

Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj PM Geoteknik

Del av Genomförandestudie och Detaljplan
Mars 2024



Titel: Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj, PM Geoteknik

Dnr: EXF-2023-01034

Exploateringsförvaltningen, Göteborgs stad, 031-365 00 00

Organisationsnummer: 212000-1355

www.goteborg.se/exploateringsforvaltningen

exploatering@exploatering.goteborg.se

Status på dokumentet: Underlag till samråd detaljplan, 2024-03-28

Ansvariga tjänstemän: Johanna Lennmalm, Exploateringsförvaltningen

Framsidesbild: Copyright Göteborgs Stad

Konsultbolag som anlitats av Exploateringsförvaltningen: Sweco

Uppdragsnummer Sweco: 30054710

Uppdragsansvarig: Javad Hodayoun

Författare: Johanna Blomqvist och Malin Gustafsson

Granskare: Ann-Louise Elliot

FÖRORD

Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj planeras i syfte att stärka det hållbara resandet samt öka kontakten mellan norra och södra älvstranden i centrala Göteborg genom att etablera en ny fast förbindelse över Göta älv. Bron finns beskriven i Göteborgs Stads översiktsplan från 2022 och är prioriterad i kommunfullmäktiges budget för år 2023. Bron bidrar både till Göteborgs Stads måluppfyllelse inom trafik- och resande och är en bärande del i att stadskärnan ska kunna växa över älven till en mer sammankopplad, nära och robust storstad.

Göteborgs Stad har tidigare planerat för en gång- och cykelbro över Göta älv mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj. 2009 fastställde Mark- och miljööverdomstolen ett beslut om att inte godkänna ansökan om vattenverksamhet. Sedan dess har förutsättningarna förändrats, bland annat att Frihamnen inte längre klassas som riksintresse. 2021 beslutade kommunfullmäktige att åter planera för en gång- och cykelbro med samma brosträckning. Arbetet pågår nu inom Göteborgs Stad med framtagande av en detaljplan, en genomförandestudie (GFS) och av en miljödomsansökan för gång- och cykelbron.

Under år 2022 upphandlade Göteborgs Stads Exploateringsförvaltning konsulten Sweco för framtagande av utredningar och underlag som ska ligga till grund för ovan nämnda handlingar inför kommande beslut om byggnation av gång- och cykelbron.

SAMMANFATTNING

Sweco har på uppdrag för Göteborgs Stads Exploateringsförvaltning tagit fram utredningar och underlag som bland annat ska ligga till grund för miljödomsansökan, detaljplan och för kommande beslut om byggnation av en gång- och cykelbro över Göta älv mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj.

Föreliggande utredning är framtagen för att utgöra ett planeringsunderlag för framtagande av genomförandestudie (GFS), miljödomsansökan samt *Detaljplan för gång- och cykelbro över Göta Älv inom stadsdelarna Nordstaden, Tingstadsvassen och Lundbyvassen*. Dokumentet har till syfte att beskriva de geotekniska förutsättningarna för planerad gång- och cykelbro mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj samt ge en översiktlig geoteknisk bedömning gällande eventuella geotekniska förstärkningsåtgärder.

Generellt på landsidorna utgörs jorden av fyllnadsmaterial som underlagras av lera med stor mäktighet. Tidigare utförda sonderingar visar ett djup till berg på mellan cirka 42 och 57 meter vid kaj vid Packhusplatsen, och vid Hugo Hammars kaj är sonderingar avbrutna i lera på mellan cirka 90 och 110 meters djup vilket innebär att djupet till fastare friktionsjord eller berg inte är verifierad.

Stabiliteten för befintliga eller planerade förhållanden är inte tillfredställande vare sig inom Packhuskajen eller i direkt anslutning till Hugo Hammars kaj och stabilitetshöjande åtgärder kommer krävas för att anläggningen ska uppnå tillräcklig säkerhet mot stabilitetsbrott. Göteborgs Stad driver parallellt ett projekt med renovering av kanalmurar. Enligt gällande tidplan kommer renovering av kanalmurar ha inkluderat de geotekniska förstärkningsåtgärder som krävs för kaj vid Packhusplatsen. I de fall att förstärkningsåtgärder inte har utförts erfordras stabilitetshöjande åtgärder i form av att en tryckbank i älven anläggs i kombination med att bankmaterialet i gång- och cykelvägen ersätts med lättfyllning.

Vid Hugo Hammars kaj inom området närmast Stapelkajen/Pråmkajen krävs åtgärder för att förbättra befintlig stabilitet och utifrån utförda beräkningar rekommenderas att gång- och cykelvägen grundläggs med påldäck/bankpålning i anslutning till planerat landfäste. Förstärkningen med påldäck/bankpålning behöver utföras för en sträcka från befintlig kajkant (Stapelkajen/Pråmkajen) och 25 meter in bakom kajen. Om gång- och cykelvägen placeras minst 50 meter från befintlig kajkant på Hugo Hammars kaj samtidigt som befintliga höjder både på marken och i älven behålls och inga belastningar påförs är stabiliteten tillräckligt god för att uppfylla kraven för planerad anläggning. Gång- och cykelvägens anslutning till planerad lokalgata (Pumpgatans förlängning) och stabilitetsförhållanden i anslutning till planerad lokalgata kommer att studeras i ett senare skede.

För grundläggning av landfästena vid Hugo Hammars kaj, Packhuskajen samt stöden till den öppningsbara delen föreslås pälgrupper med en kombination av vertikala och lutande pålar. Vid kajerna kan mantelburna pålar användas medan vid den öppningsbara delen förespråkas spetsbärande pålar.

Det pågår sättningar på båda landsidorna och leran bedöms vara normal- till underkonsoliderad inom områdena vilket innebär att all tillskottsbelastning från exempelvis nya uppfyllnader kommer att medföra att både sättningarnas storlek och hastighet tilltar. Framtida markbelastningar skulle kunna orsaka skadliga sättningar på såväl befintliga kajer, byggnader och ledningar. Ytterligare markbelastningar behöver därför undvikas och alla tillkommande permanenta laster och eventuella uppfyllnader lastkompenseras fullt ut. Sättningsreducerade åtgärder kan till exempel vara påldäck, bankpålning eller lättfyllning.

Erosionsskydd kan komma att behöva anläggas i anslutning till brostöd för att trygga stödets grundläggning och undvika urspolning under eller kring brostöd.

I bygghandlingsskede kan ytterligare geotekniska undersökningar bli aktuella i lägen för planerade brostöd både vid landfästena och i Göta älv för att klarlägga förutsättningarna i detalj.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Syfte och avgränsning	7
1.2	Planerad anläggning	7
1.3	Underlag för utredningen	8
2	Utförda undersökningar	9
2.1	Tidigare utförda undersökningar	9
2.2	Nu utförda undersökningar	9
3	Styrande dokument	10
4	Befintliga förhållanden	11
4.1	Topografiska förhållanden	11
4.2	Befintliga konstruktioner	11
4.3	Befintliga ledningar	19
5	Geotekniska förhållanden	20
5.1	Packhuskajen	20
5.2	Göta älv	23
5.3	Hugo Hammars kaj	25
6	Markradonförhållanden	31
7	Erosionsförhållanden	32
8	Geotekniska rekommendationer	33
8.1	Stabilitet	33
8.2	Sättningar	33
8.3	Kompletterande undersökningar	34
9	Referenser	35

Bilaga 1	Jordarts- och jorrdjupskarta (SGU)
Bilaga 2	Tolkad jordlagerföljd
Bilaga 3	Beräknings-PM
Bilaga 4	Konsolideringsdiagram

1 INLEDNING

1.1 Syfte och avgränsning

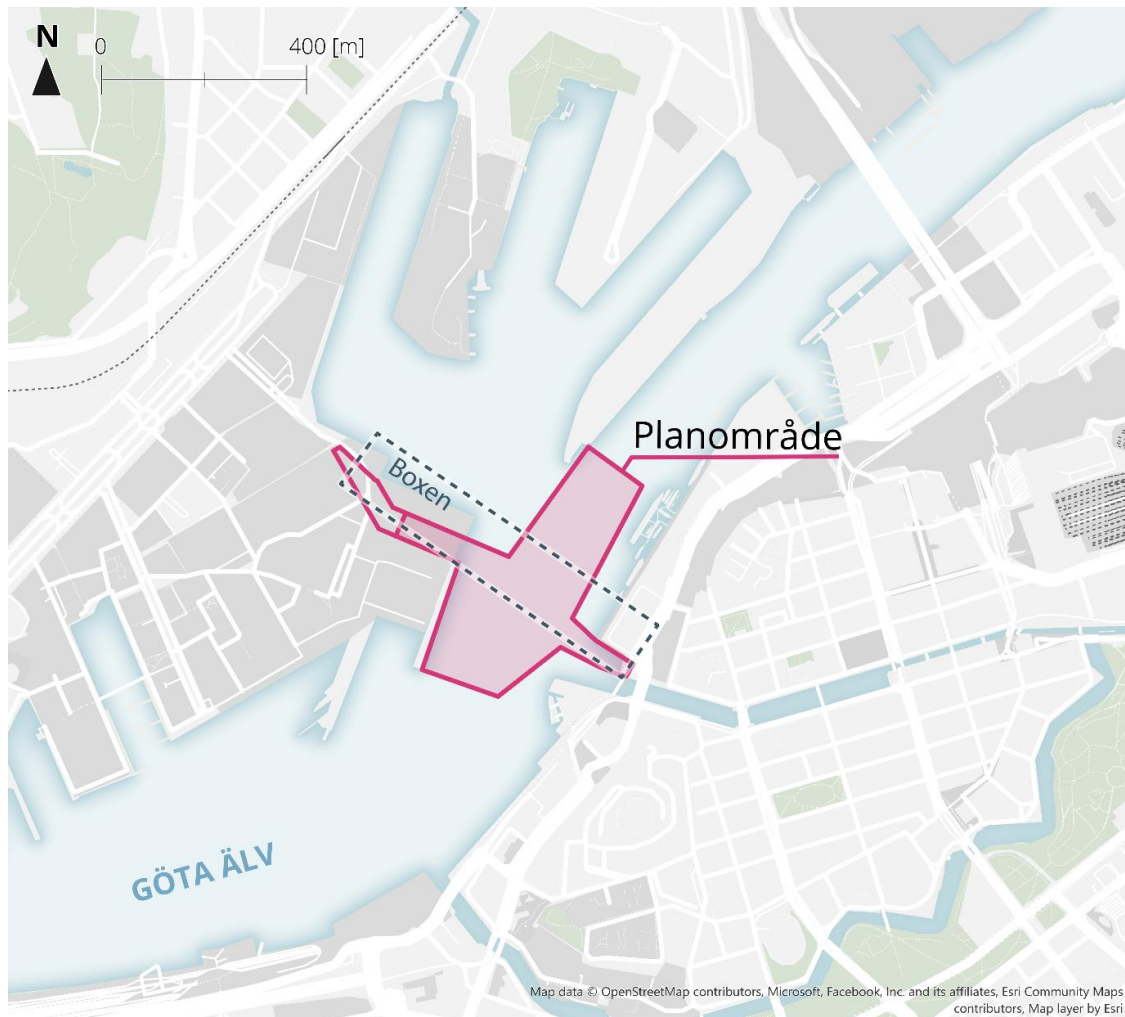
Detta dokument har till syfte att beskriva de geotekniska förutsättningarna för den planerade gång- och cykelbron mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj. Syftet är även att ge en översiktlig geoteknisk bedömning gällande eventuella geotekniska förstärkningsåtgärder.

1.2 Planerad anläggning

Arbetet med den planerade gång- och cykelbron omfattar utredningar som utgör underlag till en genomförandestudie, miljödömsansökan samt *Detaljplan för gång- och cykelbro över Göta Älv inom stadsdelarna Nordstaden, Tingstadsvassen och Lundbyvassen*. Syftet med detaljplanen är att säkerställa tillgång till allmän plats för anläggande av en gång- och cykelbro inklusive erforderliga skyddsåtgärder i vatten samt brons anslutningar till omkringliggande vägnät. Ytan inom detaljplanen regleras dels som vattenområde dels som allmän plats.

Göteborgs Stads kommunfullmäktige beslutade 2021, i enlighet med Trafiknämndens förslag från 2021, att utreda en gång- och cykelbro mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj. I beslutet pekades ett geografiskt område ut för möjlig placering av bron. Området redovisas i Figur 1 och benämns inom projektet för boxen. I samma figur redovisas även det föreslagna planområdet för gång- och cykelbron. All mark och vatten som kan komma att tas i anspråk eller få en direkt påverkan omfattas av planområdet. Den planerade gång- och cykelbron är cirka 400 meter lång och cirka 10 meter bred. Projektet omfattar också cirka 150 meter, respektive 20 meter gång- och cykelväg på Norra respektive Södra Älvstranden.

Inom planområdet har åtgärder och konsekvenser inte hanterats för 200 meter längst i väster. Samordning pågår med Älvstranden Utveckling och det pågående projektet med den planerade industrivägen i området.



Figur 1. Kartbild över detaljplanområde (röd linje) samt det geografiska området benämnt boxen (streckad linje). Den del av planområdet i väster som saknar fyllnadsfärg avser område som inte utretts med avseende på åtgärder och konsekvenser.

Geotekniska inventeringar analyser och undersökningar har utförts inom ett område som i princip sammanfaller helt med planområdet och boxen enligt Figur 1. På Hugo Hammars kaj har analyser även gjorts kring korsningen Valdemar Noréns gata och Anders Carlssons gata, vilket ligger i utkanten av det område som utgörs av boxen.

1.3 Underlag för utredningen

Som underlag för utredningen har nedanstående underlagsmaterial nyttjats:

- Sveriges geologiska undersökningar (SGU):s jordarts- och jorrdjupskarta (www.sgu.se)
- Batymetri från sjömätning Göta älv 2022 (Göteborgs Hamn)
- Fastighetskarta från Stadsbyggnadsförvaltningen mottaget 2023-06-09
- Baskarta från Stadsbyggnadsförvaltningen, mottaget 2023-06-09
- Höjddata från Stadsbyggnadsförvaltningen, mottaget 2023-06-09
- Detaljplan för gång- och cykelbro över Göta älv daterad 2007-03-20
- Tillståndsansökan för gång- och cykelbro över Göta älv, daterad 2007-02-28

2 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

2.1 Tidigare utförda undersökningar

En geoteknisk inventering har utförts i syfte att samla in tidigare utförda geotekniska underlag. Tidigare utförda geotekniska undersökningar och handlingar har eftersökts hos:

- Geoarkivet Stadsbyggnadsförvaltningen (SBF), Göteborgs Stad (www.goteborg.se)
- Swecos arkiv
- Jordarts- och jorddjupskarta från SGU, (www.sgu.se)
- Älvstranden Utveckling (Fastighetsaktiebolaget Fribordet)

Från SBF:s geoarkiv och Sweco:s arkiv har geotekniska handlingar och ritningar från och med 1973 och fram till 2022 erhållits. Handlingar från åren 2022 och 2023 har även erhållits från Norconsult och Älvstranden Utveckling (Fribordet). Handlingarna som erhållits är marktekniska undersökningsrapporter, geotekniska utlåtanden, laboratorieresultat och ritningar som redovisar utförda undersökningar etcetera. Relevanta handlingar och ritningar som valts ut för aktuell GFS och detaljplan redovisas i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö* (Sweco, 2024-03-28). Underlag som inte ligger inom aktuellt område/sträcka eller har undermålig kvalitet (svårlästa, otydligt scannade etcetera) har valts bort och redovisas inte.

Utöver erhållna handlingar har även jordarts- och jorddjupskartor från Sveriges geologiska undersökning (www.sgu.se) nyttjats för översiktliga jordlager och jorddjup. Dessa kartor redovisas i Bilaga 1.

2.2 Nu utförda undersökningar

Utförda undersökningar inom ramen för detta projekt redovisas i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö, Gång- och cykelbro Packhuskajen – Hugo Hammars kaj* (Sweco, 2024-03-28).

3 STYRANDE DOKUMENT

För uppdraget gäller styrande dokument enligt Tabell 1.

Tabell 1. Sammanställning av styrande dokument för uppdraget.

Benämning	Namn
Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner – Del 1: Allmänna regler	EN 1997-1:2005
Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner – Del 2: Marktekniska undersökningar	EN 1997-2:2007
TRVINFRA-00230 KRAV Geokonstruktion, Dimensionering och utformning	TRVINFRA-00230 KRAV v2.0
TRVINFRA-00229 Geokonstruktion, Administrativa regler	TRVINFRA-00229 v1.0
Teknisk Handbok, TH2022:3, publicerad 2023-01-03	TH2022:3
Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder	TSFS 2018:57

För uppdraget har i tillämpliga delar även dokument enligt Tabell 2 använts.

Tabell 2. Sammanställning av vägledande dokument för uppdraget.

Benämning	Namn
TRVINFRA-00230 KRAV med RÅDSTEXT Geokonstruktion, Dimensionering och utformning	TRVINFRA-00230 KRAV med RÅDSTEXT v2.0
IEG Tillämpningsdokument Grunder	Rapport 2:2008, Rev 3
IEG Tillämpningsdokument Pålgrundläggning	Rapport 8:2008, Rev 3
IEG Tillämpningsdokument Slänter och bankar	Rapport 6:2008, Rev 1

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografiska förhållanden

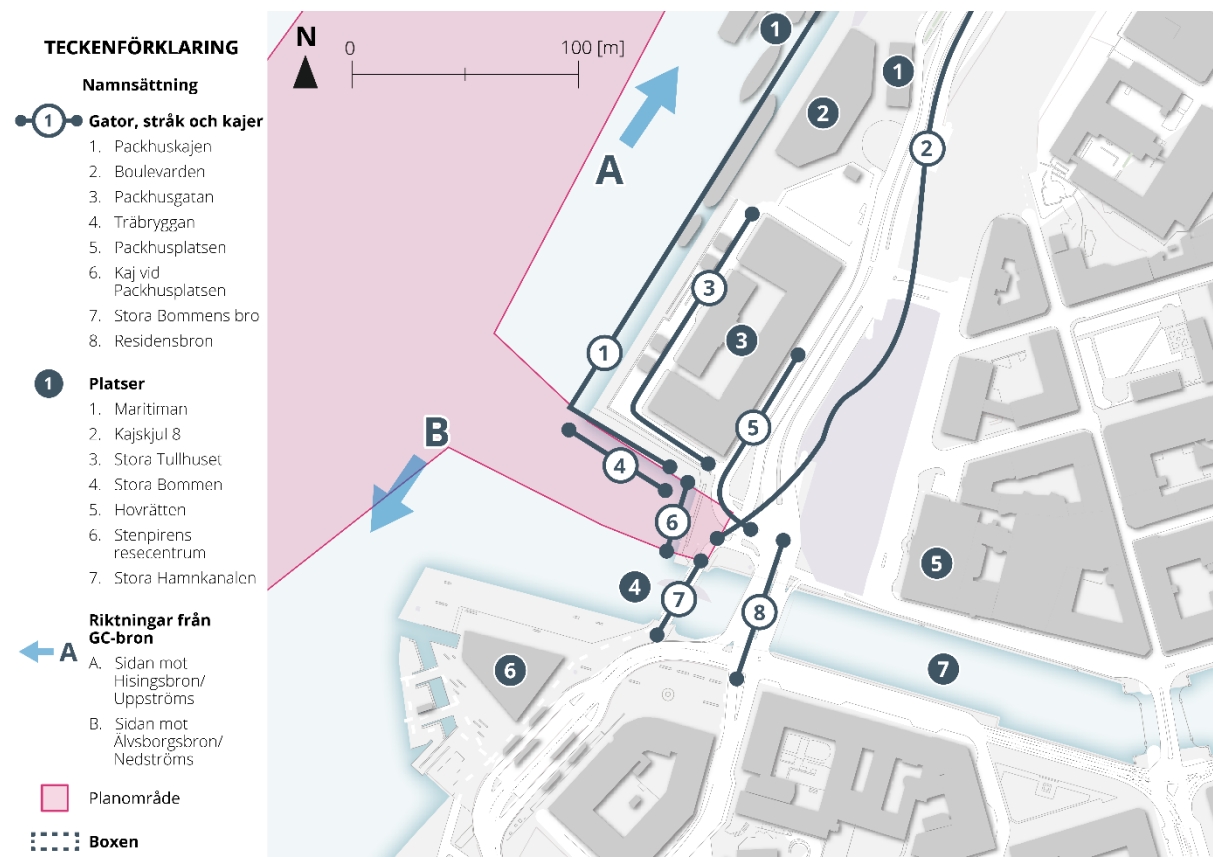
Marknivån på den östra sidan om älven varierar mellan nivå cirka +1 och +2 och marknivån på den västra sidan av älven ligger på cirka +2.

4.2 Befintliga konstruktioner

Befintliga konstruktioner redovisas i sin helhet i *PM Befintliga kajer* (Sweco, 2024-03-28).

4.2.1 Packhuskajen

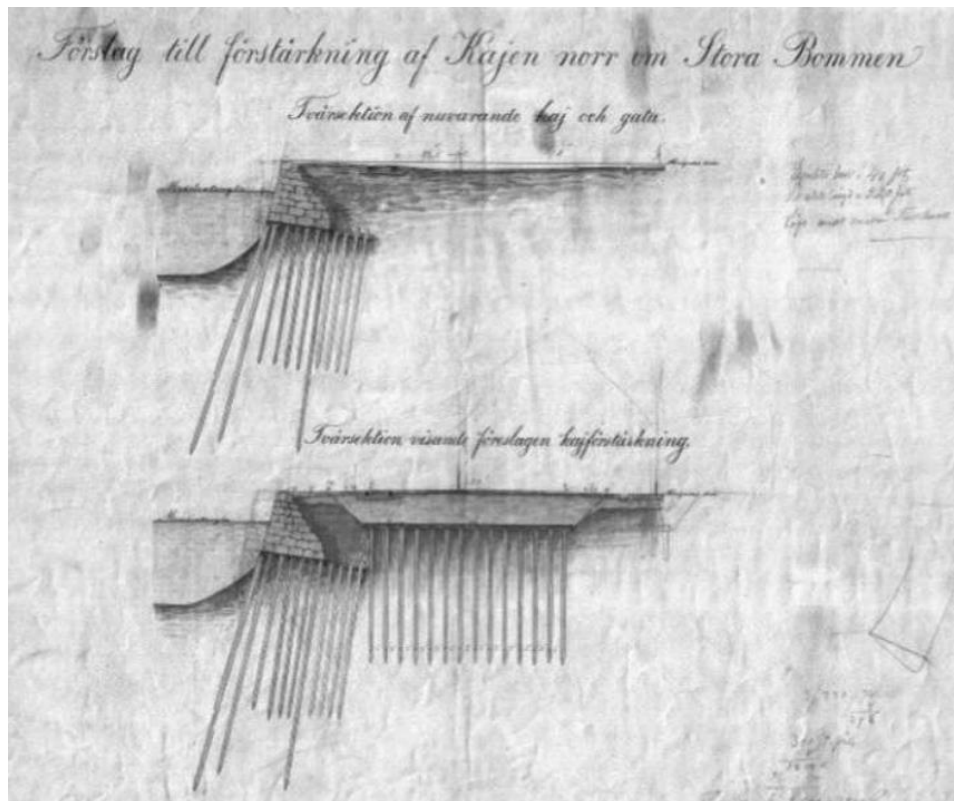
Kajerna som är belägna på östra sidan om älven redovisas i Figur 2. De kajer som i huvudsak är aktuella och kan påverkas av projektet är de som beskrivs nedan. Inom området finns gamla kajkonstruktioner, vars byggnadsår inte framgår på de ritningar som finns att tillgå. Kajområdet är sedan tidigare delvis förstärkt och ombyggnader är utförda i olika skeden.



