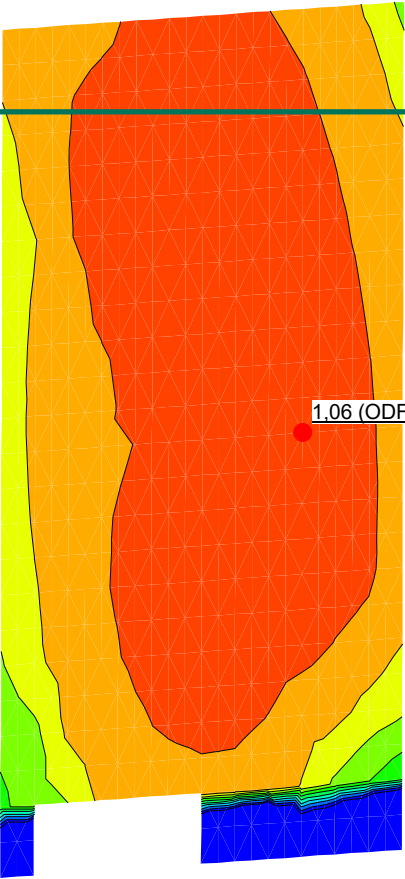
10340372

BESTÄLLARE

Göteborgs Hamn AB

ANALYSDATA

Analystyp: EC7
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Gidtyor: Grid and Radius, Right to Left
Senast spärat: 2023-03-08, 10:20:05
R:\343\10340372 - Arendal Kpl 751-752\Beredning\Odränerad\GöteborgsHamn10340372_Sektion A - Utökat bankpåleområde.gis



BILAGA

SKALA

1:500

JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 29,4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Lera 1 (cu)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 20 kPa

Name: Lera 2 (cu)
Model: S-f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Top of Layer: 3,5 kPa
C-Rate of Change: 3,8 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa

Name: Lera 3 (cu)
Model: S-f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Top of Layer: 10,7 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa

Name: Överbyggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 29,4 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Name: Pålat område
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 46,7 kPa

MLW -0,6

Utökat bankpåleområde

20 m

Trafiklast 25/31,8 kPa

Pålat område

Fyllnadsmaterial

Lera 1 (cu)

Lera 2 (cu)

Lera 3 (cu)

Berg

Elevation

Distance

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 13033
412 50 Göteborg
Besök: Fabrikstorget 1

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