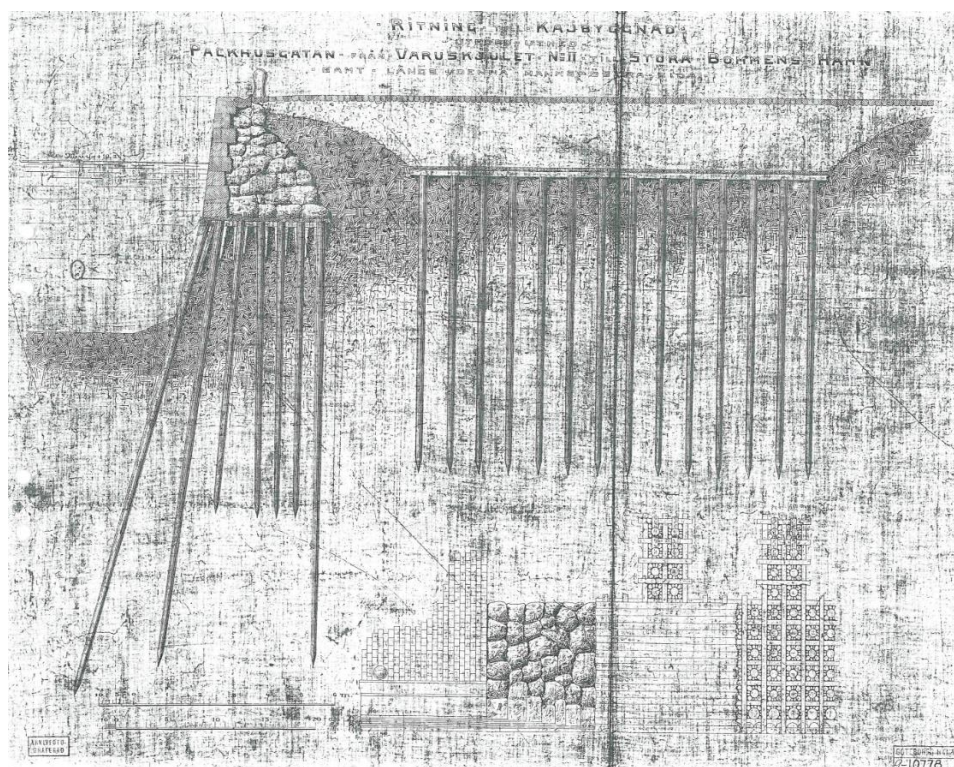
Figur 2. Planöversikt av kajer belägna på östra sidan om älven.

PACKHUSKAJEN

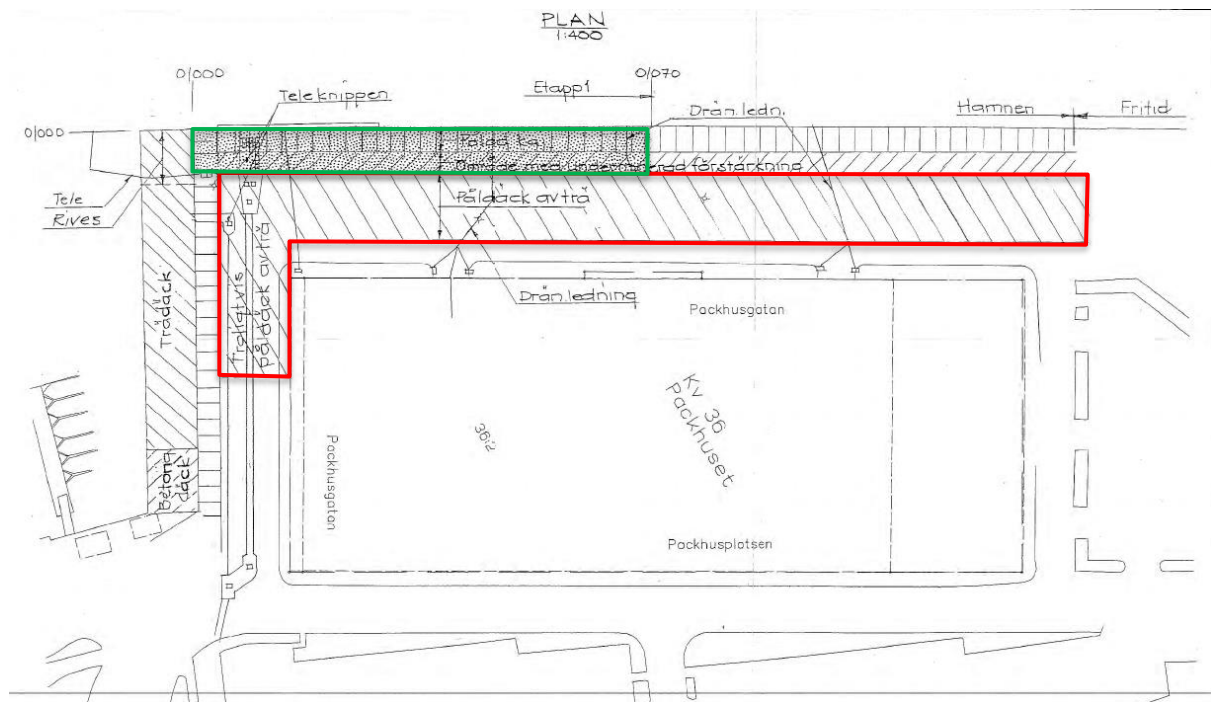
Packhuskajen går i vinkel runt Stora Tullhuset och dess sträckning redovisas längs linje 1 i Figur 2. Området består av kajkonstruktioner som delvis är förstärkta. Den ursprungliga kajkonstruktionen var utformad med en träpålade stenmur med bakomliggande fyllning i enlighet med övre figuren med föreslagen kajförstärkning i Figur 3. I ett senare skede antas också att delar av kajen (enligt röd markering i Figur 5) har förstärkts med ett påldäck av trä enligt nedre delen av Figur 3 och Figur 4.



Figur 3. Förslag till förstärkning av kaj norr om Stora Bommen. (Sweco, 2020-12-01).

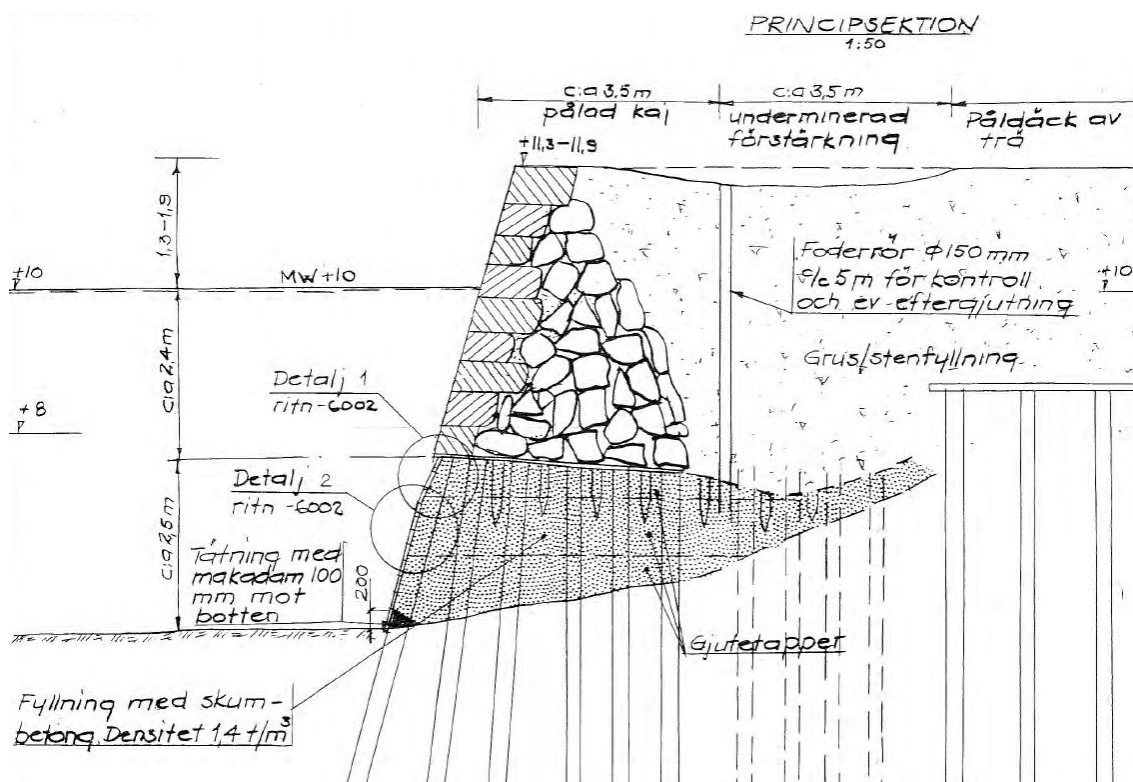


Figur 4. Trolig utformning av kajkonstruktion mellan Stora Bommen och förbi Stora Tullhuset. (Sweco, 2020-12-01).



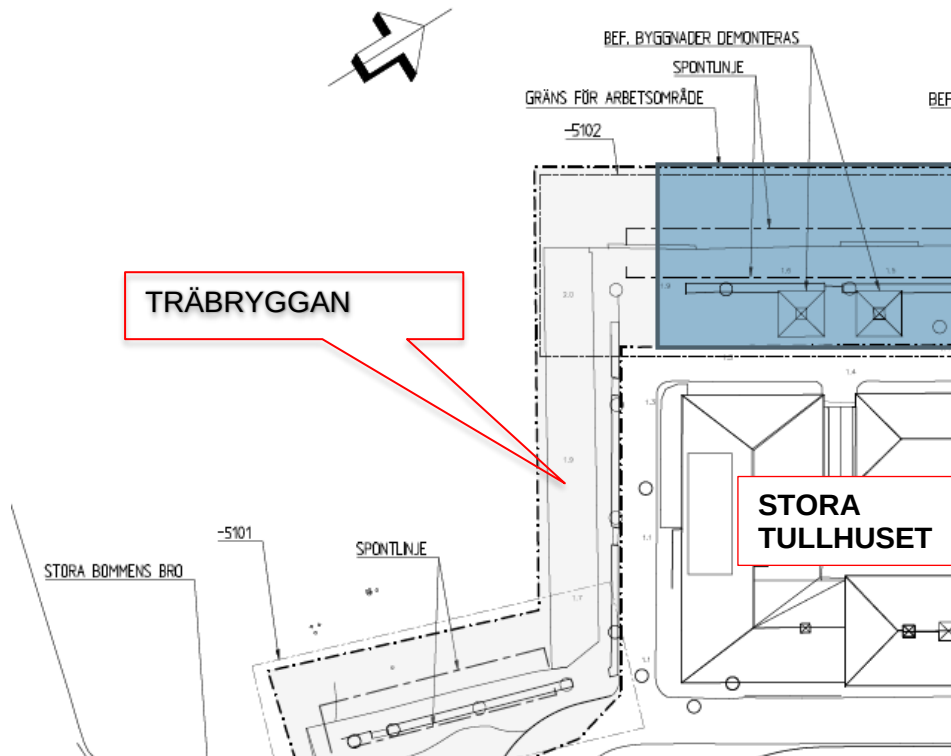
Figur 5. Planritning över förstärkning vid Packhuskajen. Den nedre markeringen (röd) avser förstärkning med ett påldäck av trä. Den övre markeringen (grön) avser förstärkning utförd med skumbetong kring de övre delarna av träpålarna. (Gatubolaget, 1997-10-22).

I slutet av 1990-talet utfördes förstärkning med skumbetong kring övre delen av kajens pålgrundläggning för den del av Packhuskajen som ligger ytterst (förlängning av kaj längs med älven) (Gatubolaget, 1997-10-22). Förstärkningen redovisas i plan i Figur 5 och principskiss redovisas i Figur 6.



Figur 6. Sektionsritning av förstärkning vid Packhuskajen. (Gatubolaget, 1997-10-22).

Med start år 2020 utfördes ytterligare renovering av Packhuskajen, dock förstärktes inte kajområdet längs träbryggan och inte heller i kajområdet vid hörnet mot kanalen (9 m närmast träbryggan), se Figur 7. Kajen förstärktes med nya stålörspålar i två rader, växelvis framåtlutande och bakåtlutande, under ny bottenplatta och kajmur i armerad betong. I samband med förstärkningsarbetet utfördes en stabilitetsutredning som visade att kajerna inte var stabila om muddring i närliggande älvbotten utförs (Sweco, 2020-12-01).



Figur 7. Översiktsplan Packhuskajen (Sweco, 2019-11-01) med markeringar. Markerat området i det övre högra hörnet (blå) förstärktes år 2020.

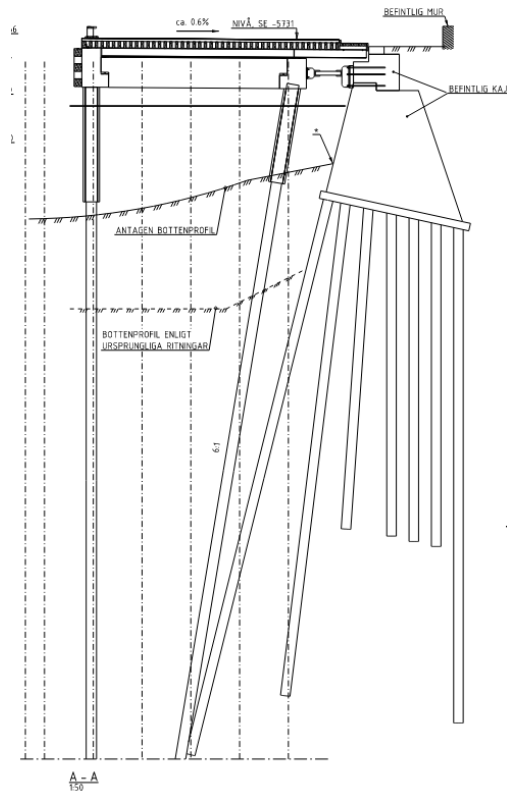
Marknivåerna på Packhuskajen utmed Stora Tullhuset (nr 1 i Figur 2) planeras att ligga kvar på befintliga nivåer, det vill säga marken kommer inte höjas i samband med anpassningar till den nya gång- och cykelbron.

Packhuskajen har bedömts vara i godtagbart skick utifrån dagens laster och tillåten muddring (Trafikkontoret, Göteborgs stad, 2021-01-29) men kajen har inte dimensionerats för att klara laster från landfäste från en ny bro eller tillhörande gång- och cykelväg.

TRÄBRYGGAN

År 2014 byggdes en ny träbrygga framför Packhuskajens södra del, med en sträckning som redovisas med linje 4 i Figur 2. Träbryggan ersatte då en äldre träbrygga som revs. Packhuskajen som är belägen bakom träbryggan förstärktes dock inte (Sweco, 2019-11-01). Även den västra delen av Packhuskajen (9 m närmast träbryggan) utelämnades när kajen förstärktes år 2020.

Träbryggan är uppbyggd med en träfarbana på längsgående och tvärgående betongbalkar som i sin tur är grundlagda på betongpålar som i övre delen har isskydd av plåt. Träbryggan är dimensionerad för de laster som är förknippade med en placering av en gång- och cykelbro här, men den skulle sannolikt behöva breddas, höjas och förses med en mer halksäker beläggning för att bron ska kunna ansluta på bryggan. Träbryggans befintliga utformning redovisas i Figur 8.



Figur 8. Sektionsritning över äldre befintlig Packhuskaj till höger och till vänster med tillbyggd träbrygga 2014 (ÅF Infrastructure AB, 2014-04-15). Streckade linjer markerar lägen för pålar tillhörandes den gamla träbryggan vars grundläggning delvis har rivits.

KAJ VID PACKHUSPLATSEN

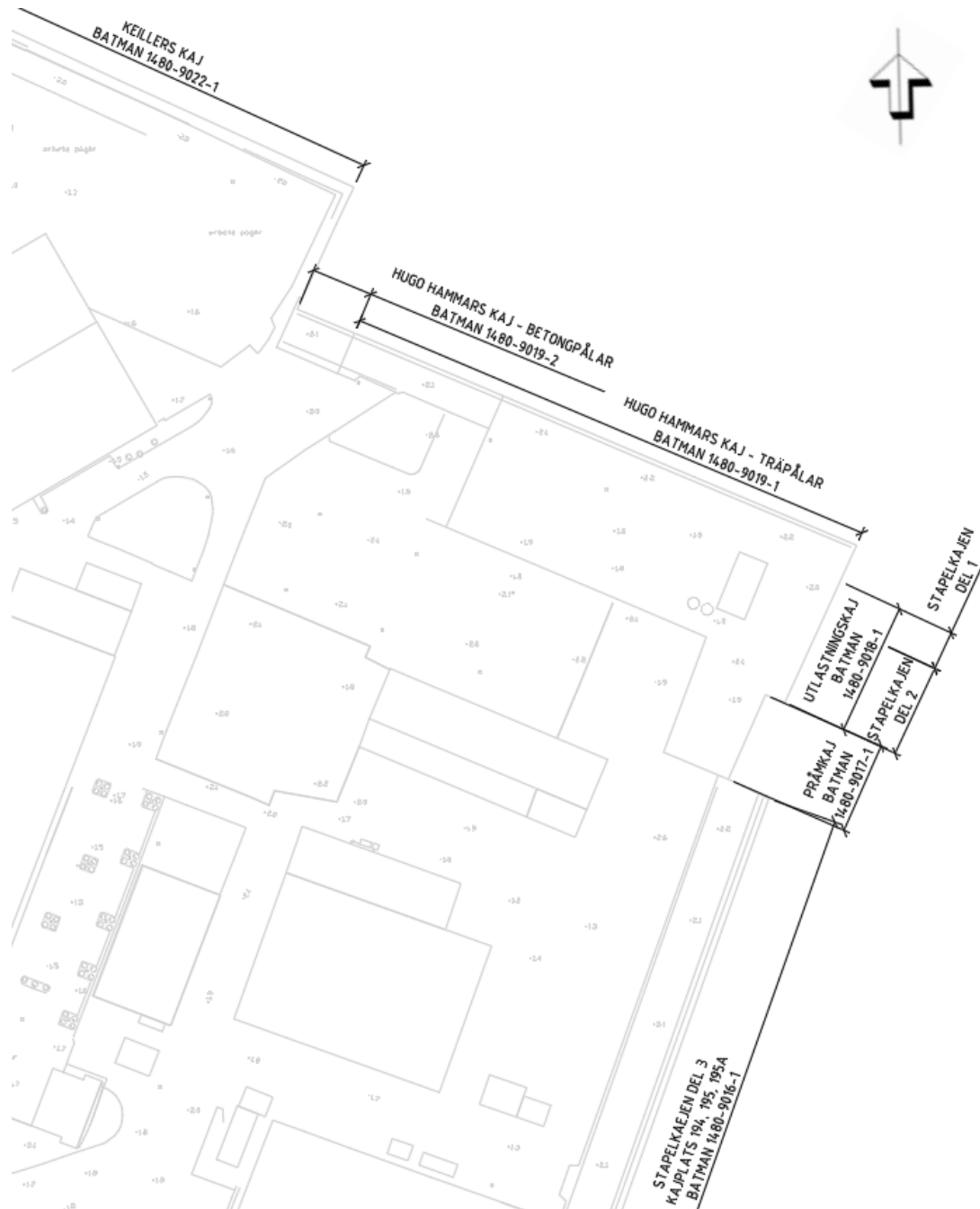
Kajen vid Packhusplatsen är en stenmur med bakomliggande fyllning. Troligen är den grundlagd på rustbädd och träpålar likt Packhuskajen bakom träbryggan, se övre delen i Figur 3.

Marknivåerna i området innanför kajen vid Packhusplatsen (nr 6 i Figur 2) planeras till +2,3, vilket innebär en höjning med knappt 0,5 meter.

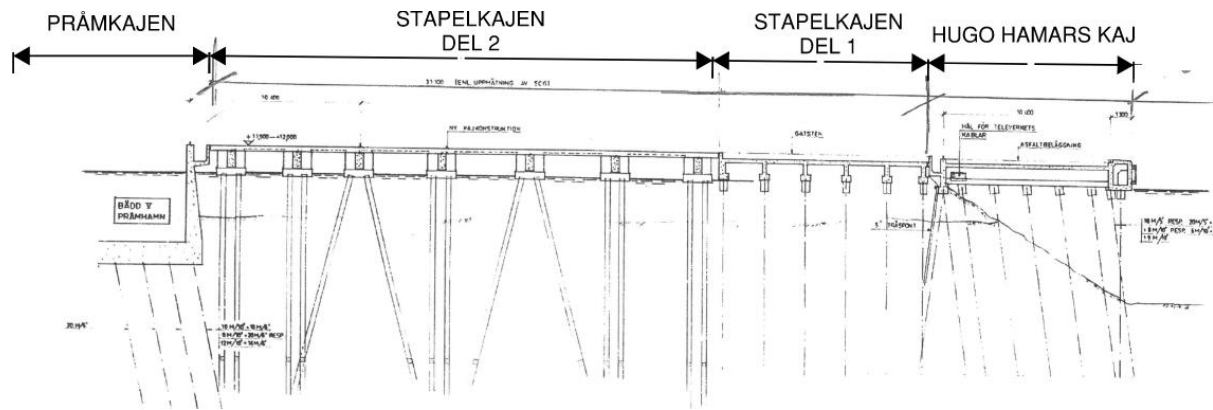
På platsen pågår ett parallellt uppdrag inom Göteborgs Stad med renovering av kanalmurar. Enligt gällande tidplan kommer renovering av kanalmurar ha inkluderat de geotekniska förstärkningsåtgärder som krävs för kaj vid Packhusplatsen. Samordning mellan de två projekten pågår.

4.2.2 Hugo Hammars kaj

Kajerna som är belägna på västra sidan om älven redovisas i Figur 9 och Figur 10.



Figur 9. Planöversikt kajer belägna på västra sidan om älven.

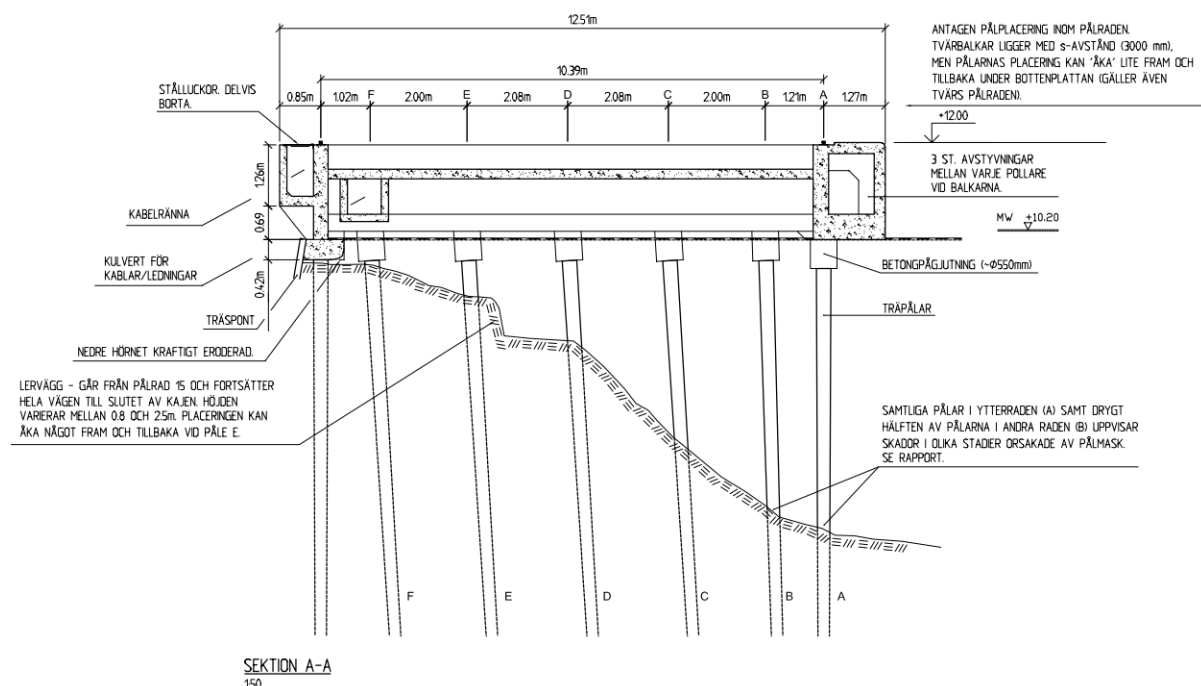


Figur 10. Längdsektion av respektive kajdel. (VBK, 1975)

HUGO HAMMARS KAJ

Hugo Hammars kaj har byggts ut i etapper (byggnadsår framgår ej i tillgängliga underlag) och består av två delar. En längre (äldre) ursprunglig del som är grundlagd med träpålar och en yngre del som är grundlagd med betongpålar, se Figur 9 (Flygfältsbyrå AB, 2007-01-10). Kajdelen grundlagd med träpålar är uppbyggd av ett kajdäck i betong med två huvudbärande längsgående balkar, en krönbalk mot älven och en bakre balk, typsektion visas i Figur 11. Kajen är grundlagd på sju rader av träpålar (cirka 250-350 mm i diameter), med en överdel i betong, i läget för tvärbalkarna. Bakom den bakre balken finns en spont av träpålar för att förhindra underminering bakom kajen.

Kajdelen grundlagd med betongpålar är uppbyggd med samma princip som kajdelen grundlagd med träpålar, men är grundlagd på betongpålar (cirka 450x450 mm) (Flygfältsbyrå AB, 2007-01-10). Under kajen finns kvarvarande gamla träpålar från tidigare byggnationer.



Figur 11. Typsektion Hugo Hammars kaj grundlagd med träpålar. (Flygfältsbyrå AB, 2007-01-10).

Hugo Hammars kaj bedöms vara i mycket dåligt skick, framför allt avseende dess träpålar i yttersta raden (MarCon Teknik, 2018-04-20). Kajen är avstängd och kräver omfattande åtgärder för att åter

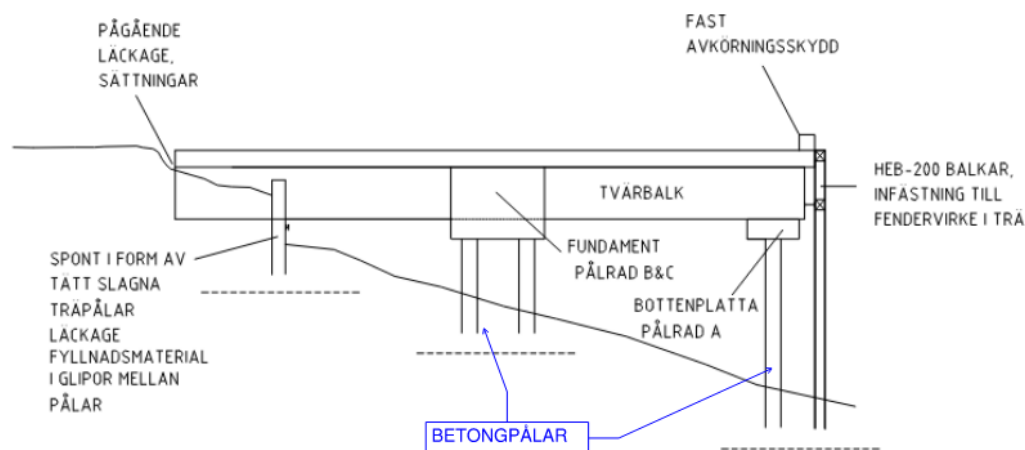
kunna tas i bruk. Markområdet bakom kajen bedömdes redan vid utredning 2007 inte ha tillfredsställande stabilitet (Tyréns, 2007-01-10).

Varken kajen eller området vid Hugo Hammars kaj planeras att byggas om i närtid. Anpassningar kommer där det är aktuellt därför enbart göras för att ansluta ny planerad gång- och cykelbro till nuvarande infrastruktur vid Pumpgatan. Marknivåerna på Hugo Hammars kaj kommer att ligga kvar på befintliga nivåer (cirka +2,0) men planeras i framtiden då området förstärks, eventuellt höjas till nivå cirka +2,5 till +2,8.

Förutsättningen för detta PM är att befintliga kajer behålls och att läget för den planerade gång- och cykelbron anpassas så att den inte påverkas av den icke tillfredsställande stabiliteten vid Hugo Hammars kaj. Huruvida kajen kommer att rivas eller inte är inte känt och även om eller när detta kan tänkas ske i tid är i nuläget inte heller känt.

STAPELKAJEN

Stapelkajen består av tre delar, se Figur 9. Byggnadsår framgår inte av tillgängliga underlag men Stapelkajen del 1 är uppbyggd på samma sätt som Hugo Hammars kaj – träpålar (Figur 11) (MarCon Teknik, 2018-04-20). Stapelkajen del 2 är uppbyggd med tvärbalkar i betong som är upplagda på betongpålade fundament, typsektion visas i Figur 12. Tillgängliga handlingar visar endast två fundament, ett i mitten på balkarna och ett längst ut mot älven, men troligtvis finns en upplagspunkt även vid tvärbalkarnas bakre del. Ytterst mot älven vilar kajen på en längsgående bottenplatta med två underliggande pålar, medan fundamenten mitt på tvärbalkarna bärs upp av fyra pålar. Samtliga pålar är betongpålar med dimension 300x300 mm. I den bakre delen under kajen finns en spont av träpålar vars uppgift bedöms vara att hålla fyllnadsmaterialet under kajen på plats.



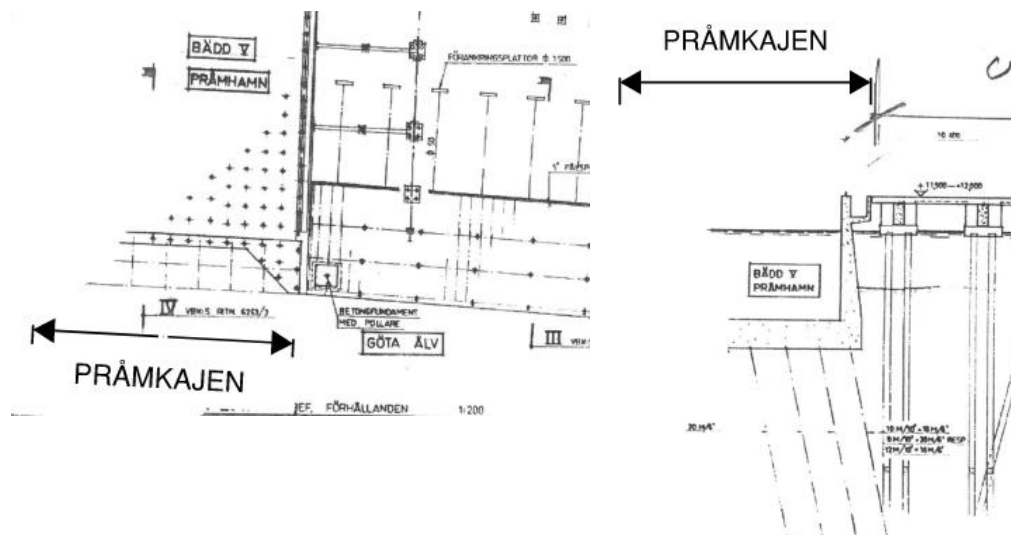
Figur 12. Typsektion av Stapelkajen del 2. (MarCon Teknik, 2018-04-20).

För Stapelkajen del 1 har vid stickprovskontroll röta konstaterats för träpålarna (MarCon Teknik, 2018-04-20). Även sättningar bakom bakkantsbalken har påträffats, vilket möjligen beror på att träspontens funktion har försämrats. För del 2 var betongpålarna i gott skick men ishylsorna har tappat sin funktion och även här har läckage av fyllnadsmaterial konstaterats.

Stapelkajen del 3 ligger söder om Pråmkajen och ligger i anslutning till området för planerad bro.

PRÅMKAJEN

Söder om Stapelkajen del 2 ligger Pråmkajen (också benämnd sjösättningsrampen) som är en äldre stapelbädd. Den har en bottenplatta som sluttar neråt mot älven och når ut cirka 8 meter från kajfronten, med en ytterkant på cirka nivå -4.70 (MarCon Teknik, 2018-04-20). Konstruktionen består troligtvis av en pålad trågkonstruktion i betong. Jämfört med omkringliggande kajkonstruktioner verkar denna konstruktion ha jämnt fördelade pålar med ett mindre inbördes avstånd (se Figur 13).



Figur 13. Ritningar beskrivande utformningen av Pråmkajen. (VBK, 1974) och (VBK, 1975).

Detta är en kajdel där sjösättning av båtar har utförts (Trafikkontoret, Göteborgs stad, 2021-01-29).

4.3 Befintliga ledningar

Befintliga ledningar avseende el, tele, gas och VA återfinns inom området, se *PM VA och Ledningar* (Sweco, 2024-03-28). Ledningsägare som identifierats inom området är Skanova, Tele 2, Kretslopp och Vatten, Stadsmiljöförvaltningen, Göteborg Energi, Higab och Älvstranden Utveckling.

5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

I detta kapitel beskrivs befintliga geotekniska förhållanden vid Packhuskajen, i Göta älv och vid Hugo Hammars kaj.

Enligt SGU:s jordartskarta består undersökningsområdets ytliga jordarter av fyllnadsmaterial samt älv- och svämsediment. SGU:s jorddjupskarta visar översiktligt att jorddjupet för aktuellt område är mer än 50 meter.

5.1 Packhuskajen

5.1.1 Jordlagerföljd

Geotekniska undersökningar som tidigare utförts inom området för Packhuskajen visar att det översta jordlagret utgörs av fyllnadsmaterial med en mäktighet på mellan 2 och 3 meter. Därunder finns lös lera som har mycket låg odränerad skjuvhållfasthet ned till cirka 19 meters djup. Därunder, på mer än 19 meters djup, är leran lös med låg odränerad skjuvhållfasthet som ökar mot djupet. Utförda sonderingar visar att djup till berg varierar mellan cirka 17 meter i nordost till omkring 50 meter i sydväst inom området vid kajen. Under leran finns ett lager friktionsjord ovan berg. I läget för den planerade gång- och cykelbron är förväntat djup till berg mellan cirka 42 och 57 meter.

Tolkad jordlagerföljd redovisas på sektion i Bilaga 2.

Fyllnadsmaterial

Den hårdgjorda ytan utgörs av storgatsten eller asfalt och därunder finns cirka 2,5 meter med fyllnadsmaterial som främst består av sand och grus som är delvis siltig och delvis innehållande sten och byggrester. Under detta fyllnadsmaterial återfinns ytterligare fyllning bestående av ett cirka 3 till 5 meter mäktigt lager av muddermassor bestående av i huvudsak lera.

Lera

Leran är siltig och på vissa nivåer sulfidhaltig. Lerans översta del är ställvis gytig och skal- och växtrester har påträffats. Den naturliga vattenkvoten i leran har uppmätts till mellan cirka 30 och 80 % och konflytgränsen till mellan cirka 50 och 90 %. Lerans densitet ökar generellt från 1,6 ton/m³ i dess övre del till 1,7 ton/m³ på 50 meters djup. Sensitiviteten uppmätt från konprov varierar mellan cirka 8 och 12 och leran klassas som mellansensitiv. Det har inte noterats någon skillnad i odränerad skjuvhållfasthet mellan den utfyllda leran (muddermassorna) och den homogena orörda leran där under. Lerans korregerade odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats från CPT- och vingförsök samt från konförsök till cirka 20 kPa ned till cirka 19 meters djup. Därunder ökar lerans skjuvhållfasthet mot djupet till cirka 35 kPa på 30 meters djup.

Friktionsjord

Friktionsjorden ovan berg har en mäktighet vilken varierar mellan cirka 0,5 och 1,5 meter. Friktionsjorden har inte undersökts men bedömts bestå av sand eller grus.

5.1.2 Hydrogeologiska förhållanden

Befintliga hydrogeologiska förhållanden beskrivs i *PM Hydrogeologi* (Sweco, 2024-03-28).

I området förekommer två grundvattenmagasin (vattenförande skikt). Grundvattenmagasinen benämns övre och undre magasin. Det övre magasinet förekommer i fyllnadsmassor ovan lerlagret. I friktionsjorden på berg, under leran, förekommer det undre grundvattenmagasinet med stor utsträckning.

Medelgrundvattennivån i det övre magasinet bedöms vara i nivå med medelvattenståndet i Göta älv (cirka +0,15). Det övre magasinet uppvisar mycket små tryckvariationer i omgivningen (cirka -0,2

och +0,4). Medelgrundvattennivån i det undre magasinet bedöms variera mellan cirka +0,5 och +0,7 inom gång- och cykelbrons planerade landfäste.

Grundvattennivån bedöms variera med årstid och nederbörd men grundvattennivån i det övre magasinet bedöms i huvudsak följa vattennivån i älven.

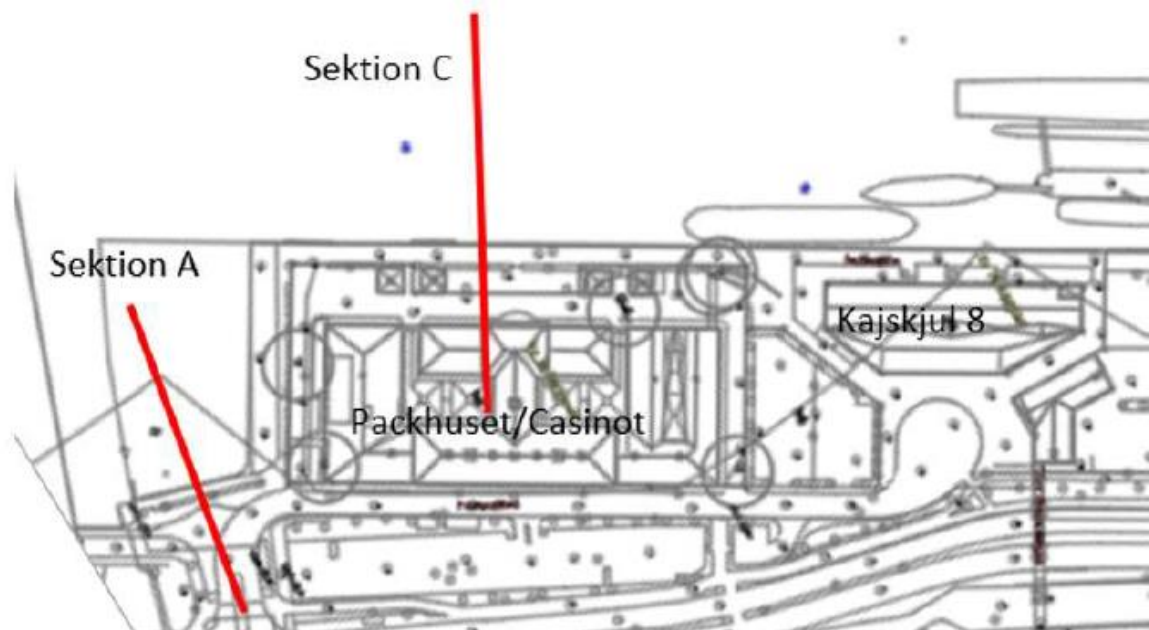
5.1.3 Stabilitetsförhållanden

TIDIGARE UTFÖRDA BERÄKNINGAR

Sweco utförde 2020 stabilitetsberäkningar i två sektioner (Sektion A och sektion C se Figur 14) för ombyggd kaj och med kontroll av muddring till nivå -4, -5 och -5,5 (Sweco, 2020-12-01).

Beräkningar i sektion A-A visade att stabiliteten uppnår erforderligt krav för säkerhetsklass 2 (SK2) både före och efter ombyggnad av kajen med den då befintliga bottengeometrin (om hänsyn tas till 3D-effekter). Däremot konstaterades att muddring innebär att stabilitetskraven ej uppnås. Om muddring ska utföras i denna del erfordras stabilitetshöjande åtgärder för glidytor med för låg säkerhet mot stabilitetsbrott som omfattar ett område bakom kajkonstruktionen och cirka 35 meter in på landsidan.

Beräkningar i sektion C-C visade på att stabiliteten inte var tillfredställande för de befintliga förhållandena. När beräkningar utfördes med ny kajkonstruktion och befintlig geometri i älven uppfylldes kraven för säkerhetsklass 2 (SK2). Om muddring ska utföras ner till -5 eller -5,5 erfordras stabilitetshöjande åtgärder för glidytor med för låg säkerhet mot stabilitetsbrott vars omfattning uppskattningsvis omfattar hela ytan mellan kajkonstruktionen och Stora Tullhuset. Således erfordras att någon typ av förstärkningsåtgärd utförs av bakomliggande mark om muddring i denna del ska utföras djupare än till nivå -4.

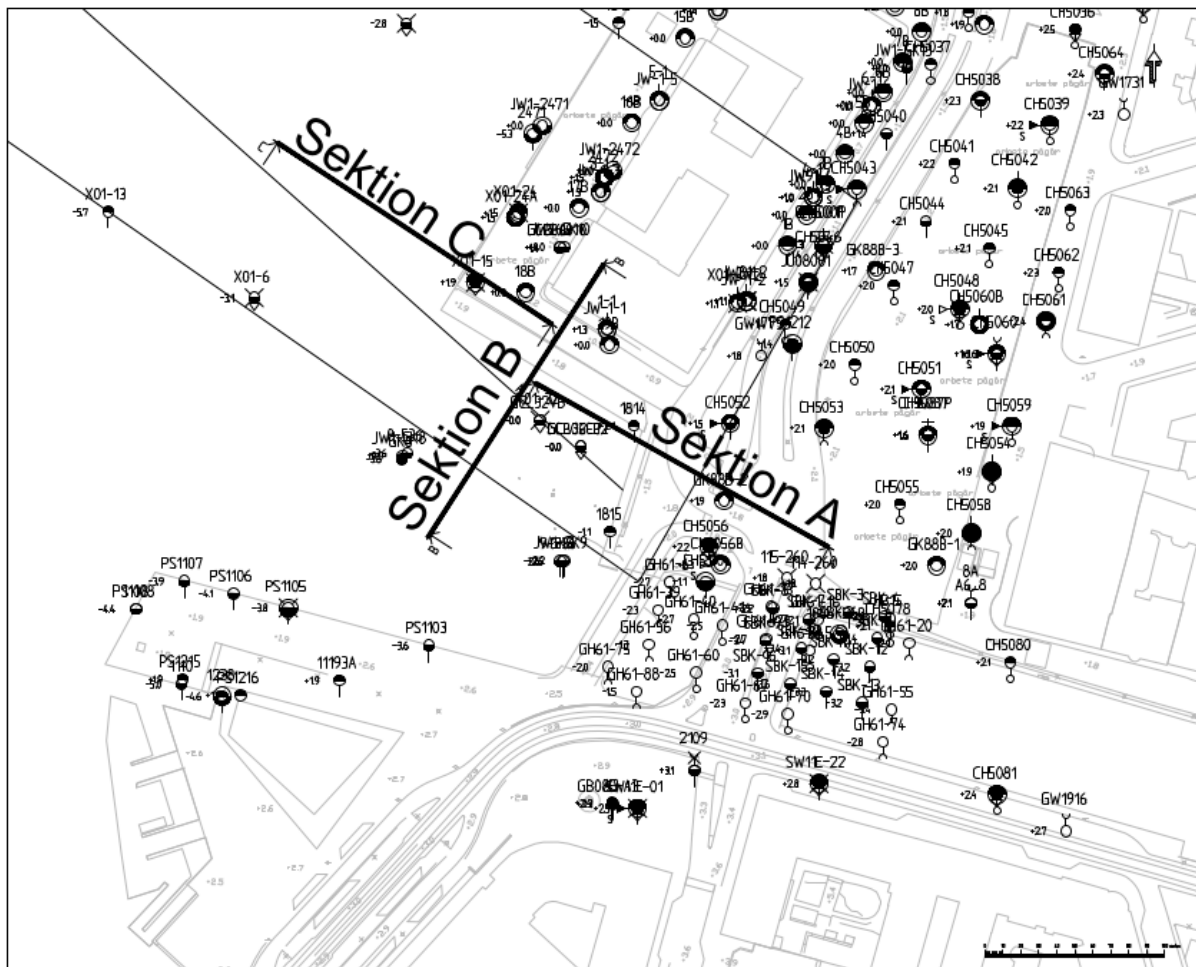


Figur 14. Översiktsplan beräkningssektioner utförda av Sweco 2020. (Sweco, 2020-12-01).

NU UTFÖRDA BERÄKNINGAR

Nu utförda beräkningar omfattas av tre sektioner vars lägen redovisas i Figur 15.

Beräkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i enlighet med Eurokod och IEG Rapport 6:2008 (Tillämpningsdokument Slänter och bankar). Erforderlig säkerhetsfaktor som ska uppnås är 1,0 vilket motsvarar säkerhetsklass 2 (SK2). Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i Bilaga 3.



Figur 15. Översiktsplan beräkningssektioner Packhuskajen.

I sektion A-A uppfyller erhållen säkerhetsfaktor inte kraven för vare sig befintliga förhållanden eller för planerad anläggning och stabilitetshöjande åtgärder krävs. Stabilitetshöjande åtgärder i form av lättfyllning och tryckbank i älven har studerats för planerad anläggning med befintlig bottengeometri. Vid framtida marknivå på +2,3 behöver en tryckbank i älven anläggas i kombination med att bankmaterialet i gång- och cykelvägen ersätts med 1,5 meter lättfyllning. Om muddring utförs erfordras dock även ytterligare förstärkningsåtgärder för så väl gång- och cykelvägen som omgivande mark, så som exempelvis bankpålning.

I sektion B-B uppfylls erforderlig säkerhetsfaktor för både befintliga förhållanden och planerad anläggning med befintlig bottengeometri och inga förstärkningsåtgärder erfordras. Planerad anläggning innebär att marken behåller sin nuvarande nivå och inte höjs i samband med anpassningar till den nya gång- och cykelbron. Om muddring utförs erfordras dock förstärkningsåtgärder i området.

I sektion C-C uppfyller erhållen säkerhetsfaktor inte kraven för vare sig befintliga förhållanden eller planerad anläggning och stabilitetshöjande åtgärder krävs. Tidigare utförda beräkningar visar på att ombyggnation av kajen erfordras för att säkerställa stabiliteten med befintlig bottengeometri. Om muddring skulle utföras i denna del erfordras stabilitetshöjande åtgärder som exempelvis lättfyllning och/eller bankpålning vars omfattning uppskattningsvis omfattar hela ytan mellan kajkonstruktionen och Stora Tullhuset.

Ett eventuellt initialskred (primärskred) längs Packhuskajen bedöms inte påverka planerad placering av gång- och cykelväg vid kaj vid Packhusplatsen.

5.1.4 Sättningsförhållanden

Belastningsförsök (CRS-försök) har tidigare utförts på upptagna prover i punkterna CH5001, CH5054, CH5058, CH5060B, CH5061, CH5076, CH5110, JU08001 och PS1212 (se läge enligt ritning EXF-2023-01034-6001 i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR)* – *Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö* (Sweco, 2024-03-28). Leran bedöms vara normal- till underkonsoliderad, se konsolideringsdiagram i Bilaga 4. Det indikerar att området är sättningskänsligt samt att det pågår sättningar inom området.

Figur 16 visar översiktligt pågående rörelser inom området enligt *Sättningskartan* över södra Sverige. Kartan visar översiktligt att sättningar i storleksordningen 5 mm/år pågår inom området.



Figur 16. Kartbild med färgkodade punkter visande pågående sättningar inom Packhuskajen, skala från -5 till +5 mm/år. Den beräknande rörelsehastigheten baseras på punkternas rörelser under perioden mars 2017 till mars 2021. Hämtad från sättningskartan 2023-09-11.

5.2 Göta älv

5.2.1 Jordlagerföljd

Geotekniska undersökningar som tidigare utförts i Göta älv visar att det på älvbotten förekommer ett tunt lager sediment på mellan cirka 0,5 och 1,0 meter som följs av en gyttjig lera. Leran innehåller skalrester och har mycket låg odränerad skjuvhållfasthet, mellan cirka 5 och 20 kPa, ned till cirka 15 meter under älvbotten. Därunder följer en lera med låg odränerad skjuvhållfasthet som ökar mot djupet. Utförda sonderingar i Göta älv visar att djup till fastare friktionsjord eller berg är på mellan 70 meter och över 100 meter.

Tolkad jordlagerföljd redovisas i sektion i Bilaga 2.

Lera

Leran är sulfidhaltig och innehåller skalrester. Lerans översta del är gyttjig. Den naturliga vattenkvoten i leran har uppmätts till mellan cirka 40 och 90 % och konflytgränsen till mellan cirka 60 och 100 %. Lerans densitet ökar generellt från 1,5 ton/m³ vid älvbotten till 1,65 ton/m³ på

50 meters djup. Sensitiviteten uppmätt från konprov varierar mellan cirka 4 och 12 och leran klassas som låg- till mellansensitiv. Lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats från CPT- och vingförsök samt från konförsök, till mellan cirka 5 och 20 kPa, ned till cirka 15 meter under älvbotten. Därunder ökar lerans skjuvhållfasthet mot djupet för att vara cirka 35 kPa på 30 meters djup.

Friktionsjord

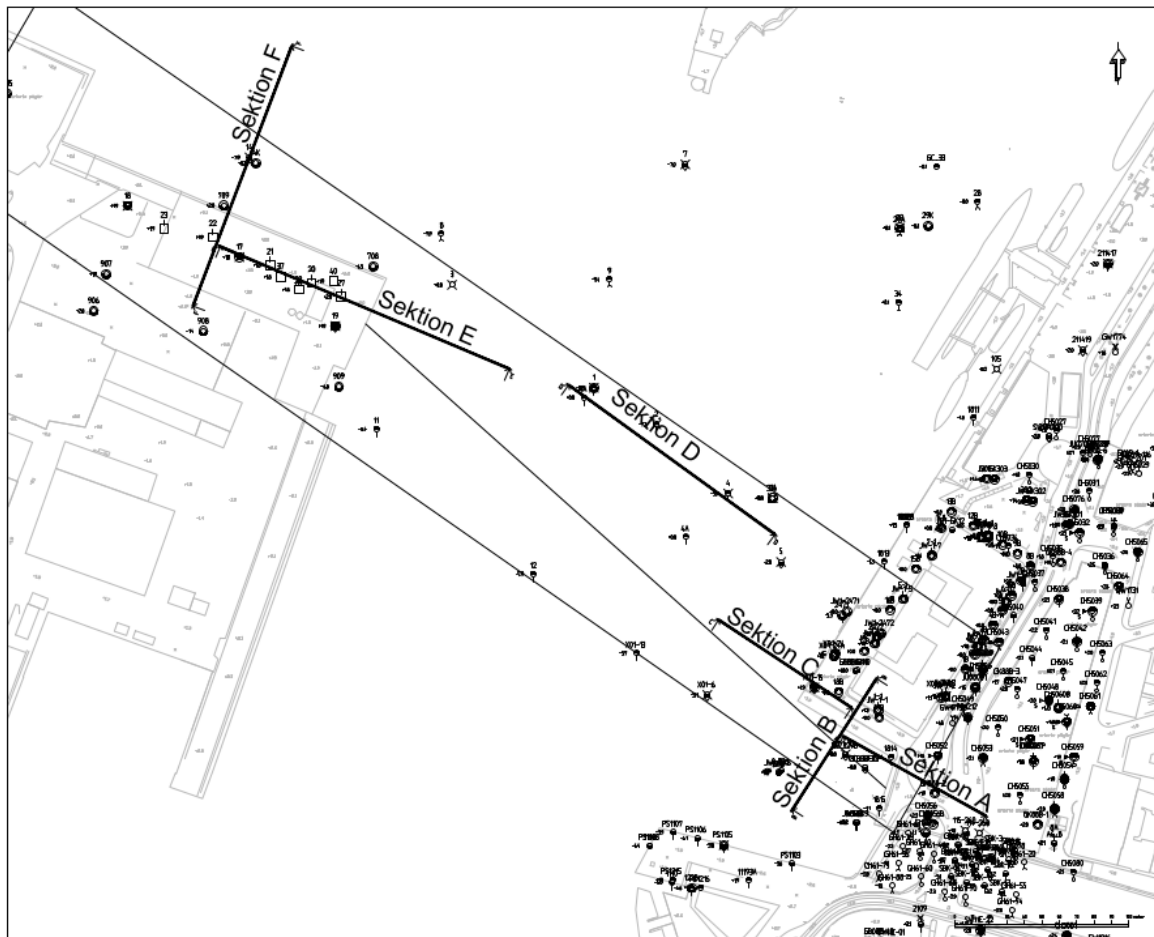
Friktionsjorden ovan berg har en mäktighet vilken varierar mellan cirka 2 och 5 meter. Friktionsjorden har inte undersökts men bedömts bestå av sand eller grus.

5.2.2 Stabilitetsförhållanden

NU UTFÖRDA BERÄKNINGAR

Nu utförda beräkningar omfattas av en sektion, sektion D, vars läge redovisas i Figur 17.

Beräkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i enlighet med Eurokod och IEG Rapport 6:2008 (Tillämpningsdokument Slänter och bankar). Erforderlig säkerhetsfaktor är 1,0 vilket motsvarar säkerhetsklass 2 (SK2). Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i Bilaga 3.



Figur 17. Placering av beräkningssektion i Göta älv (Sektion D).

I sektion D-D uppfylls erforderlig säkerhetsfaktor för befintliga förhållanden och planerad anläggning med hänsyn till den flacka geometrin och inga förstärkningsåtgärder erfordras.

5.2.3 Sättningsförhållanden

Belastningsförsök (CRS-försök) har tidigare utförts på upptagna prover i punkterna 1, 14K och 31 (se läge enligt ritning EXF-2023-01034-6001 i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR)* – *Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö* (Sweco, 2024-03-28). Leran bedöms vara normal- till

underkonsoliderad, se konsolideringsdiagram i Bilaga 4. Detta indikerar att leran i älven är sättningSkänslig samt att det pågår sättningar inom området.

5.3 Hugo Hammars kaj

5.3.1 Jordlagerföljd

Geotekniska undersökningar utförda inom området för Hugo Hammars kaj visar att det översta jordlagret utgörs av fyllnadsmaterial med en mäktighet på mellan cirka 2 och 4 meter. Under fyllnadsmaterialet finns dy och gyttjig lera med en mäktighet på mellan cirka 1,0 och 1,5 meter. Därunder består jordlagerföljden av lera med mycket låg odränerad skjuvhållfasthet. Därunder ökar lerans odränerade skjuvhållfasthet mot djupet. Sonderingar utförda vid Hugo Hammars kaj är avbrutna på mellan cirka 90 och 110 meters djup. De tidigare utförda undersökningarna är avbrutna i lera och verifierar inte djup till friktionsjord eller berg.

Tolkad jordlagerföljd redovisas i sektion i Bilaga 2.

Fyllnadsmaterial

Fyllnadsmaterialet består överst av asfalt samt ställvis av betong eller gräs och därunder finns cirka 1 till 2 meter av sten, grus och sand. Även tegel- och trärester förekommer i fyllnadsmaterialet. Under detta fyllnadsmaterial återfinns ytterligare fyllning bestående av ett cirka 2 till 5 meter mäktigt lager av muddermassor bestående av lera.

Lera

Leran är sulfidhaltig och på vissa nivåer siltig. Lerans översta del är gyttjig och skalrester har påträffats. Den naturliga vattenkvoten i leran har uppmätts till mellan cirka 40 och 90 % och konflytgränsen till mellan cirka 50 och 90 %. Lerans densitet ökar generellt från 1,55 ton/m³ i lerans övre del till 1,65 ton/m³ på 25 meters djup. Sensitiviteten uppmätt från konprov varierar mellan cirka 2 och 12 och leran klassas som låg- till mellansensitiv. Det har inte noterats någon skillnad i odränerad skjuvhållfasthet mellan den utfyllda leran (muddermassorna) och den homogena orörda leran. Lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats från CPT- och vingförsök samt från konförsök till cirka 14 kPa ned till cirka 8 meters djup. Därunder ökar lerans skjuvhållfasthet med djupet för att vara cirka 35 kPa på 30 meters djup.

5.3.2 Hydrogeologiska förhållanden

Befintliga hydrogeologiska förhållanden beskrivs i PM Hydrogeologi (Sweco, 2024-03-28).

I området förekommer två grundvattenmagasin (vattenförande skikt). Grundvattenmagasinen benämns övre och undre magasin. Det övre magasinet förekommer i fyllnadsmassor ovan lerlagret. I friktionsjorden på berg, under leran, förekommer det undre grundvattenmagasinet med stor utsträckning.

Medeltrycknivån i övre magasinet, utifrån hittills insamlad data från de fyra installerade grundvattenrören år 2023, är cirka +0,5 i östra delen till cirka +1 i västra delen. Observera att dessa medelnivåer endast baseras på mätningar gjorda från november 2023 till januari 2024. Grundvattnets strömning i fyllningsmassorna på Hugo Hammars kaj är således österut mot älven.

Grundvattennivåerna har under perioden legat cirka 30–80 cm över nivån i älven. Medelnivån i älven under motsvarande period har varit cirka +0,2. Grundvattennivåerna i övre magasin bedöms inte samvariera särskilt väl med älvens nivåer, vilket tyder på begränsad hydraulisk kontakt mellan magasinet och älven. Sannolikt beror detta på att de undre mer leriga fyllnadsmassorna är relativt täta och har låg vattengenomsläpplighet.

Grundvattennivån bedöms variera med årstid och nederbörd.

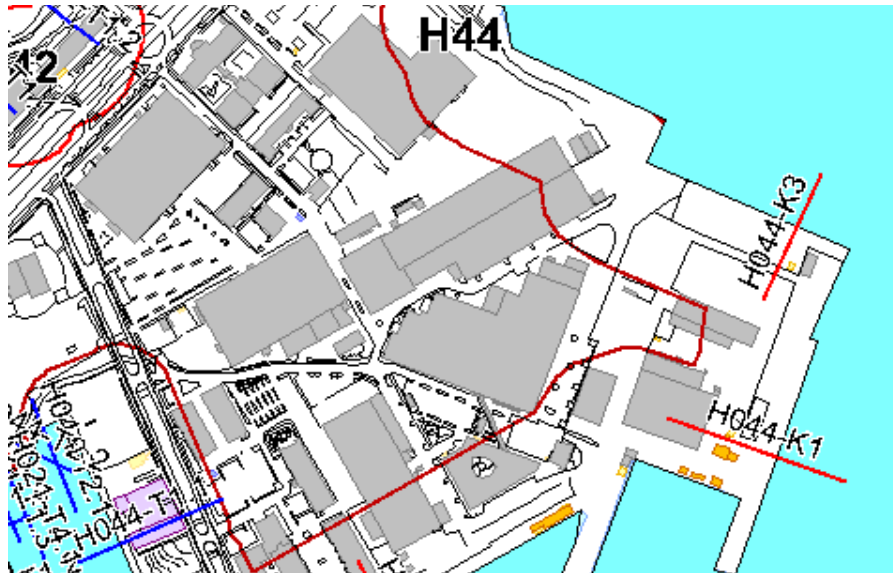
Grundvattenundersökningar för det undre magasinet saknas men mätningar gjorda vid Frihamnen och Hjalmar Brantingsplatsen indikerar att trycknivån kan ligga något högre än vid Packhuskajen, cirka +2.

5.3.3 Stabilitetsförhållanden

TIDIGARE UTFÖRDA BERÄKNINGAR

Sweco utförde 2011 stabilitetsberäkningar i två sektioner, H044-K1 och H044-K3 (Figur 18) vid Hugo Hammars kaj (Sweco, 2011-09-15).

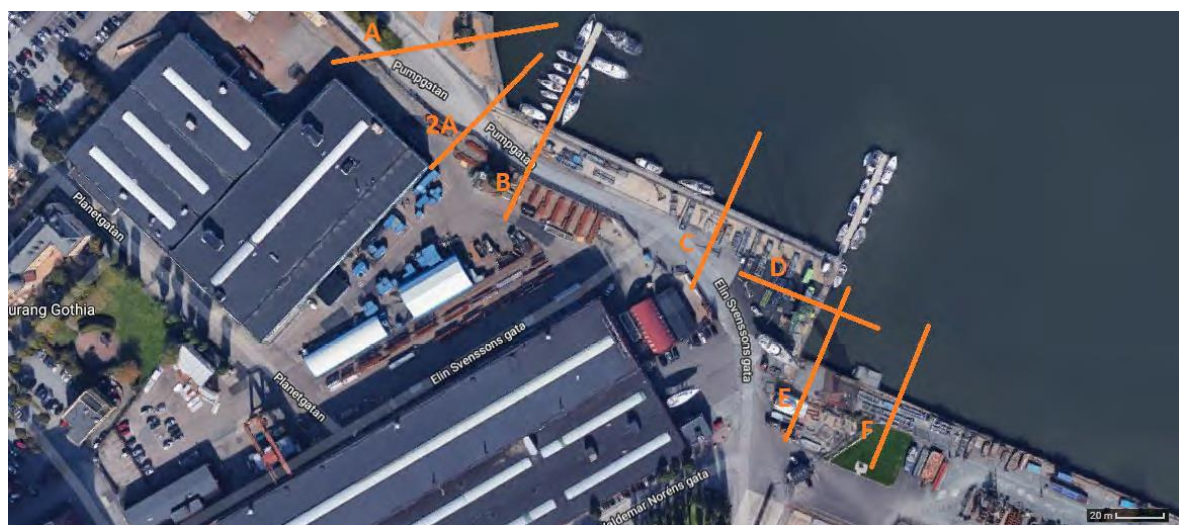
Beräkningar i sektion H044-K1 och H044-K3 visade att stabilitetskraven inte uppfylldes för befintliga förhållanden enligt Skredkommissionens anvisningar, Rapport 3:95.



Figur 18. Översiktsplan beräkningssektioner utförda av Sweco 2011. (Sweco, 2011-09-15).

Ytterligare beräkningar har utförts av Norconsult 2018 i samband med detaljplaneläggning av Pumpgatan Etapp 2, se Figur 19.

Beräkningar i sektion F-F visar att stabilitetshöjande åtgärder erfordras närmast kajen i form av lastkompensation med 20 kPa tillsammans med kompensation för all variabel last (beroende på användning).



Figur 19. Översiktsplan beräkningssektioner (belägna väster om K3) utförda av Norconsult 2018. (Norconsult, 2018-06-04, rev 3 2019-03-06).

NU UTFÖRDA BERÄKNINGAR

Nu utförda beräkningar omfattas av två sektioner vars lägen redovisas i Figur 20.

Beräkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i enlighet med Eurokod och IEG Rapport 6:2008 (Tillämpningsdokument Slänter och bankar). Erforderlig säkerhetsfaktor är 1,0 vilket motsvarar säkerhetsklass 2 (SK2). Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i Bilaga 3.



Figur 20. Beräkningssektioner Hugo Hammars kaj.

I sektion E-E uppfylls inte säkerhetskravet för erhållna (beräknade) säkerhetsfaktorer för vare sig befintliga förhållanden eller planerad anläggning varför stabilitetshöjande åtgärder krävs. Inom området närmast Stapelkajen/Pråmkajen rekommenderas att gång- och cykelvägen grundläggs med påldäck/bankpålning i anslutning till planerat landfäste (+2,6) för en sträcka från befintlig kajkant (Stapelkajen/Pråmkajen) och 25 meter in bakom kajen, se gul områdesmarkering i Figur 21. Landfästet planeras anläggas i nivå +2,6 för att hantera en eventuell framtida höjning av marken till +2,6. Inom detta projekt planeras dock gång- och cykelbron efter landfästet att ansluta till planerad gång- och cykelväg i befintlig marknivå på cirka +2.

I sektion F-F uppfylls inte säkerhetskravet för erhållna (beräknade) säkerhetsfaktorer för vare sig befintliga förhållanden eller planerad anläggning varför stabilitetshöjande åtgärder krävs. För att minimera påverkan på befintlig Hugo Hammars kaj i samband med planerade pålningsarbeten bör gång- och cykelvägen inte placeras närmre Hugo Hammars kaj än 30 meter, se röd områdesmarkering i Figur 21. Om gång- och cykelvägen placeras minst 50 meter från befintlig kajkant på Hugo Hammars kaj samtidigt som befintliga höjder både på marken och i älven behålls och inga belastningar påförs är stabiliteten tillräckligt god för att uppfylla kraven för planerad anläggning.

För grundläggning av landfästena vid Hugo Hammars kaj, Packhuskajen samt stöden till den öppningsbara delen föreslås pälgrupper med en kombination av vertikala och lutande pålar. Vid kajerna kan mantelburna pålar användas medan vid den öppningsbara delen förespråkas spetsbärande pålar.



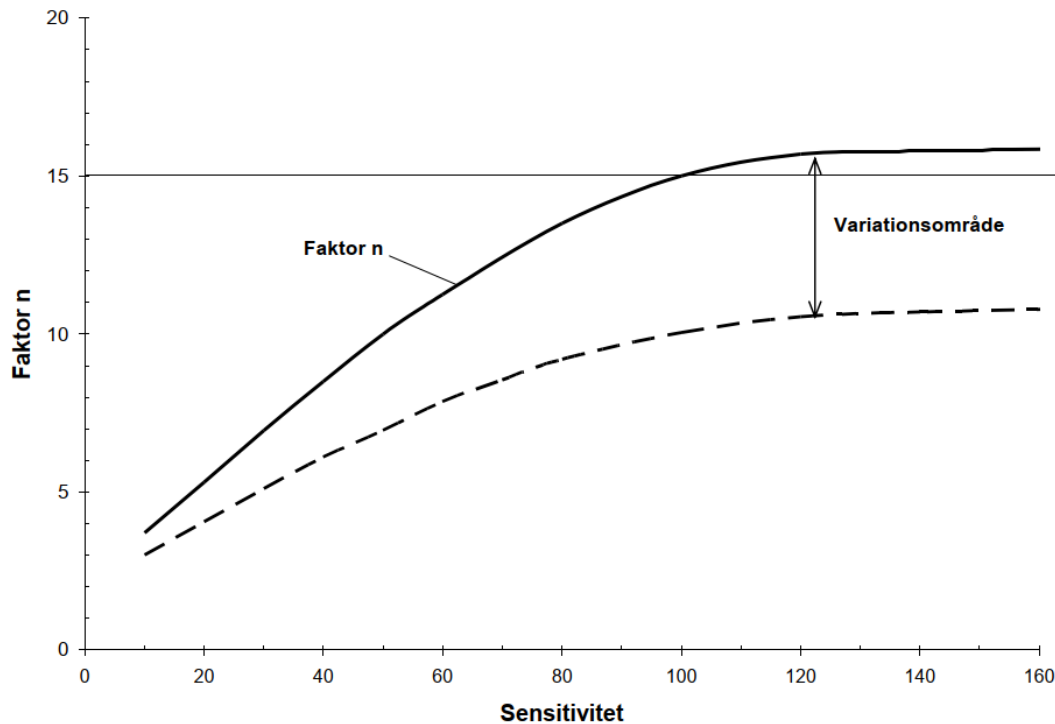
Figur 21. Områdesmarkeringar i plan med olika behov av geoteknisk förstärkning. Inom den övre (röd) områdesmarkering bör gång- och cykelvägen inte placeras på grund av eventuell påverkan på befintlig kaj. Inom den högra nedre (gul) områdesmarkeringen erfordras stabilitetshöjande åtgärder i form av påldäck/bankpålning, Inom den vänstra nedre (grön) områdesmarkering kan gång- och cykelvägen placeras utan geoteknisk förstärkning med hänsyn till stabilitetsförhållandena.

Beräkningar är utförda med förutsättningen att befintliga kajer behålls och att läget för den planerade gång- och cykelbron anpassas så att den inte påverkas av den icke tillfredställande stabiliteten vid Hugo Hammars kaj. Förändras geometrier för kajen, markområden bakom kajen eller befintliga bottengeometrier i älven innebär det att ytterligare grundförstärkning behöver utföras i området, utöver de som är direkt kopplade till gång- och cykelvägen, för att stabiliteten för anläggningen ska nå upp till erforderliga säkerhetskrav.

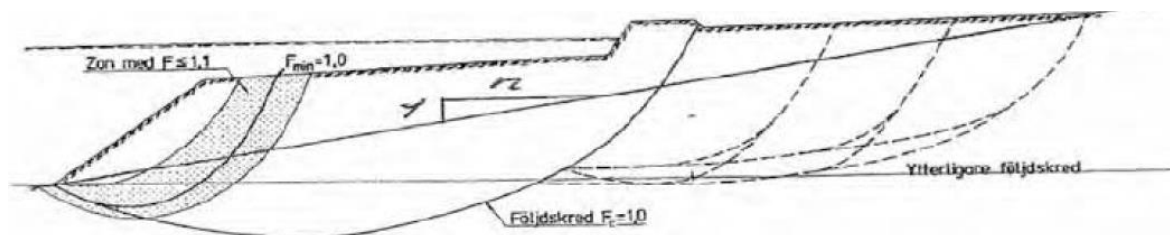
Gång- och cykelvägens anslutning till planerad lokalgata (Pumpgatans förlängning) och stabilitetsförhållanden i anslutning till planerad lokalgata kommer att studeras i ett senare skede. All mark som ingår i planområdet på Hugo Hammars kaj har användningen GCVÄG. Den del av planområdet som är utrett i detta skede är området med fyllnadsfärg i Figur 1. Projektering av planerad lokalgata (Pumpgatans förlängning) pågår inom området utan fyllnadsfärg i Figur 1 och samordning mellan projekten pågår.

5.3.4 Utvärdering av sekundära skred

Risk för bakåtgripande skred (sekundära skred) har bedömts för området utgående från Göta älvmotoden (SGI, 2008). Sekundära skred och dess omfattning beror i huvudsak på områdets geometri samt förekomsten av lera och dess egenskaper. Utbredningen av sekundärskred kan uppskattas utgående från Figur 22 och Figur 23. Utifrån lerans sensitivitet bestäms faktorn n enligt Figur 22. Slänthöjden multiplicerat med faktorn n ger den maximala utbredningen av bakåtgripande skred enligt Figur 23.



Figur 22. Diagram för bedömning av faktorn n med ledning av sensitivitet. (SGI, 2008).



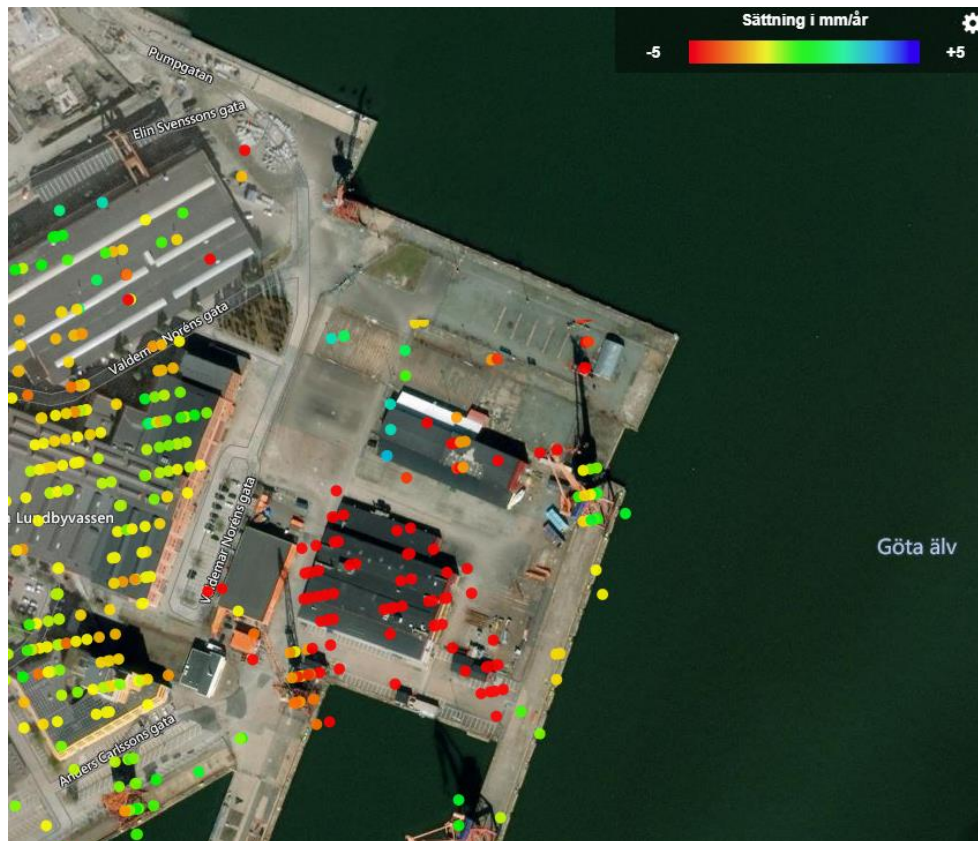
Figur 23. Schematisk illustration av typskred och bedömning av utbredning enligt Göta älvmetoden. (SGI, 2008).

Från laboratorieanalyserna erhöles en sensitivitet på leran i SW2302 och SW2304 på värden mellan 10 och 20. Det innebär att utbredningen på sekundära skred bedöms kunna ske med lutning 1:5. Från släntfot till befintlig mark är det i området en höjdskillnad på cirka 7 meter vilket skulle kunna innebära en sekundär skredutbredning på cirka 35 meter från Hugo Hammars kaj. Gång- och cykelvägen bör därför placeras på större avstånd från Hugo Hammars kaj än 35 meter för att undvika påverkan från ett eventuellt sekundärskred.

5.3.5 Sättningsförhållanden

Belastningsförsök (CRS-försök) har utförts från upptagna prover i punkterna 19, NC5, SW2302 och SW2304, (se läge enligt ritning EXF-2023-01034-6001 i *Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö* (Sweco, 2024-03-28). Leran bedöms vara normal- till underkonsoliderad, se konsolideringsdiagram i Bilaga 4. Detta indikerar att området är sättningskänsligt samt att det pågår sättningar inom området.

Figur 24 visar pågående rörelser inom området enligt *Sättningskartan* över södra Sverige. Kartan visar översiktligt att sättningar i storleksordningen 5 mm/år pågår inom området.



Figur 24. Kartbild med färgkodade punkter visande pågående sättningar inom Hugo Hammars kaj, skala från -5 till +5 mm/år. Den beräknande rörelsehastigheten baseras på punkternas rörelser under perioden mars 2017 till mars 2021. Hämtad från sättningskartan 2023-09-11.

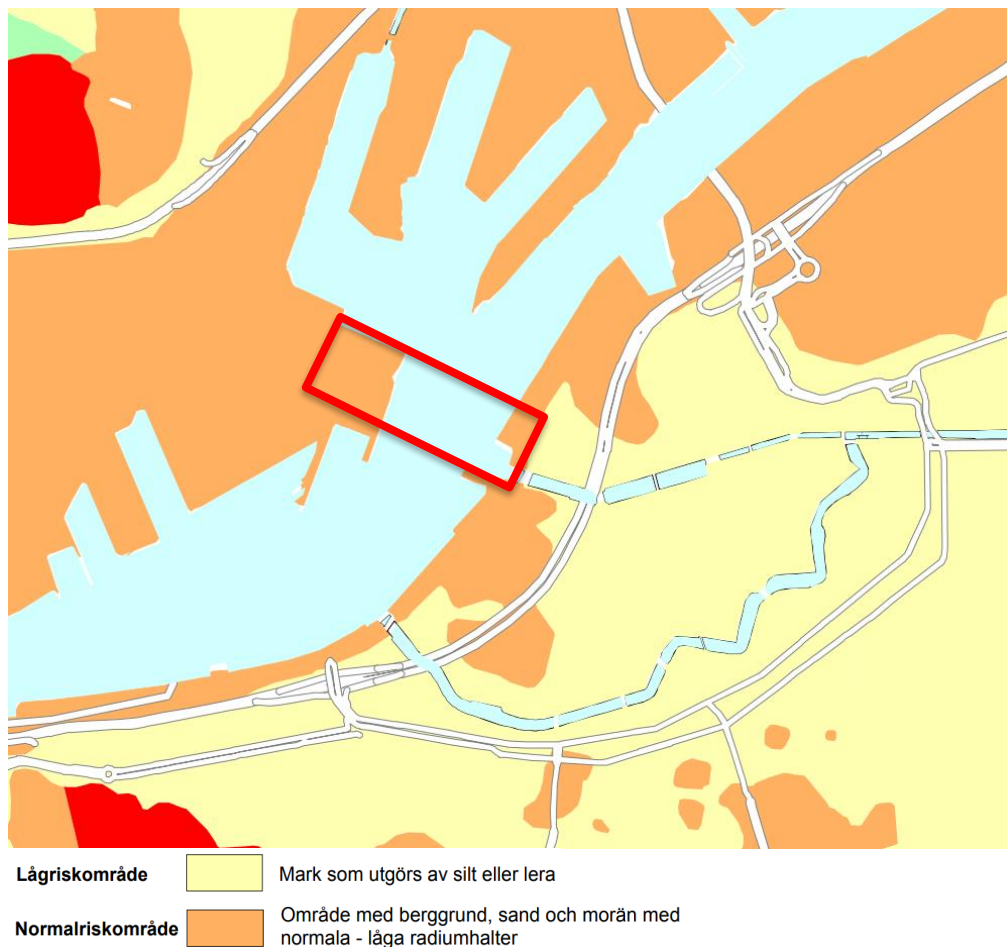
6 MARKRADONFÖRHÅLLANDEN

Radon är en gas som bildas i jord och berg vid sönderfall av uran och radium. Jordluft och vatten kan på grund av berggrunden innehålla höga radonhalter vilket i sin tur kan ge upphov till förhöjda halter inomhus då jordluften sugas in i otäta byggnader eller vatten pumpas ur borrarade brunnar. Även stenbaserade byggnadsmaterial kan avge radongas.

Markegenskaper, förutom innehållet av radon, uran och kalium, som har stor betydelse vid bedömning av radonrisker är kornstorlek, porositet, vattenhalt och jordlagrens mäktighet. Radongasen transporteras genom jordlagren med jordluft och grundvatten. Hos leror är vattenhalterna vanligtvis höga vilket medför att transporten av radongas försvåras. Jordarter som sand, grus och grusiga moräner med hög porositet och genomsläpplighet innehåller stora mängder luft. En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon.

Metod och gränsvärden för markradonundersökning beskrivs i *Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar*, BRF T20:1989.

Enligt radonriskkarta över Göteborgs stad framtagen av SGU är området klassificerat som normalriskområde gällande radongas i marken, se Figur 25. Inga åtgärder med hänsyn till radon behöver utföras för planerad gång och cykelbro.



Figur 25. Radonriskkarta över Göteborgs Stad.

7 EROSIONSFÖRHÅLLANDEN

Packhuskajen förstärktes i slutet på 1990-talet med skumbetong kring övre delen av träpålarna in mot påldäcket (Gatubolaget, 1997-10-22). Orsaken till reparationen är troligtvis urspolning under kajen vilket tyder på att erosion har pågått. Tätning med makadam utfördes även mot bottnen, troligtvis för att förhindra framtida urspolning.

Dykarundersökning har år 2018 utförts av MTE på uppdrag av Älvstranden Utveckling AB för Stapelkajen (MarCon Teknik, 2018-04-20) och Hugo Hammars kaj (MarCon Teknik, 2018-04-20).

För stapelkajen har sättningar ("potthål") bakom kajens kantbalk observerats, vilket tyder på urspolning av fyllnadsmaterial mot älven. I anslutning till sättningarna kunde kajdäckets bakre underkant observeras vara helt frilagd och det verkade inte finnas någon tätning mot kajplan förutom sponten bestående av träpålar. Urspolning av bakomvarande fyllnadsmassor kan härledas till att sponten i kajkonstruktionens bakkant är bristfällig. Det kan inte uteslutas att erosion pågår i älven, dock bedöms kajens befintliga pålgrundläggning förhindra påverkan på stabilitetsförhållandena från eventuell erosion.

För Hugo Hammars kaj har inga synliga sättningsskador i anslutning till sponten bakom kajen påträffats. Det kan inte uteslutas att erosion pågår i älven, dock bedöms kajens befintliga pålgrundläggning förhindra påverkan på stabilitetsförhållandena från eventuell erosion.

Erosionsskydd kan komma att behöva anläggas i anslutning till brostöd för att trygga stödens grundläggning och undvika urspolning under eller kring brostöd.

8 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

8.1 Stabilitet

8.1.1 Packhuskajen

Stabilitetsförhållandena är enligt utförda beräkningar inte tillfredställande varken för befintliga eller planerade förhållanden i föreslaget läge för gång- och cykelbrons landningsplats. Göteborgs Stad driver parallellt ett projekt med renovering av kanalmurar. Enligt gällande tidplan kommer renovering av kanalmurar ha inkluderat de geotekniska förstärkningsåtgärder som krävs för kaj vid Packhusplatsen. I de fall att förstärkningsåtgärder inte har utförts rekommenderas stabilitetshöjande åtgärder i form lättfyllning som ersätter befintligt bankmaterial under gång- och cykelvägen i kombination med tryckbank i älven.

8.1.2 Göta älv

Slänterna i farleden i anslutning till den planerade gång- och cykelbron har tillfredställande säkerhet mot skred för befintliga förhållanden och planerad anläggning. Erosionsskydd kan komma att behöva anläggas i anslutning till brostöd för att trygga stödens grundläggning och undvika urspolning under eller kring brostöd.

8.1.3 Hugo Hammars kaj

Stabilitetsförhållandena är enligt utförda beräkningar inte tillfredställande varken för befintliga eller planerade förhållanden. Inom området närmast Stapelkajen/Pråmkajen krävs åtgärder för att förbättra befintlig stabilitet och utifrån utförda beräkningar rekommenderas att gång- och cykelvägen grundläggs med påldäck/bankpålning i anslutning till planerat landfäste. Förstärkningen med påldäck/bankpålar behöver utföras för en sträcka från befintlig kajkant (Stapelkajen/Pråmkajen) och 25 meter in bakom kajen. Om gång- och cykelvägen placeras minst 50 meter från befintlig kajkant på Hugo Hammars kaj samtidigt som befintliga höjder både på marken och i älven behålls och inga belastningar påförs är stabiliteten tillräckligt god för att uppfylla kraven för planerad anläggning. För att undvika påverkan från ett eventuellt sekundärskred bör gång- och cykelvägen placeras på större avstånd från Hugo Hammars kaj än 35 meter.

Gång- och cykelvägens anslutning till planerad lokalgata (Pumpgatans förlängning) och stabilitetsförhållanden i anslutning till planerad lokalgata kommer att studeras i ett senare skede.

Beräkningar är utförda med förutsättningen att befintliga kajer behålls och att läget för den planerade gång- och cykelbron anpassas så att den inte påverkas av den icke tillfredställande stabiliteten vid Hugo Hammars kaj. Förändras geometrier för kajen, markområden bakom kajen eller befintliga bottengeometrier i älven innebär det att ytterligare grundförstärkning behöver utföras i området, utöver de som är direkt kopplade till gång- och cykelvägen, för att stabiliteten för anläggningen ska nå upp till erforderliga säkerhetskrav.

8.2 Sättningar

Det pågår sättningar i området och leran bedöms vara normal- till underkonsoliderad inom området vilket innebär att all tillskottsbelastning från exempelvis nya uppfyllnader kommer att medföra att både sättningarnas storlek och hastighet tilltar. Framtida markbelastningar kan orsaka skadliga sättningar på såväl befintliga kajer, byggnader och ledningar. Ytterligare markbelastningar behöver därför undvikas alternativt behöver alla tillkommande permanenta laster och eventuella uppfyllnader lastkompenseras fullt ut. Sättningsreducerade åtgärder kan till exempel vara påldäck, bankpålning eller lättfyllning.

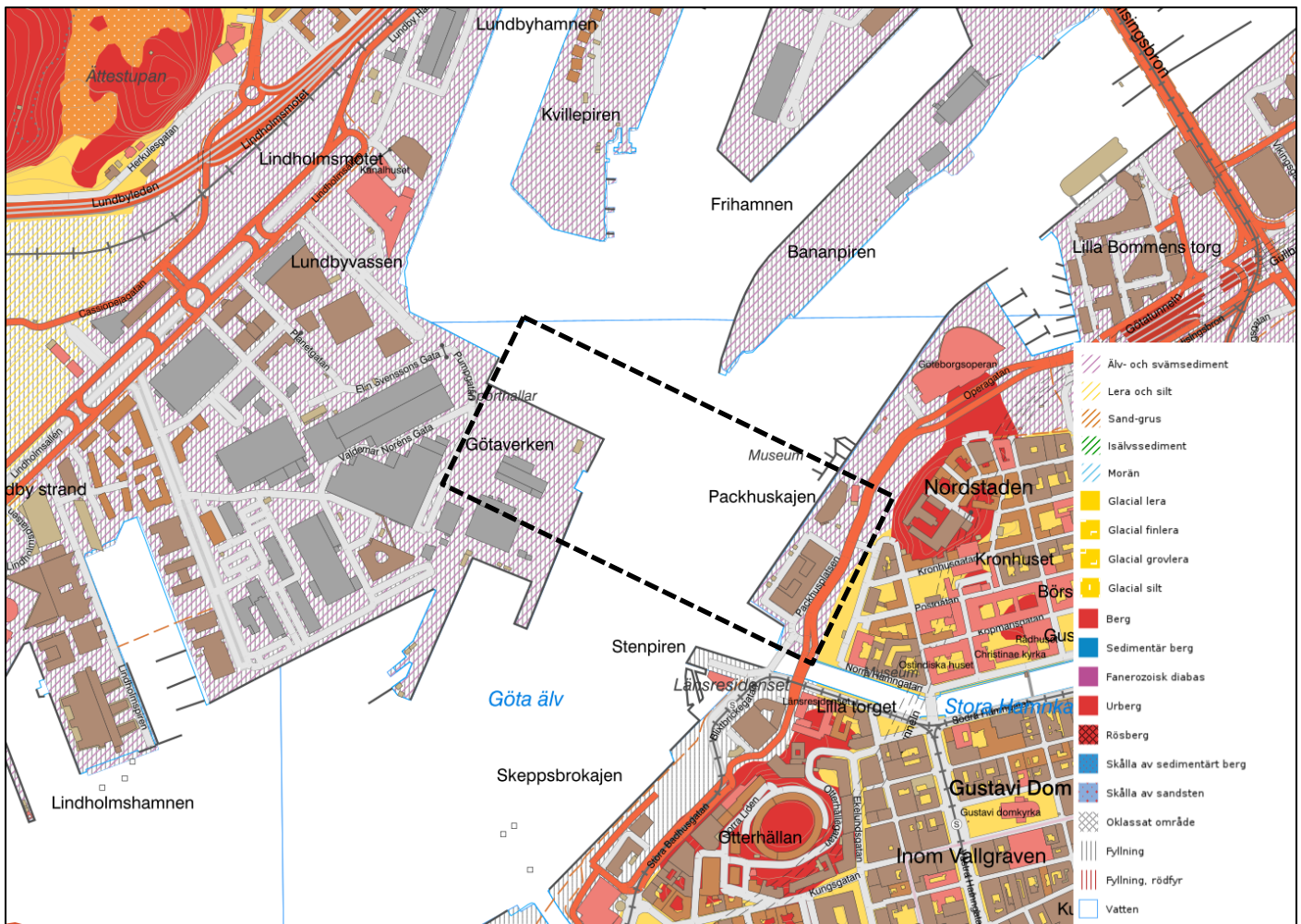
8.3 Kompletterande undersökningar

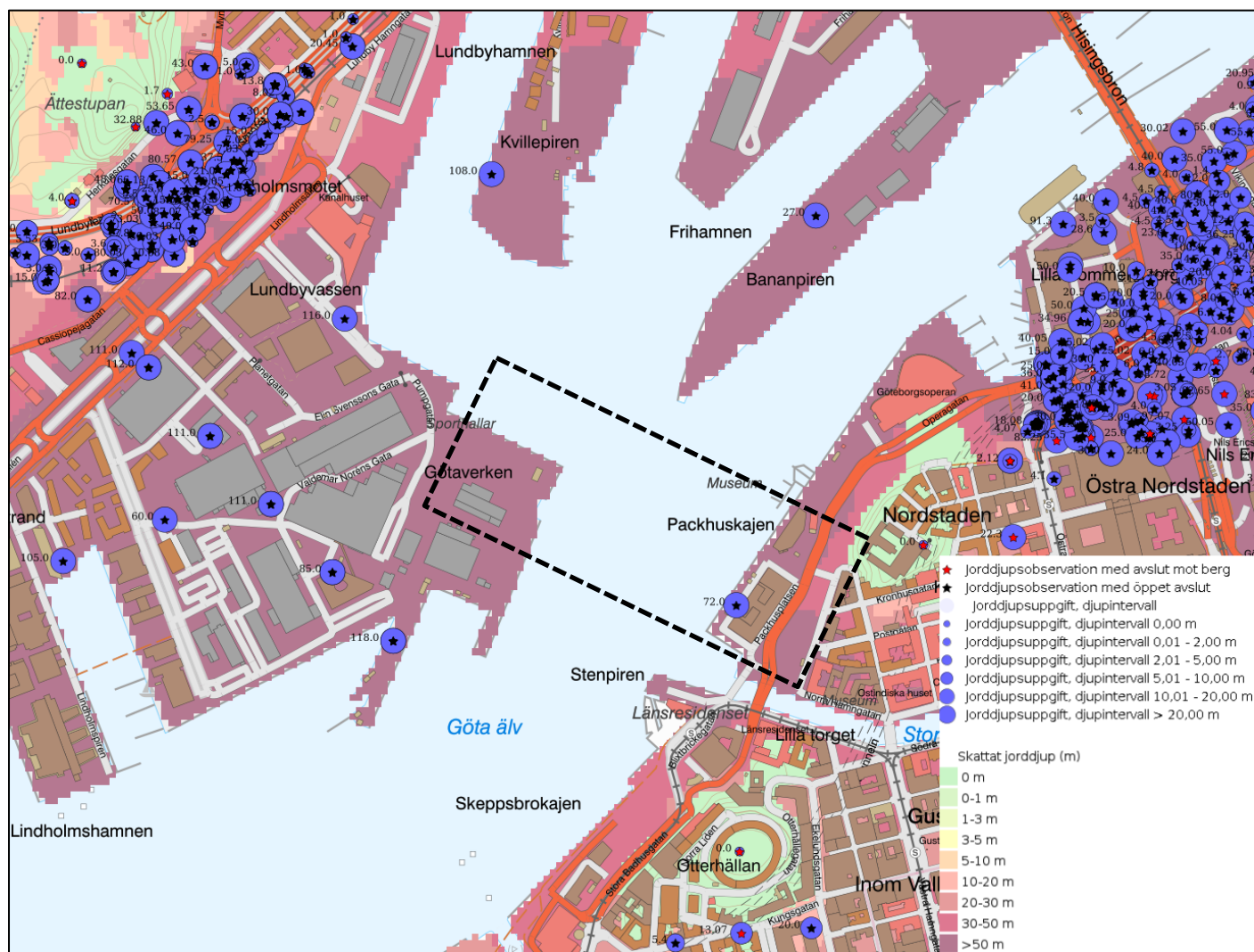
Kompletterande geotekniska undersökningar rekommenderas utföras i bygghandlingsskede för planerade brostöd både vid landfästena och i Göta älv för att klarlägga förutsättningarna i detalj.

9 REFERENSER

- Flygfältsbyrån AB. (2007-01-10). *Inspektionsrapport Hugo Hammars kaj, Gång- och cykelbro över Göta älv.*
- Gatubolaget. (1997-10-22). *Packhuskajen Västra delen Förstärknings Etapp 1 547/97-601.*
- MarCon Teknik. (2018-04-20). *Rapport Dykarundersökning Hugo Hammars kaj.*
- MarCon Teknik. (2018-04-20). *Rapport Dykarundersökning Stapelkajen.*
- Norconsult. (2018-06-04, rev 3 2019-03-06). *Geoteknisk utredning för detaljplan, Pumpgatan Etapp 2.*
- SGL. (2008). *Vägbyggnad med hänsyn till omgivningens stabilitet.*
- Sweco. (2011-09-15). *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad, Delområde H44.*
- Sweco. (2019-11-01). *Packhuskajen, Upprustning av kajområde sydvästra delen, Bygghandling, Plan spont och pålar 0770/18-5102.*
- Sweco. (2019-11-01). *Packhuskajen, Upprustning av kajområde sydvästra delen, Bygghandling, Översiktsplan 0770/18-5100.*
- Sweco. (2020-12-01). *PM Stabilitetsberäkningar Packhuskajen.*
- Sweco. (2024-03-28). *Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik/Hydrogeologi/Miljö, dokumentnummer 0C1140001.*
- Sweco. (2024-03-28). *PM Befintliga kajer, dokumentnummer 0K1140003.*
- Sweco. (2024-03-28). *PM Hydrogeologi, dokumentnummer 0G2140001.*
- Sweco. (2024-03-28). *PM VA och Ledningar, dokumentnummer 0W1140001.*
- Trafikkontoret, Göteborgs stad. (2021-01-29). *Gång- och cykelbro mellan Packhuskajen och hugo Hammars kaj - Underlag för inriktningsbeslut.*
- Tyréns. (2007-01-10). *Teknisk PM Geoteknik, Tillståndsansökan, Bedömning av geotekniska förhållanden kring GC-bro över Göta älv. .*
- VBK. (1974). *Bygghandling S.74.11.29.*
- VBK. (1975). *Förhandskopia längdsektion.*
- ÅF Infrastructure AB. (2014-04-15). *Packhuskajen, Ombyggnad träbrygga, Sammanställning 588807-5701.*

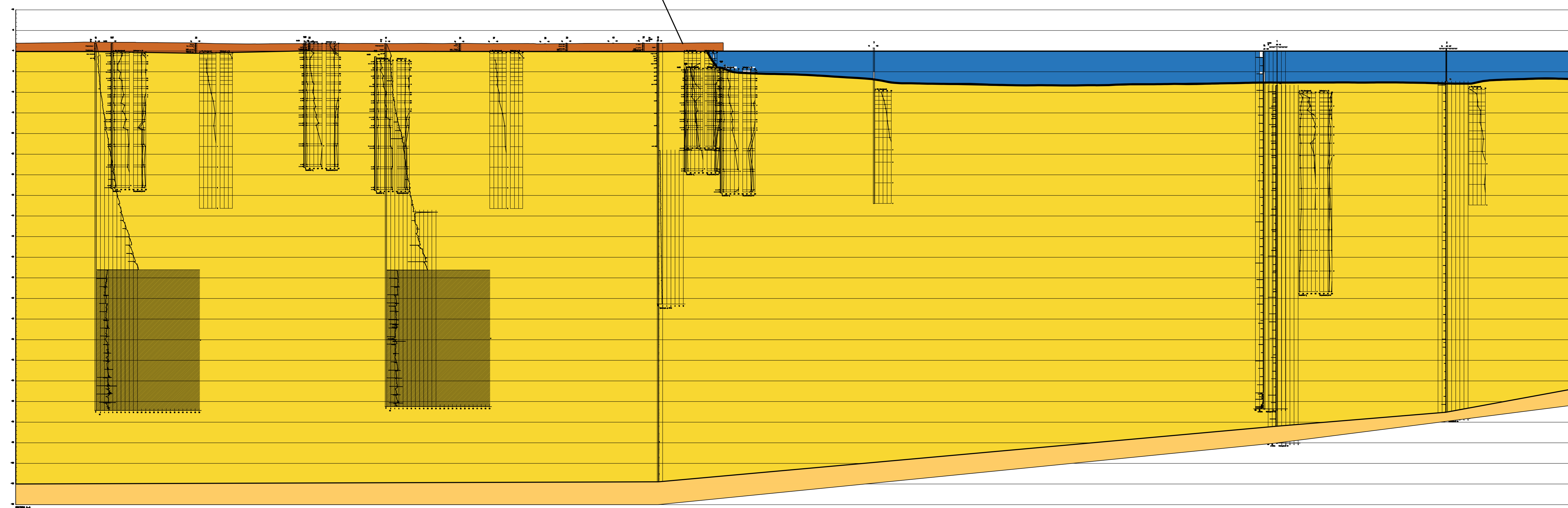
BILAGA 1	
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT PM Geoteknik
BILAGA Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)	UPPDRAGSNUMMER 30054710



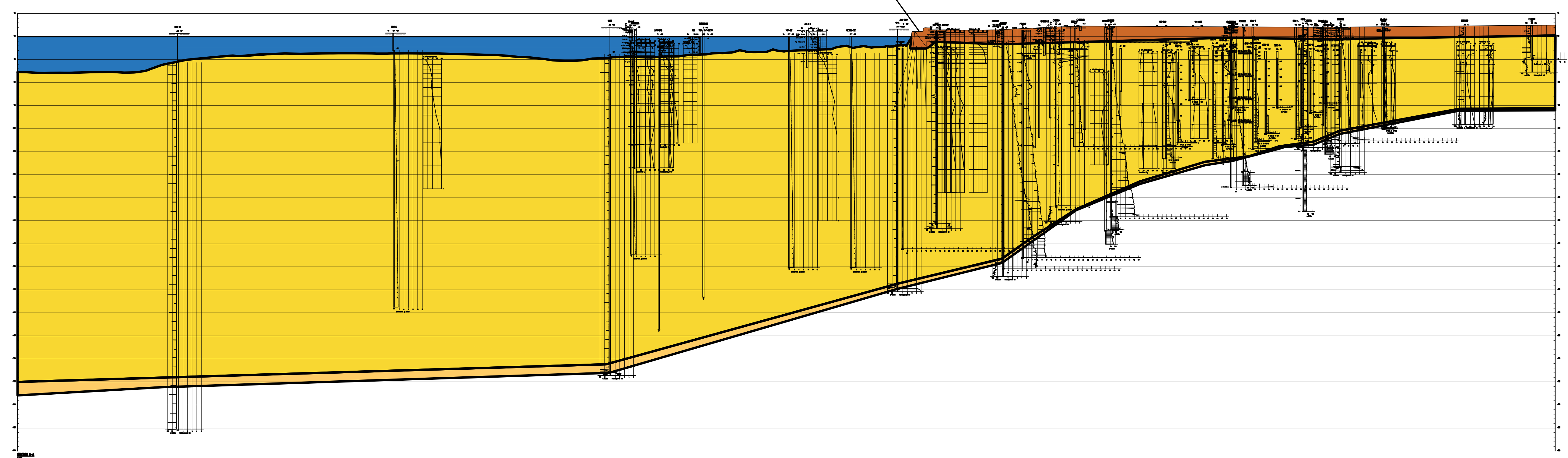


BILAGA 2	SWECO 
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT PM Geoteknik
BILAGA Tolkad jordlagerföljd	UPPDRAGSNUMMER 30054710

Hugo Hammars kaj



Packhuskajen



BILAGA 3	
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT PM Geoteknik
BILAGA Beräknings-PM	UPPDRAGSNUMMER 30054710

Innehållsförteckning

1	Syfte	2
2	Beräkningsförutsättningar	3
	2.1 Allmänt	3
	2.2 Partialkoefficienter	3
	2.3 Omräkningsfaktorer	4
	2.4 Lerans anisotropa egenskaper	5
	2.5 Valda värden	5
	2.6 Dimensionerande grundvatten och portryck	22
	2.7 Vattenstånd	22
	2.8 Laster	23
	2.9 Beräkningssektioner	24
3	Beräkningsresultat	25
	3.1 Befintliga förhållanden	25
	3.2 Planerade förhållanden och stabilitetshöjande åtgärder	25

Bilaga 1	Stabilitetsberäkningar – Geostudio SLOPE/W
Bilaga 1.1	Befintliga förhållanden
Bilaga 1.2	Planerade förhållanden
Bilaga 2	Beräkningar upplyft

1 SYFTE

Detta dokument har till syfte att redovisa förutsättningar, metod och resultat från utförda stabilitetsberäkningar för planerad gång- och cykelbro mellan Packhuskajen och Hugo Hammars kaj.

2 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Stabilitetsförhållanden har utvärderats genom beräkningar i Geostudio SLOPE/W 2021 R2 och 2023.1.2 med Morgenstern-Price beräkningsmetod. Beräkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i enlighet med Eurokod och IEG Rapport 6:2008 (Tillämpningsdokument Slänter och bankar). Analys av kritisk glidyta har utförts med grid and radius metoden i Geostudio SLOPE/W. Vid stabilitetsberäkningar har både kortsiktig samt långsiktig stabilitet beräknats genom odränerad och kombinerad analys.

Krav på säkerhetsfaktor vid beräkning med partialkoefficientmetoden väljs i enlighet med Eurokod och IEG Rapport 6:2008. Vid beräkning av stabilitet med partialkoefficienter enligt Eurokod läggs säkerhetsfaktorn på materialparametrarna samt på laster. Samtliga geokonstruktioner som beskrivs i detta PM hänförs till säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2). Kraven på säkerhetsfaktorn F_{EN} är 1,0 i SK2 enligt Tabell 4.3 i IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008 både för odränerad och kombinerad analys.

2.1 Allmänt

Vid stabilitetsberäkningar med partialkoefficientmetoden i enlighet med IEG 6:2008 ”Slänter och bankar”, bestäms relevanta dimensionerande parametervärden enligt följande:

$$\text{Dimensionerande värden, } X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$$

$$\text{Karakteristiskt värde } X_k = \eta \cdot \bar{X}$$

Där

γ_m = fast partialkoefficient

η = omräkningsfaktor

$\bar{X}$ = valt värde från sammanställning av härledda värden

I Tabell 1 redovisas val av säkerhetsklass och geoteknisk kategori.

Tabell 1 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Säkerhetsklass:	SK2, $\gamma_d = 0,91$
Geoteknisk kategori	GK2

2.2 Partialkoefficienter

γ_m , partialkoefficient är enligt Tabell 2, är hämtad från TRVFS 2011:12 Bilaga 5 Tabell A.4, uppsättning M2.

Tabell 2 Partialkoefficienter, γ_m

Materialegenskap	γ_m
Friktionsvinkel, ϕ'	1,3
Effektiv kohesion, c'	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet, c_u	1,5
Tunghet, γ	1,0

2.3 Omräkningsfaktorer

Omräkningsfaktorn för jordmaterials tunghet och E-modul är 1,0. För befintlig och ny fyllning ansätts omräkningsfaktorn till 1,0 då materialegenskaper valts utifrån tabellvärde och inte mot bakgrund av fältundersökning.

Riktlinjer för val av delfaktorer vid släntstabilitetsberäkningar ges i IEG Rapport 6:2008.

Omräkningsfaktor, η_{tot} , för lerans odränerade skjuvhållfasthet beräknas som produkten av samtliga delfaktorer.

$\eta_{1,2}$ Tar hänsyn till egenskapens naturliga variation (definierad i form av variationskoefficienten V) och antal oberoende undersökningspunkter (n).

η_3 Tar hänsyn till osäkerheter vid bestämning av jordens egenskaper.

$\eta_{4,5,6,7}$ Beaktar omfattningen av en potentiell brottyta och om medelvärde använts vid jordegenskaper.

η_8 Standardvärde 1,0.

Valda η -faktorer och erhållen omräkningsfaktor redovisas i Tabell 3, Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 3 Vald η -faktor för Packhuskajen (delområde 1 och delområde 2)

Delfaktor	Värde för τ	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2$	1,0	Normalsvensk lera, 23 oberoende undersökningspunkter.
η_3	1,0	Två metoder har använts. Liten spridning.
$\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7$	1,0	Liten brottyta, medelkonsekvens vid brott men kort till undersökning.
η_8	1,0	Standardvärde
η_{tot} (prod)	1,0	

Tabell 4 Vald η -faktor för Göta älv

Delfaktor	Värde för τ	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2$	1,0	Normalsvensk lera, 19 oberoende undersökningspunkter.
η_3	1,0	Två metoder har använts. Liten spridning.
$\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7$	1,0	Liten brottyta, medelkonsekvens vid brott men kort till undersökning.
η_8	1,0	Standardvärde
η_{tot} (prod)	1,0	

Tabell 5 Vald η -faktor för Hugo Hammars kaj

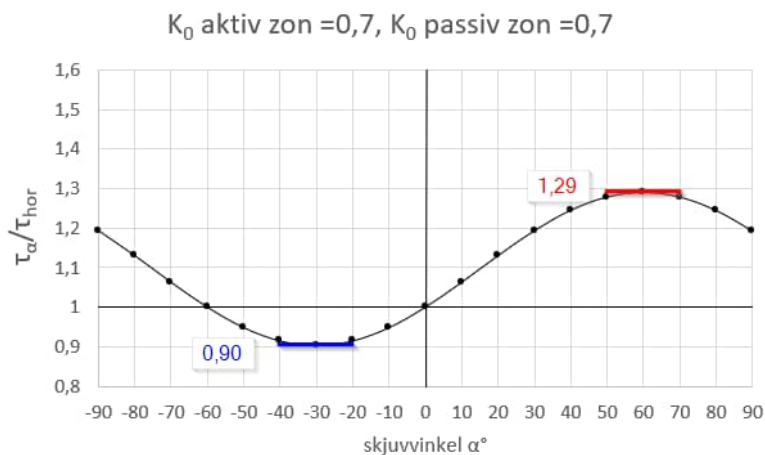
Delfaktor	Värde för τ	Motiv till valda η -faktorer:
$\eta_1\eta_2$	1,0	Normalsvensk lera, 4 oberoende undersökningspunkter.
η_3	1,0	Två metoder har använts. Liten spridning.
$\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7$	1,0	Liten brottyta, medelkonsekvens vid brott men kort till undersökning.
η_8	1,0	Standardvärde
η_{tot} (prod)	1,0	

2.4 Lerans anisotropa egenskaper

Anisotropieffekten har utvärderats enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet, som kvoten mellan skjuvhållfastheten (τ_α) vid skjuvning mot en viss vinkel (α°) mot horisontalplanet, och skjuvhållfastheten (τ_{hor}) vid skjuvning mot horisontalplanet ($\alpha=0^\circ$). Aktiva och passiva triaxialförsök antas ge den maximala och minimala skjuvhållfastheten som motsvarar skjuvhållfastheten vid skjuvning 60° ($\tau_\alpha=60^\circ$) respektive -30° ($\tau_\alpha=-30^\circ$) mot horisontalplanet.

Den valda skjuvhållfastheten antas ge en skjuvhållfasthet som motsvarar skjuvhållfastheten mot horisontalplanet (τ_{hor}) ($\alpha=0^\circ$).

Från utvärderad anisotropieffekt (τ_α/τ_{hor}) har förhållandet mellan horisontal- och vertikalspänning (K_0) utvärderats enligt Figur 3.3 och Ekvation 3-2 i SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet. I stabilitetsberäkningarna ökas således skjuvhållfastheten i aktivzonen och minskas i passivzonen beroende på glidyta lutning, se Figur 1 för vald $K_0=0,7$.



Figur 1 Diagram visande förändring av skjuvhållfasthet till följd av anisotropi vid $K_0=0,7$.

2.5 Valda värden

Valda, karakteristiska och dimensionerande värden för planerad tung fyllning redovisas i Tabell 6.

Tabell 6 Valda värden för planerad fyllning

Jordlager	Egenskaper	Valt karakteristiskt värde X_k	Dimensionerande värde X_d	Materialmodell (Geostudio)
Ny fyllning	Tunghet**	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$	Mohr-Coulomb
	Hållfasthet**	$\phi' = 42^\circ$	$\phi' = 34,7^\circ$	

** Tabellvärde från TRVINFRA-00230

Valda värden för lättklinker baserat på tabellvärden i TRVINFRA-00230 redovisas i Tabell 7.

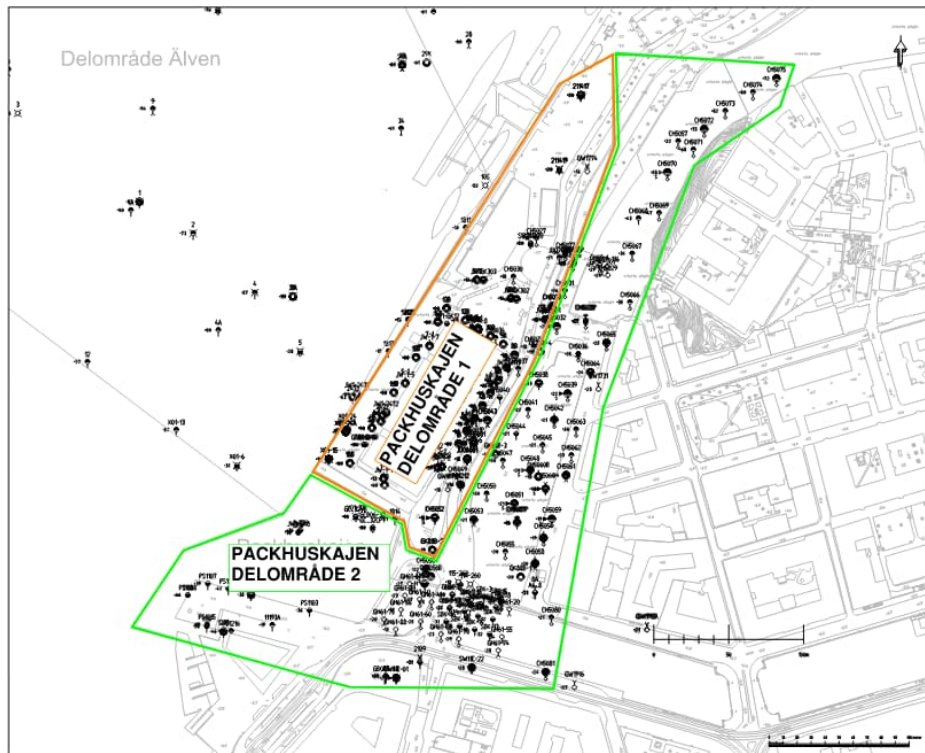
Tabell 7 Valda värden lättklinker

Jordlager	Egenskaper	Valt karakteristiskt värde X_k	Dimensionerande värde X_d	Materialmodell (Geostudio)
Lättklinker	Tunghet*	$\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 1 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 1 \text{ kN/m}^3$	Mohr-Coulomb
	Hållfasthet*	$\phi' = 35^\circ$	$\phi' = 28,3^\circ$	

* Rekommenderat värde från TRVINFRA-00230 KRAV v2.0.

2.5.1 Packhuskajen

Områdesindelning för redovisning av borrhål inom Packhuskajen redovisas i Figur 2.



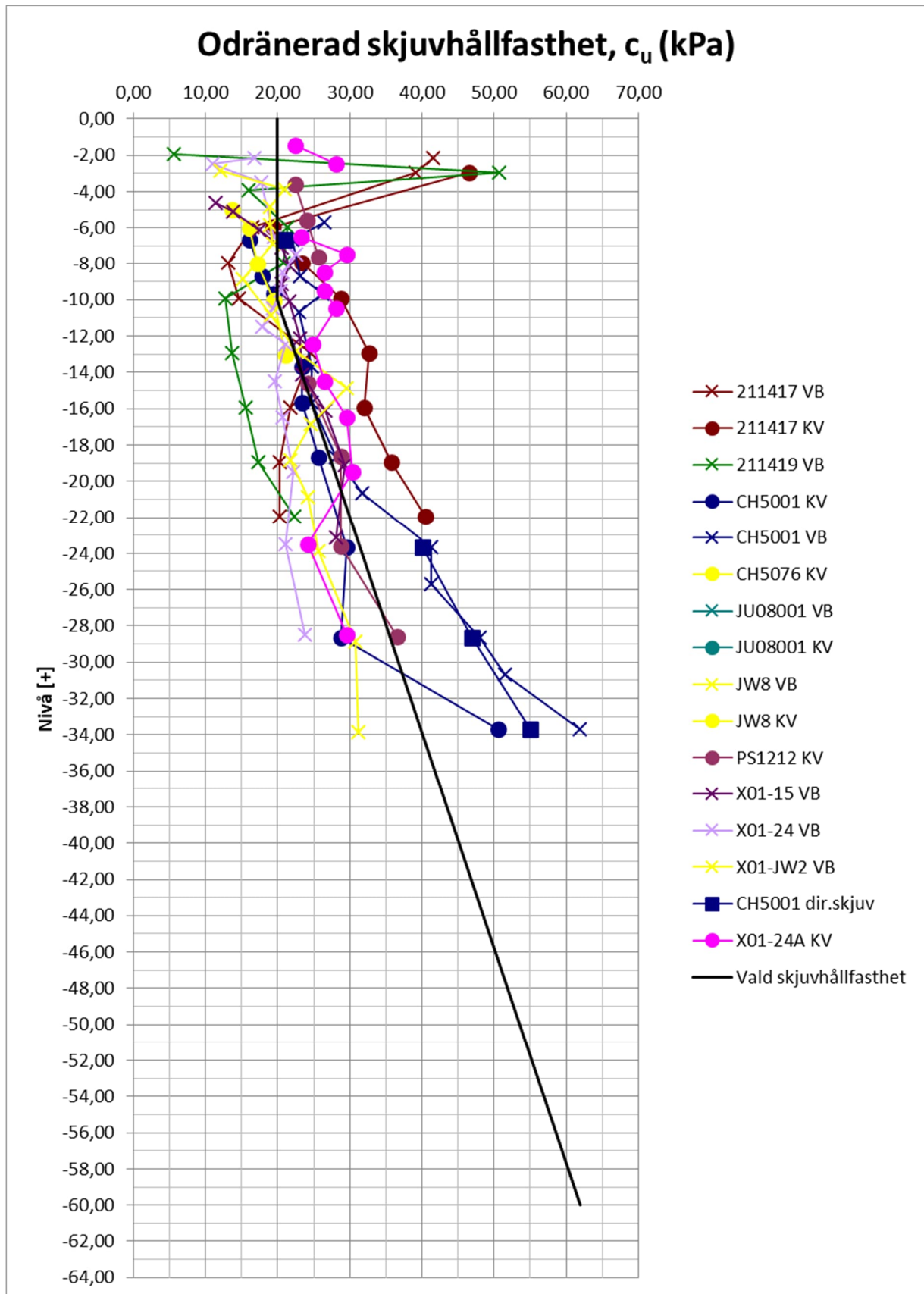
Figur 2 Områdesindelning Packhuskajen.

Valda, karakteristiska och dimensionerande värden för jordlagren redovisas i Tabell 8. Underlag för valda värden för odränerad skjuvhållfasthet och densitet redovisas i Figur 3 - Figur 6.

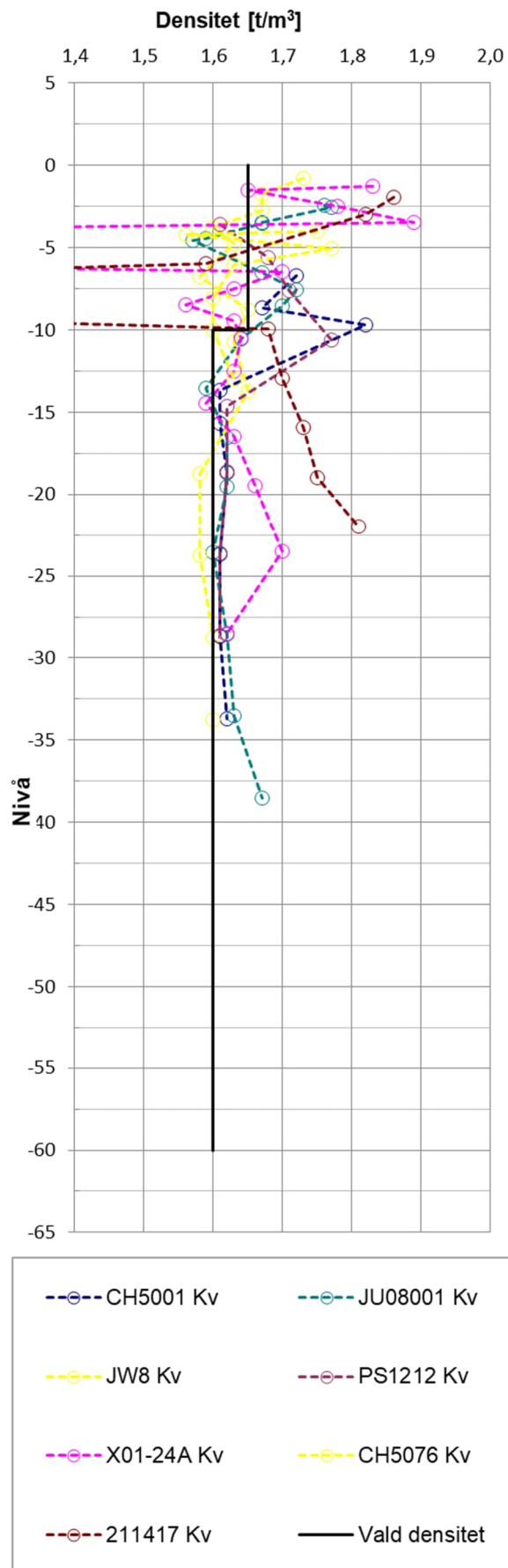
Tabell 8 Valda värden för naturlig jord för Packhuskajen delområde 1 och delområde 2.

Jordlager (nivå [-])	Egenskaper	Valt karakteristiskt värde X_k	Dimensionerande värde X_d	Materialmodell (Geostudio)
Fyllning $+2 \leq z \leq +0$	Tunghet**	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$	Mohr- Coulomb
	Hållfasthet**	$\phi' = 31^\circ$	$\phi' = 24,8^\circ$	
Lera / (gyttjig) siltig lera $+0 \leq z \leq -10$	Tunghet	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,5 \text{ kN/m}^3$	Undrained (Phi=0)
	Hållfasthet	$c_u = 20,0 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\phi' = 30^\circ$ $K_0 = 0,7$	$c_u = 13,3 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\phi' = 23,9^\circ$ $K_0 = 0,7$	Combined, $S=f(\text{depth})$
Lera 1/ siltig lera 1 $-10 \leq z \leq -\text{fast botten}$	Tunghet	$\gamma = 16,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 16,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,0 \text{ kN/m}^3$	$S=f(\text{datum})$
	Hållfasthet	$c_u = 20,0 + 0,84 \cdot z_1$ kPa $c'/c_u = 0,1$, $\phi' = 30^\circ$ $K_0 = 0,7$	$c_u = 13,3 + 0,56 \cdot z_1$ kPa $c'/c_u = 0,1$, $\phi' = 23,9^\circ$ $K_0 = 0,7$	Combined, $S=f(\text{datum})$

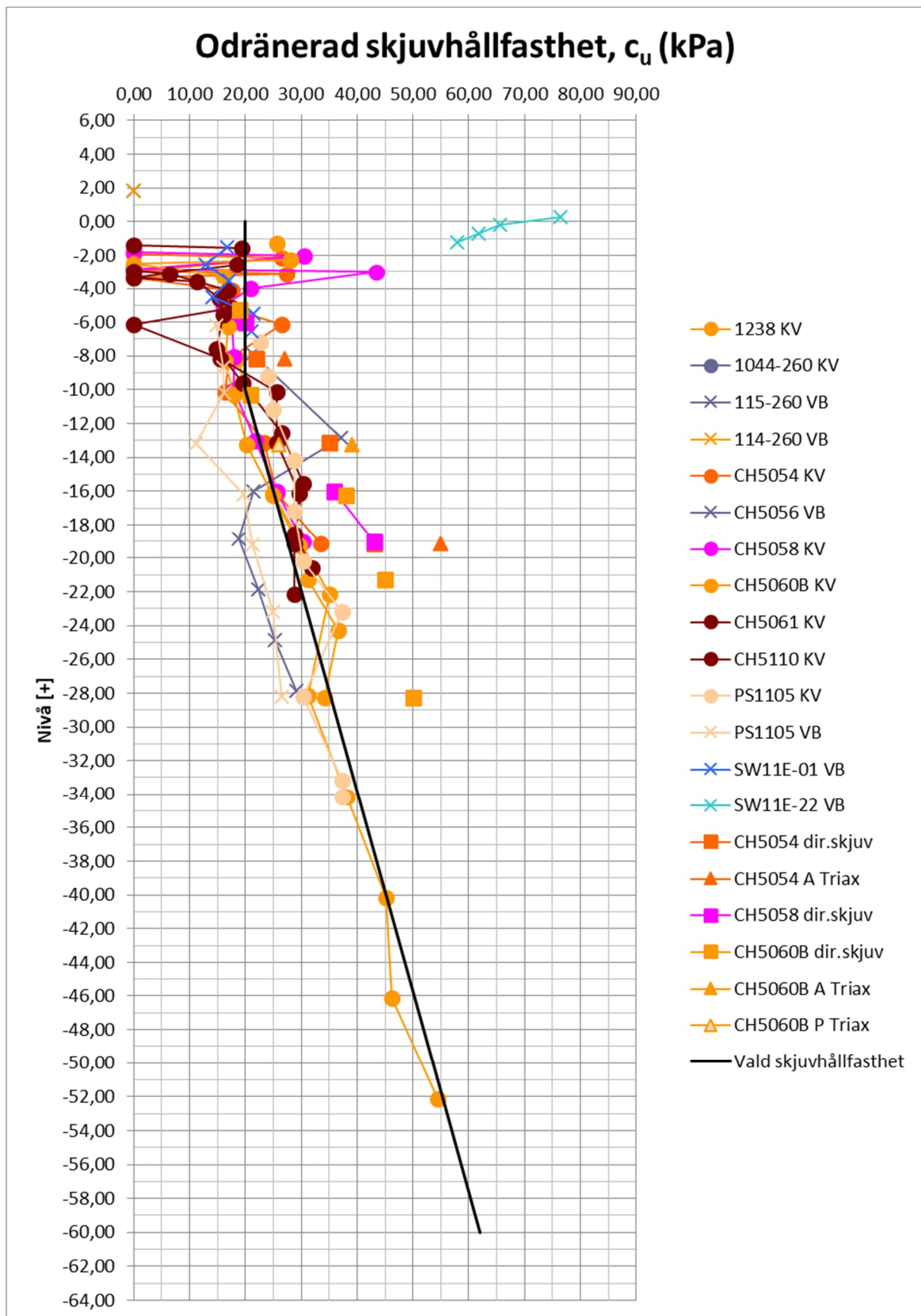
** Tabellvärde från TRVINFRA-00230.
 $z_1=0$ vid nivå -10



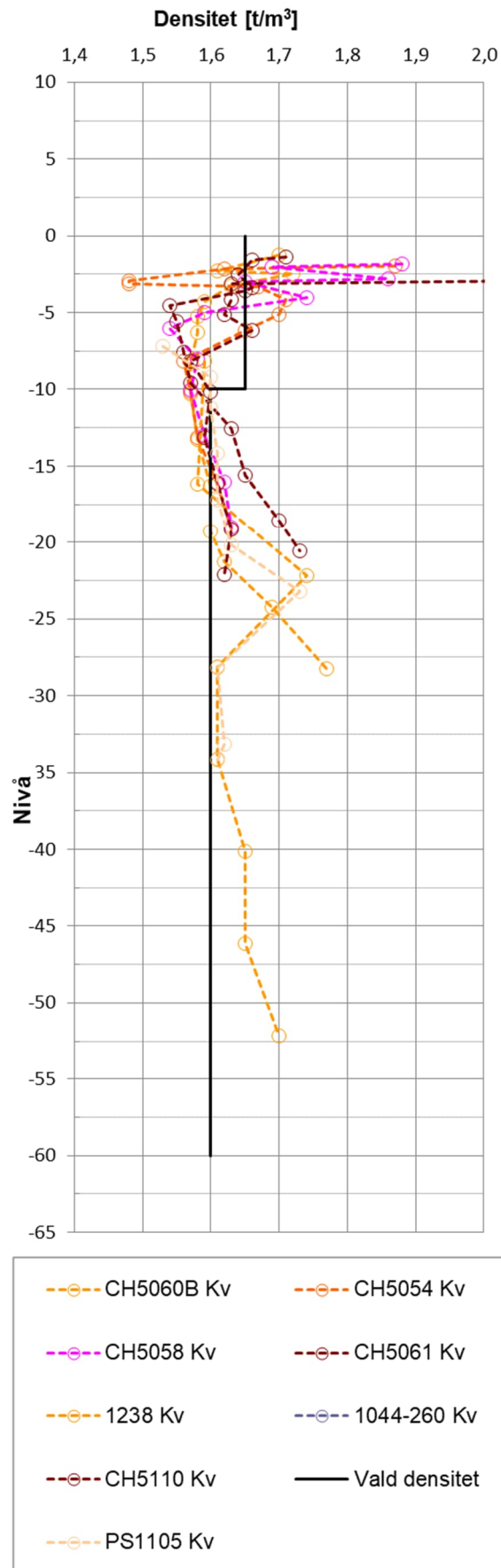
Figur 3 Vald odränerad skjuvhållfasthet för lera vid Packhuskajen delområde 1



Figur 4 Vald tungnet för lera vid Packhuskajen delområde 1



Figur 5 Vald odränerad skjuvhållfasthet för lera vid Packhuskajen delområde 2



Figur 6 Vald tunghet för lera vid Packhuskajen delområde 2

De anisotropa förhållandena har bestämts utifrån utförda triaxialförsök och empiri enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet. I utförda stabilitetsberäkningar har utvärderade anisotropa förhållanden använts enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet (Figur 3.3 och Ekvation 3-2) vilket mot djupet innebär större hållfasthetstillväxt i aktivzonen jämfört med passivzonen.

Lerans anisotropa egenskaper har utvärderats och har tillgodosåknats i stabilitetsberäkningarna. Som underlag för utvärderingen har enbart tidigare utförda odränerade aktiva och passiva triaxialförsök från Västlänken AKF05 utförda mellan 2012 och 2014 använts. Odränerade aktiva triaxialförsök finns från två punkter, totalt 3 nivåer, och odränerade passiva triaxialförsök finns utfört på en nivå i en punkt.

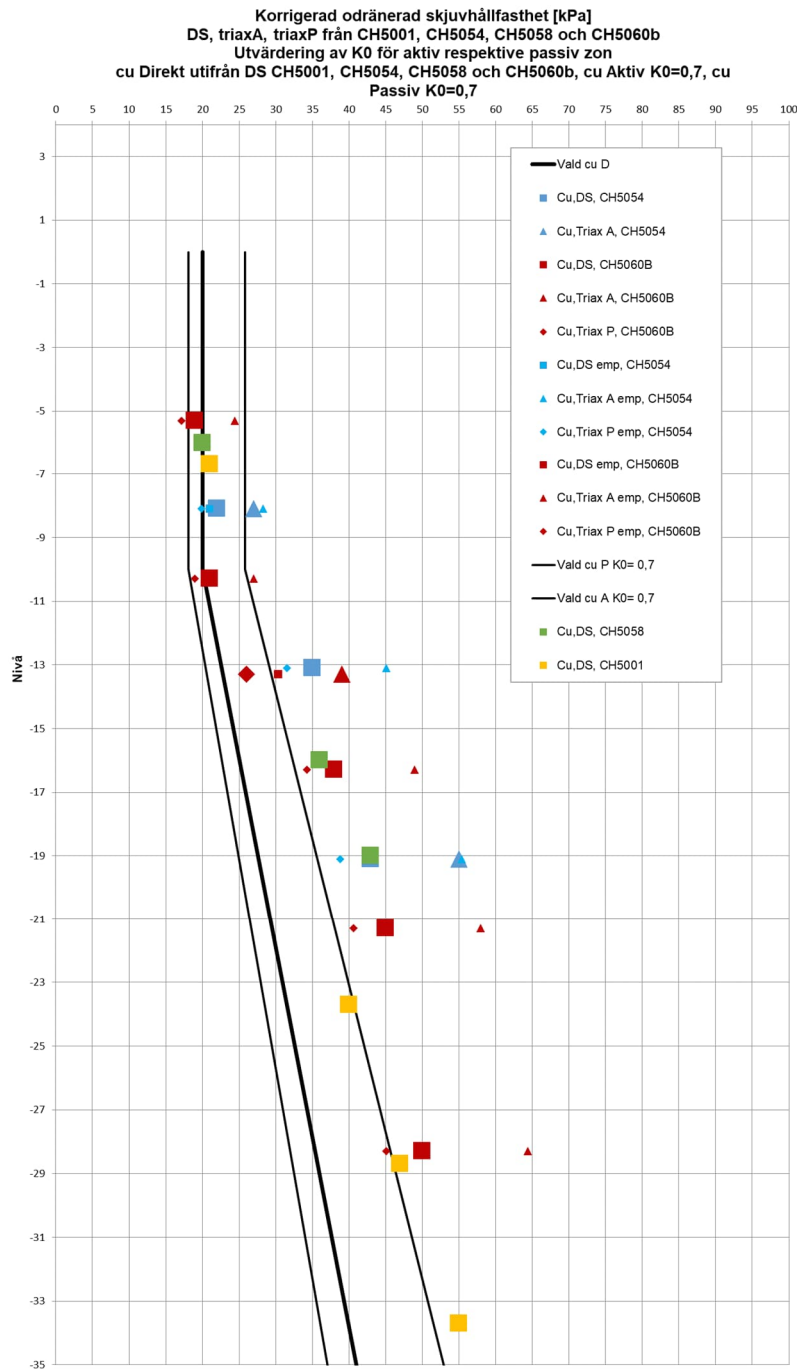
Anisotropieffekten och motsvarande beräknad K_0 redovisas i Tabell 9. Det aktiva och passiva förhållandet mellan vertikal- och horisontalspänningen, K_0 , varierar något utifrån utförda triaxialförsök och är vald till 0,7 för Packhuskajen. Underlag till vald anisotropifunktion ($K_0 = 0,7$) redovisas i Figur 7.

Tabell 9 Sammanställning av utförda triaxialförsök samt resulterande anisotropieffekt och K_0 för Packhuskajen delområde 1 och delområde 2.

Område	Borrhål	Djup (m)	Skjuvhållfasthet från aktiva triaxialförsök, $\tau_{\alpha=60^\circ}$ (*passiva, $\tau_{\alpha=-30^\circ}$), [kPa]	Skjuvhållfasthet från direkta skjuvförsök, τ_{hor} , [kPa]	Anisotropieffekt, $\tau_{\alpha=60^\circ}/\tau_{hor}$ (passiv, $\tau_{\alpha=-30^\circ}/\tau_{hor}$)	K_0
Packhuskajen	CH5054	10	27	22,0	1,37	0,75
Packhuskajen	CH5054	21	55	43,0	1,44	0,71
Packhuskajen	CH5060b	15	39	30,3**	1,29	0,70
Packhuskajen	CH5060b	15	26*	28,8**	1,17	0,70

* Skjuvhållfasthet från passivt triaxialförsök

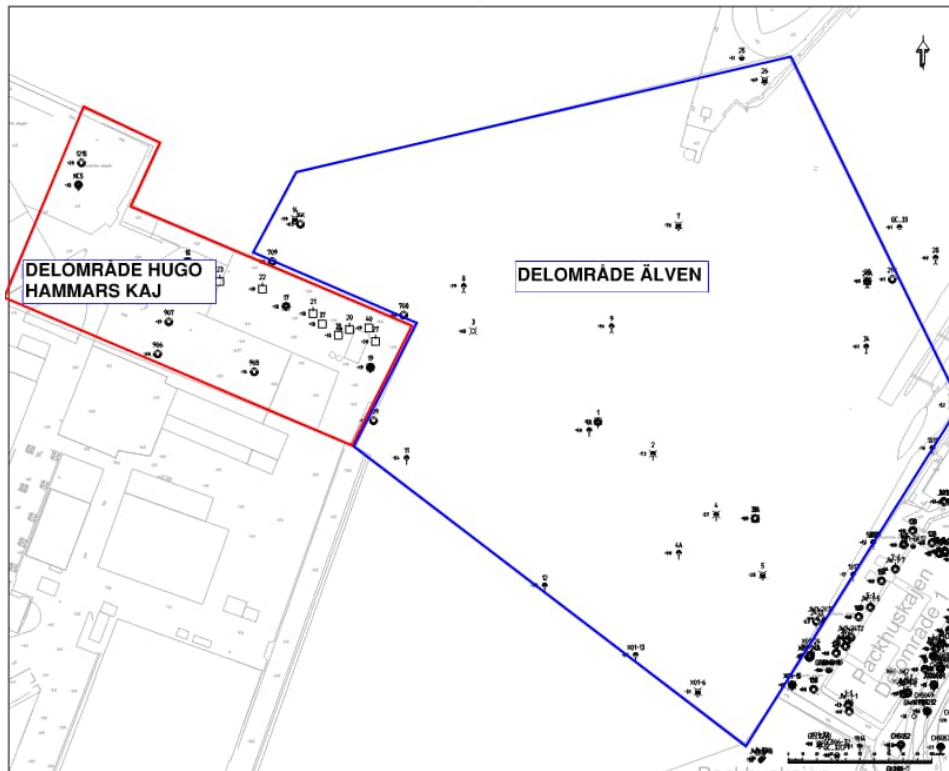
** Empiriskt framräknat värde utifrån aktiva/passiva triaxialförsök enligt SGI Info 3.



Figur 7 Underlag till vald anisotropifunktion ($K_0 = 0,7$) där värdet för den direkta skjuvhållfastheten ($C_{uDir}/\text{Vald skjuvhållfasthet}$) multipliceras med max (1,29) och min-värden (0,90) enligt anisotropifunktionen för respektive nivå.

2.5.2 Göta älv

Områdesindelning för redovisning av borrhål inom Göta älv redovisas i Figur 8.



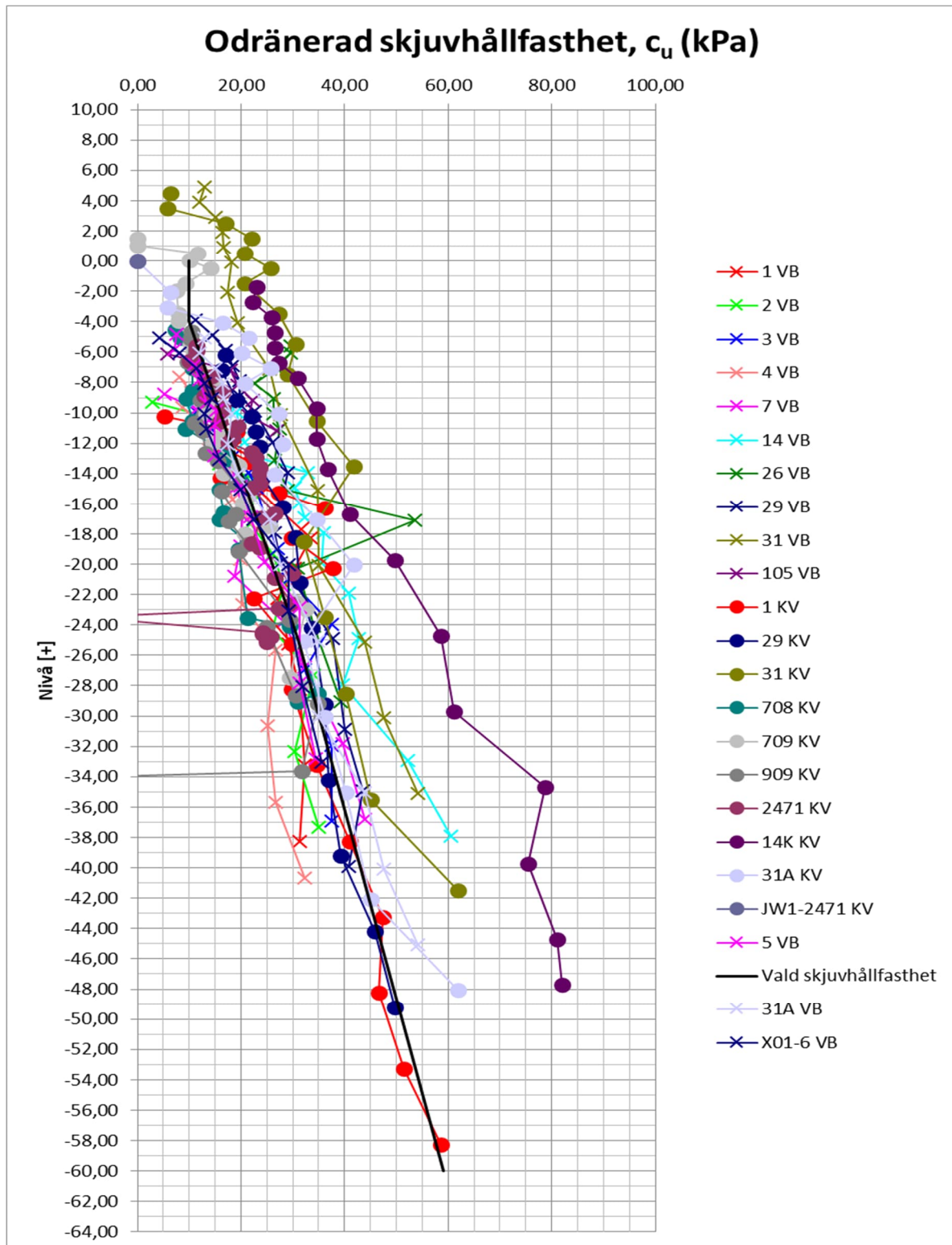
Figur 8 Områdesindelning Göta älv, blå markering

Valda, karakteristiska och dimensionerande värden för jordlagren redovisas i Tabell 10. Underlag för valda värden för odränerad skjuvhållfasthet och densitet redovisas i Figur 9 och Figur 10.

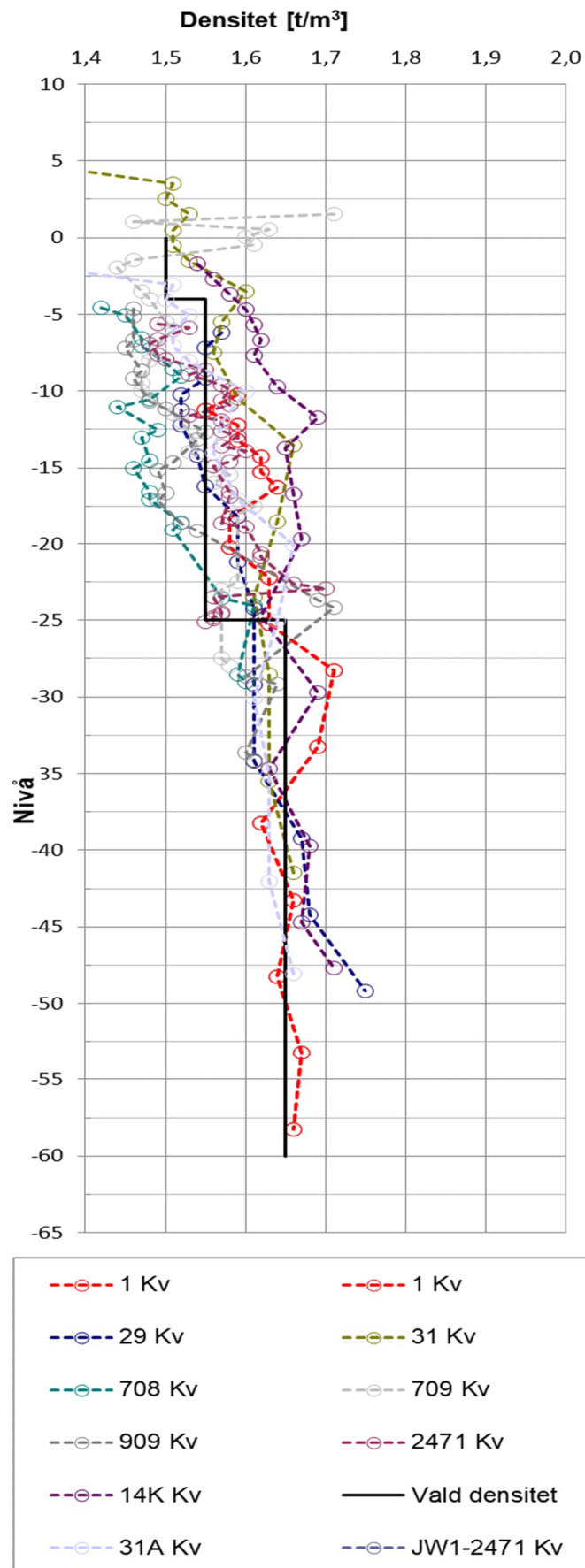
Tabell 10 Valda värden för naturlig jord för Göta älv

Jordlager (nivå [-])	Egenskaper	Valt karakteristiskt värde X_k	Dimensionerande värde X_d	Materialmodell (Geostudio)
Älvbotten/ Älvsediment	Tunghet	$\gamma = 15,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,0 \text{ kN/m}^3$	S=f(depth) Combined, S=f(depth)
Cirka 0,5m tjockt lager	Hållfasthet	$c_u = 5 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$	$c_u = 3,3 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$	
Lera 1 under älvbotten	Tunghet	$\gamma = 15,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,0 \text{ kN/m}^3$	S=f(depth) Combined, S=f(depth)
$0 \leq z \leq -4$	Hållfasthet	$c_u = 10 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$	$c_u = 6,7 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$	
Lera 2 under älvbotten	Tunghet	$\gamma = 15,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,5 \text{ kN/m}^3$	S=f(datum) Combined, S=f(datum)
$-4 \leq z_1 \leq -25$	Hållfasthet	$c_u = 10 + 1 \cdot z_1 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$	$c_u = 10 + 0,67 \cdot z_1 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$	
Lera 3 under älvbotten	Tunghet	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16,5 \text{ kN/m}^3$	S=f(datum) Combined, S=f(datum)
$-25 \leq z_2 \leq -60$	Hållfasthet	$c_u = 31 + 0,8 \cdot z_2 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$	$c_u = 20,7 + 0,53 \cdot z_2 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$	

$z_1=0$ vid nivå -4
 $z_2=0$ vid nivå -25



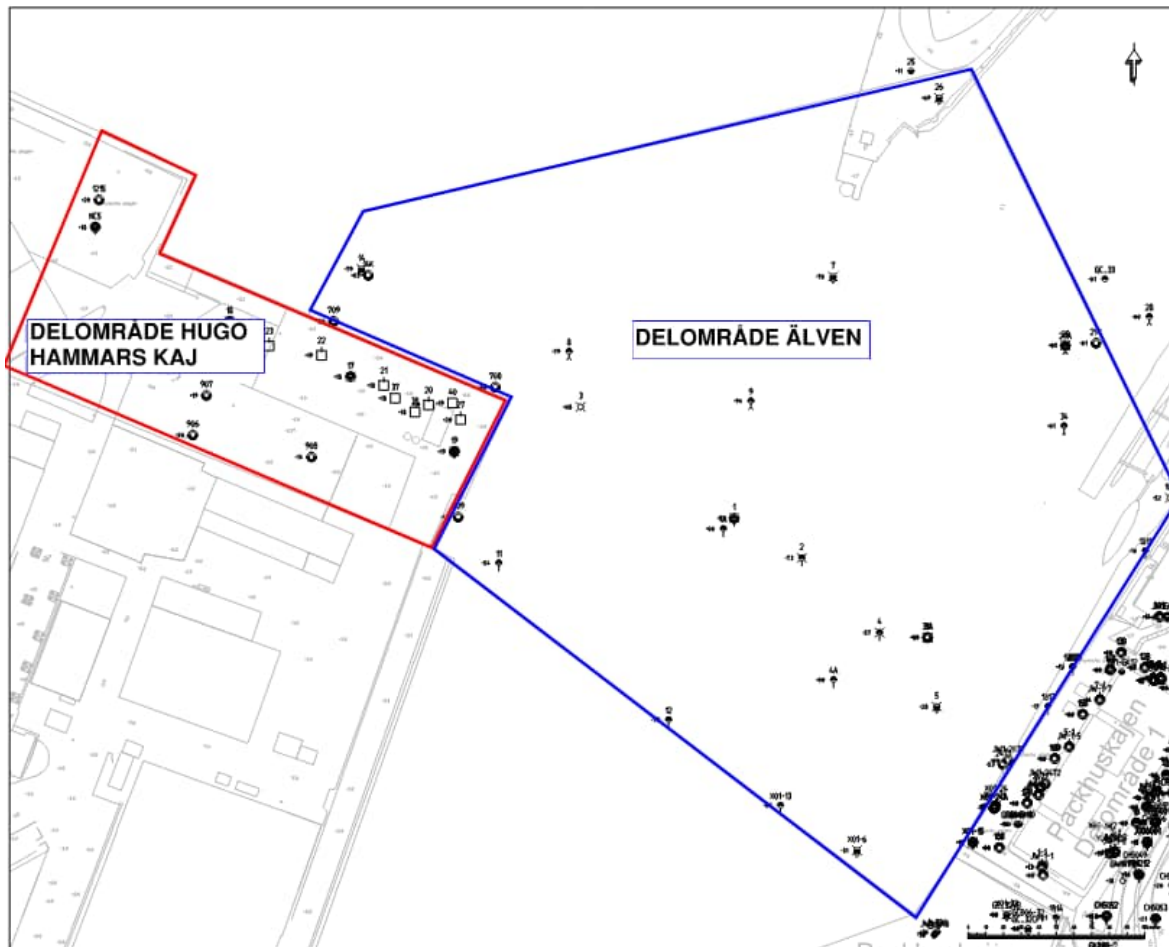
Figur 9 Vald odränerad skjuvhållfasthet för lera i Göta älv



Figur 10 Vald tunghet för lera i Göta älv

2.5.3 Hugo Hammars kaj

Områdesindelning för redovisning av borrhål inom Hugo Hammars kaj redovisas i Figur 11.



Figur 11 Områdesindelning Hugo Hammars kaj, röd markering

Valda, karakteristiska och dimensionerande värden för jordlagren redovisas i Tabell 11. Underlag för valda värden för odränerad skjuvhållfasthet och densitet redovisas i Figur 12 och Figur 13. I sammanställningen urskiljer sig de äldre sonderingarna, utförda i samband med Götaverkens utredning 1973 vilka tenderar genomgående att visa på en lägre hållfasthet jämfört med nyare sonderingar. Men anledning av detta franses sonderingsresultat äldre än 50 år i sammanställningen.

Tabell 11 Valda värden för naturlig jord för Hugo Hammars kaj

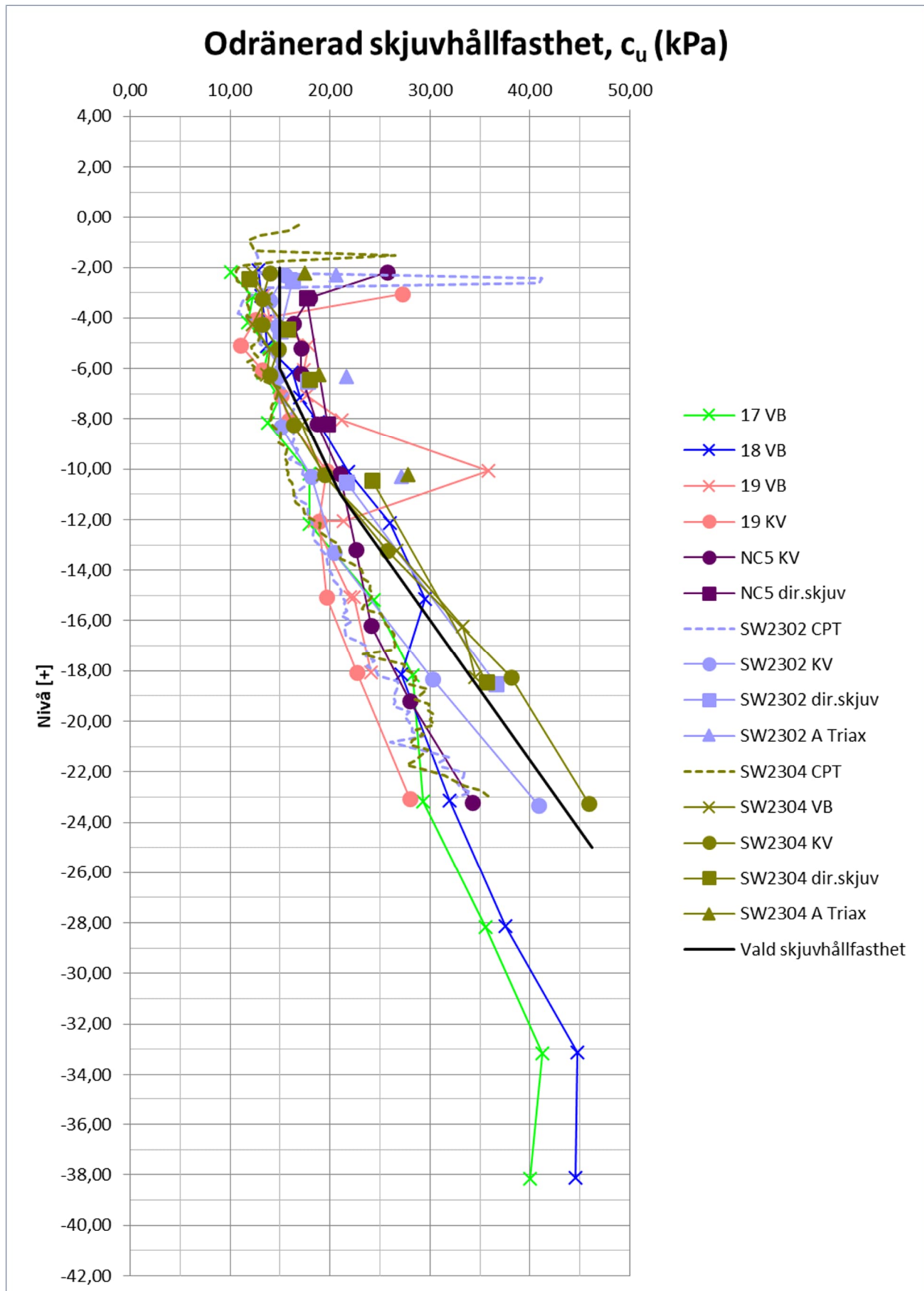
Jordlager (nivå [-])	Egenskaper	Valt karakteristiskt värde X_{k1}	Dimensionerande värde X_{d1}	Materialmodell (Geostudio)
Fyllning $+2 \leq z \leq +0$	Tunghet**	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$	Mohr-Coulomb
	Hållfasthet**	$\varphi' = 31^\circ$	$\varphi' = 24,8^\circ$	
Lera 1 $+0 \leq z \leq -6$	Tunghet	$\gamma = 15,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15,5 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 15,5 \text{ kN/m}^3$	S=f(depth) Combined, S=f(depth)
	Hållfasthet	$c_u = 15,0 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi' = 30^\circ$ $K_0 = 0,7$	$c_u = 9,3 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi' = 23,9^\circ$ $K_0 = 0,7$	

Lera 2 $-6 \leq z \leq -11$	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$ $K_0 = 0,7$	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$ $K_0 = 0,7$	S=f(datum) Combined, S=f(datum)
	Hållfasthet	$c_u = 15 + 1,2 \cdot z_1 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$ $K_0 = 0,7$	$c_u = 10 + 0,8 \cdot z_1 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$ $K_0 = 0,7$	
Lera 3 $-11 \leq z \leq \text{fast botten}$	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$ $K_0 = 0,7$	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$ $K_0 = 0,7$	S=f(datum) Combined, S=f(datum)
	Hållfasthet	$c_u = 21 + 1,8 \cdot z_2 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 30^\circ$ $K_0 = 0,7$	$c_u = 14 + 1,2 \cdot z_2 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi' = 23,9^\circ$ $K_0 = 0,7$	

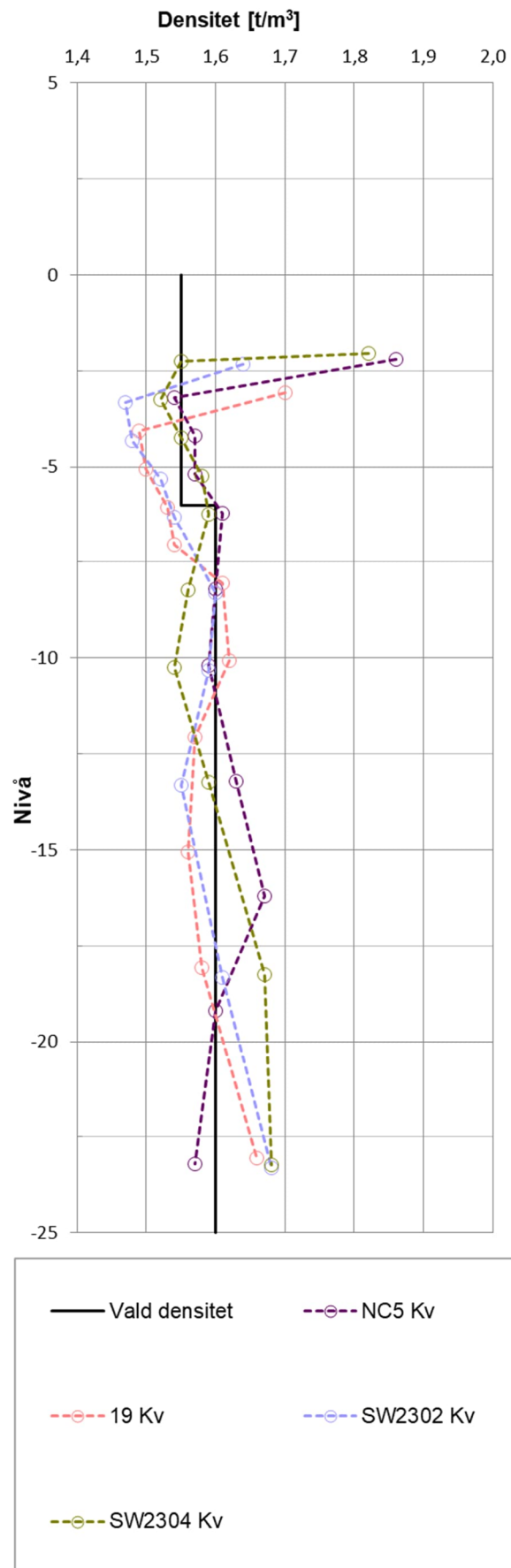
** Tabellvärde från TRVINFRA-00230.

$z_1=0$ vid nivå -6

$z_2=0$ vid nivå -11



Figur 12 Vald odränerad skjuvhållfasthet för lera vid Hugo Hammars kaj



Figur 13 Vald tunghet för lera vid Hugo Hammars kaj

De anisotropa förhållandena har bestämts utifrån utförda triaxialförsök och empiri enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet. I utförda stabilitetsberäkningar har utvärderade anisotropa förhållanden använts enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet (Figur 3.3 och Ekvation 3-2) vilket mot djupet innebär större hållfasthetstillväxt i aktivzonen jämfört med passivzonen.

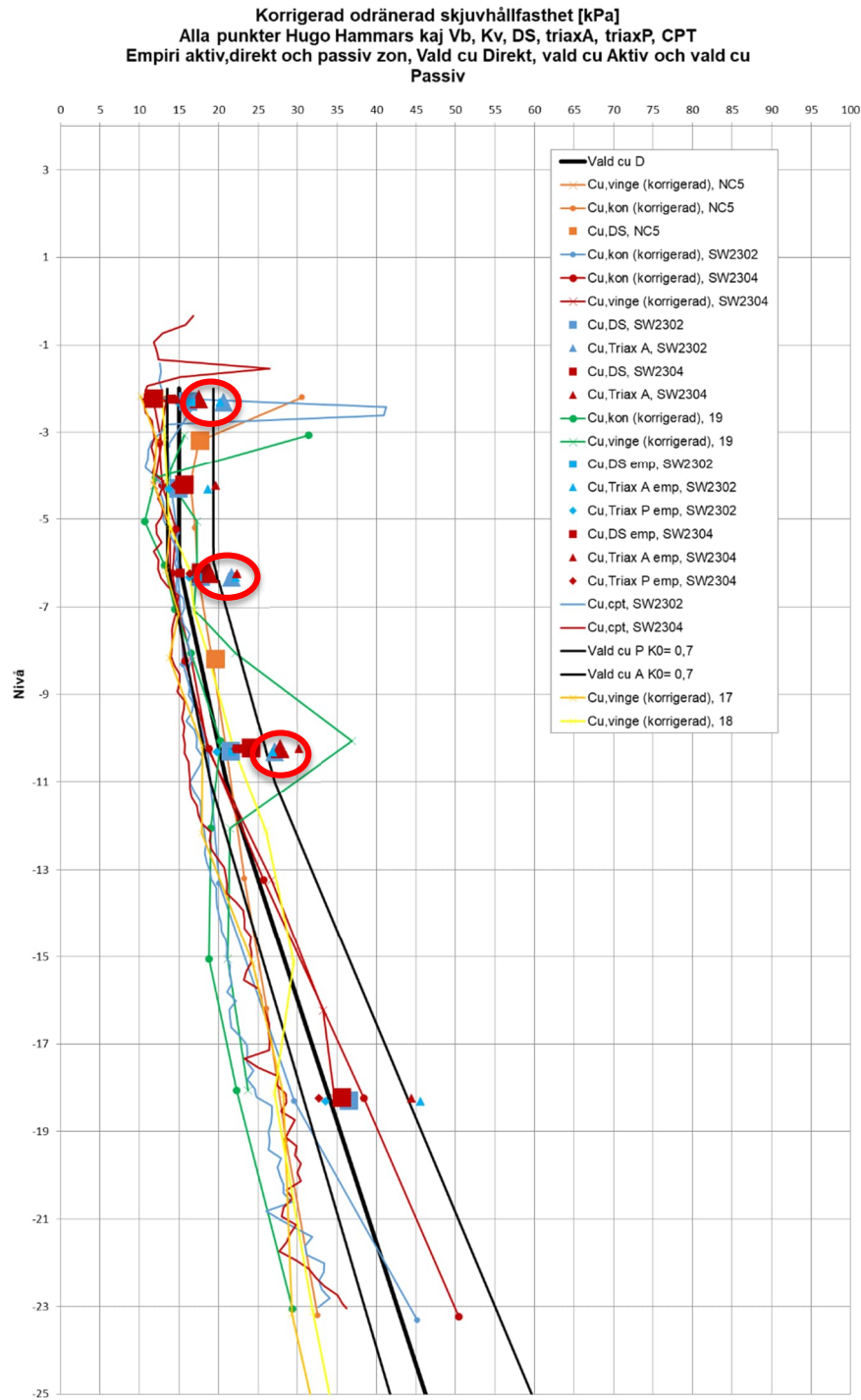
Lerans anisotropa egenskaper har utvärderats och har tillgodosäkrats i stabilitetsberäkningarna. Som underlag för utvärderingen har odränerade aktiva triaxialförsök utförts i två punkter, totalt 6 nivåer. De aktiva försöken har utförts på punkter i anslutning till slänkrön.

Anisotropieffekten och motsvarande beräknad K_0 redovisas i Tabell 12. Det aktiva och passiva förhållandet mellan vertikal- och horisontalspänningen, K_0 , varierar något utifrån utförda triaxialförsök och är vald till 0,7 för Hugo Hammars kaj.

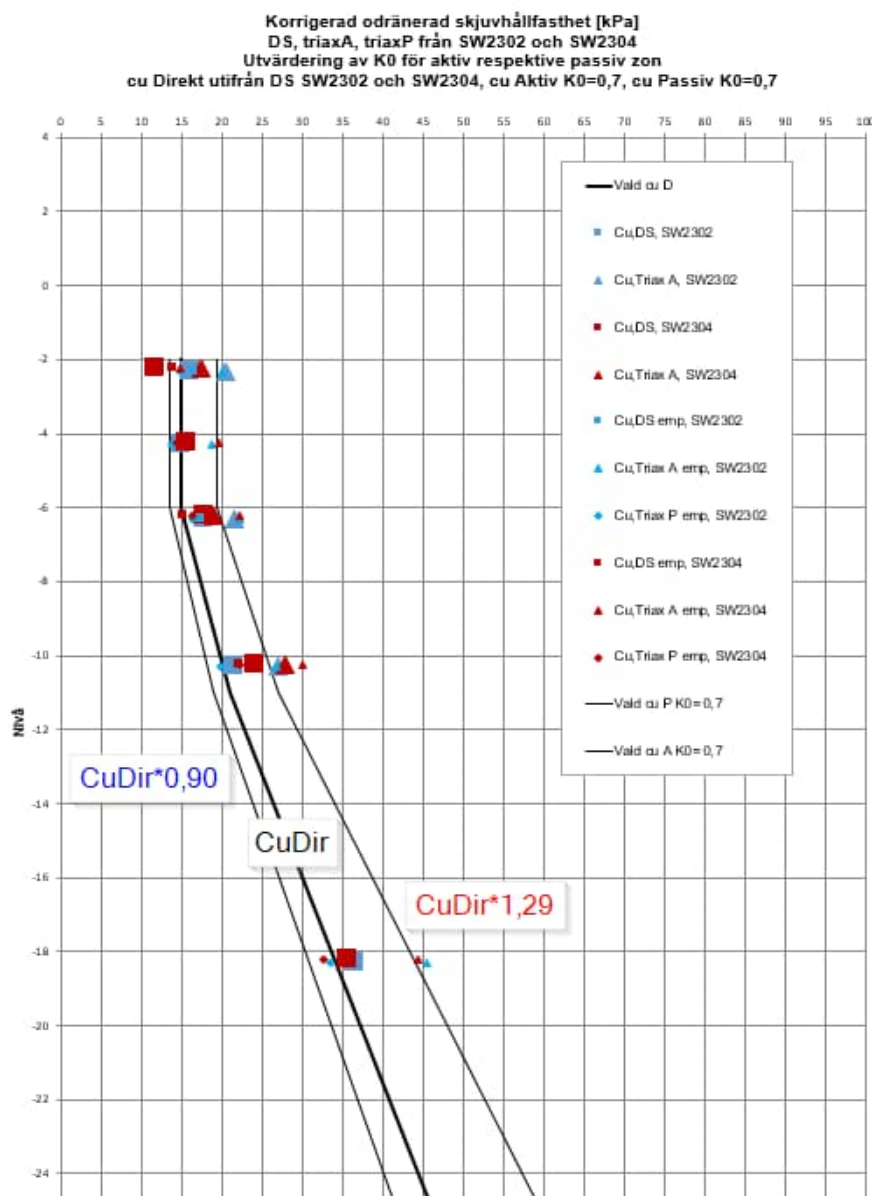
För en sammanställning av skjuvhållfasthet se Figur 14. Underlag till vald anisotropifunktion ($K_0 = 0,7$) redovisas i Figur 15.

Tabell 12 Sammanställning av utförda triaxialförsök samt resulterande anisotropieffekt och K_0 .

Område	Borrhål	Djup (m)	Skjuvhållfasthet från aktiva triaxialförsök, $\tau_{\alpha=60^\circ}$ (*passiva, $\tau_{\alpha=-30^\circ}$), [kPa]	Vald skjuvhållfasthet, τ_{hor} , [kPa]	Anisotropieffekt, $\tau_{\alpha=60^\circ} / \tau_{hor}$ (passiv, $\tau_{\alpha=-30^\circ} / \tau_{hor}$)	K_0
Hugo Hammars kaj	SW2302	4	20,6	15,0	1,37	0,64
Hugo Hammars kaj	SW2302	8	21,6	15,0	1,44	0,59
Hugo Hammars kaj	SW2302	12	27,1	21,0	1,29	0,70
Hugo Hammars kaj	SW2304	4	17,5	15,0	1,17	0,81
Hugo Hammars kaj	SW2304	8	18,9	15,0	1,26	0,72
Hugo Hammars kaj	SW2304	12	27,8	21,0	1,32	0,67



Figur 14 Skjuvhållfasthet för delområde Hugo Hammars kaj med resultat från odränerade aktiva triaxialförsök markerat i rött.



Figur 15 Underlag till vald anisotropifunktion ($K_0 = 0,7$) där värdet för den direkta skjuvhållfastheten ($C_{uDir}/\text{Vald skjuvhållfasthet}$) multipliceras med max (1,29) och min-värden (0,90) enligt anisotropifunktionen för respektive nivå.

2.6 Dimensionerande grundvatten och portryck

För befintliga och planerade förhållanden har dimensionerande grundvattennivå ansatts till medelvattennivå +0,02 enligt Tabell 13. Hydrostatiskt portryck har antagits från grundvattenytan.

2.7 Vattenstånd

Följande karakteristiska vattenstånd har tagits fram vid broläget (se Tabell 13). Angivna värden vid gång- och cykelbron inkluderar vinduppstuvningseffekt uppströms och har räknats fram genom korrelationsberäkningar av höga havsvattenstånd vid Torshamnen jämfört med de vid Tingstadstunneln.

Dimensionerande vattenstånd i Göta älv har i stabilitetsberäkningarna satts till lägsta lågvatten -1,09 för permanentskede. För arbetsskede har dimensionerande vattenstånd i utförda stabilitetsberäkningar satts till medellågvatten -0,59.

Tabell 13 Karaktäristiska havsvattenstånd vid gång- och cykelbroläget angivna i RH2000 år 2022

	Nivå (RH2000) år 2022 vid gång- och cykelbro
HHW	+1,70
MHW	+1,19
MW	+0,07 (+0,02*)
MLW	-0,54 (-0,59*)
LLW	-1,04 (-1,09*)

* Nivå som använts i stabilitetsberäkningar. Nivåer uppdaterades i sent skede och stabilitetsberäkningar kommer att uppdateras med nya nivåer till nästa leverans.

2.8 Laster

Tillfälliga variabla ytlaster för trafik har valts enligt TRVINFRA-00230 version 2.0 samt IEG Rapport 4:2010. Valda karaktäristiska ytlaster redovisas i Tabell 14.

Tabell 14 Karaktäristiska ytlaster vid partialsäkerhetsberäkningar

Typ	Last
Trafiklast för väg	15 kN/m ²
Trafiklast Gång- och cykelväg	5 kN/m ²
Trafiklast Gatumark	10 kN/m ²

Stora Tullhusets grundläggning närmast Oscarsleden är grundförstärkt med betongplatta/klackar med 18 meters pålar av okänt material. Övriga delar vilar på pålade gråstensmurar (helt under marknivån) och, troligtvis med kohesionspålar av trä med en pållängd på cirka 8 meter. Stora Tullhuset har därför antagits inte medföra någon last på markytan.

Aktuella variabla karaktäristiska laster från arbetsmaskiner har antagits till:

- Pålkran 70 ton vars last sprids på 6x6 meter ger en karaktäristisk last på 19,5 kPa.

Beräkningar har utförts iterativt där variabel last och tunghet för kaj anpassats med avseende på huruvida glidyten går helt under befintliga kajpålar eller skär igenom pålarna. Då dimensionerande glidyta ligger över pålarnas 2/3-delspunkt (analogimetoden) har last och banktunghet delvis förutsatts inte påverka glidyten då del av lasten förs ner under glidyten och således inte inverkar på de jordmassor som inkluderas i glidyten. Anledningen till att enbart del av last/banktunghet har förts ner under glidyten är att befintliga kajkonstruktioners skick är undermålig och därför är bedömningen att hälften av lasten/banktungheten belastar jorden direkt och andra hälften förs ned i pålarna och under dimensionerande glidyta. För fallet då last och tunghet förs ned under dimensionerande glidyta har dock tungheten inkluderats för den del som är på glidytagens passivsida eftersom den mothållande vikten rent fysiskt existerar.

2.9 Beräkningssektioner

Utförda beräkningssektioner redovisas i Figur 16.



Figur 16 Översiktsplan för sektioner där stabilitetsberäkningar har utförts

3 BERÄKNINGSRESULTAT

3.1 Befintliga förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 15 och Bilaga 1. Krav på säkerhetsfaktor som ska uppfyllas är i SK2 $F_{EN} \geq 1,0$ i både odränerad och kombinerad analys.

Tabell 15 Resultat av stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden.

Beräkning	Beskrivning	Säkerhetsfaktor	Krav $F_{EN} \geq 1,0$
Sektion A	Odränerad	0,9	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,9	Ej uppfyllt
Sektion B	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	1,0	OK
Sektion C	Odränerad	0,9	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,7	Ej uppfyllt
Sektion D	Odränerad	4,6	OK
	Kombinerad	4,3	OK
Sektion E	Odränerad	0,8	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,8	Ej uppfyllt
Sektion F	Odränerad	0,7	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,6	Ej uppfyllt

Stabiliteten för befintliga förhållanden är inte tillfredställande vare sig inom Packhuskajen eller i direkt anslutning till Hugo Hammars kaj och stabilitetshöjande åtgärder kommer krävas för anläggningen för att uppnå tillräcklig säkerhet mot stabilitetsbrott. I Göta älv är tillfredställande för befintliga förhållanden.

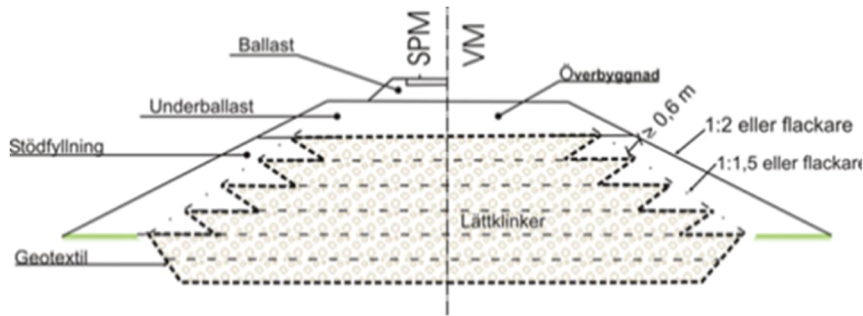
3.2 Planerade förhållanden och stabilitetshöjande åtgärder

Erhållen säkerhetsfaktor för planerade förhållanden uppfyller inte kraven och därför krävs stabilitetshöjande åtgärder. Kraven som ska uppnås för den planerade anläggningen är säkerhetsfaktorn $F_{EN} 1,0$ i SK2 i både odränerad och kombinerad analys enligt Tabell 4.3 IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008.

3.2.1 Packhuskajen

För att nå upp till säkerhetskraven har stabilitetshöjande åtgärder i form av att bankmaterialet i gång- och cykelvägen ersätts med lättfyllning i kombination med tryckbank i älven studerats för planerade förhållanden.

Ersättning av fyllnadsmaterialet i gång- och cykelvägen med lättklinker har beräknats. Mäktigheten lättklinker som erfordras är cirka 1,5 meter och har definierats i stabilitetsberäkningen enligt principskiss, Figur 17. En överbyggnad på 0,5 meter har använts.



Figur 17 Principskiss för vägbank med lättklinker (TRVINFRA-00230 KRAV v2.0)

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 16 och Bilaga 1.

Tabell 16 Resultat av utförda stabilitetsberäkningar vid Packhuskajen för planerade förhållanden

Beräkning	Beskrivning	Säkerhetsfaktor	Krav $F_{EN} \geq 1,0$
Sektion A Planerade förhållanden +2,3 Utan stabilitetshöjande åtgärd	Odränerad	0,7	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,7	Ej uppfyllt
Sektion A Planerade förhållanden +2,3 Lättklinker (1,5m) + tryckbank	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	1,0	OK
Sektion A Planerade förhållanden +2,3 Lättklinker (1,5m) Muddring (-4,5)	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	0,9	Ej uppfyllt
Sektion B Planerade förhållanden Utan stabilitetshöjande åtgärd Muddring (-4,5)	Odränerad	0,9	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,9	Ej uppfyllt
Sektion C Planerade förhållanden Utan stabilitetshöjande åtgärd Muddring (-4,5)	Odränerad	0,8	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,7	Ej uppfyllt

Risken för hydraulisk upplyftning av lättfyllning har kontrollerats för lastfall 1 (motsvarar nyutlagd lättklinker) och lastfall 2 (motsvarar lättklinker som legat i konstruktionen en längre tid). Resultat från kontroll av risk för upplyft redovisas i Bilaga 2. Resultaten visar att jämviktsvillkoren i TRVINFRA-00230 KRAV uppfylls.

3.2.2 Hugo Hammars kaj

Stabilitetshöjande åtgärder i form av påldäck och bankpålning har studerats för planerade förhållanden och beräknats med partialkoefficientmetoden.

Övriga förstärkningsåtgärder som har studerats är tryckbank i älven, lättfyllning och kalkcementpelare. Åtgärderna tryckbank i älven och lättfyllning har förkastats på grund av att erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott inte uppfylls. Kalkcementpelare har förkastats på grund av att pelare med en stor dimension erfordras i kombination med hög täckningsgrad. Pelarna behöver dessutom täcka ett större område än enbart under planerad gång- och cykelväg.

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 17 **Fel! Hittar inte referenskälla.** och Bilaga 1.

Tabell 17 Resultat av utförda stabilitetsberäkningar vid Hugo Hammars kaj för planerade förhållanden

Beräkning	Beskrivning	Säkerhetsfaktor	Krav $F_{EN} \geq 1,0$
Sektion E Planerade förhållanden +2,0	Odränerad	0,7	Ej uppfyllt
	Kombinerad	0,7	Ej uppfyllt
Sektion E Planerade förhållanden +2,0 Påldäck + Bankpålar	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	1,0	OK
Sektion E Byggskede Pålkran 70 ton (6mx6m)	Odränerad	1,0*	OK
Sektion F Planerade förhållanden +2,0 GC-väg 50 m från Hugo Hammars kaj	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	1,0	OK
Sektion F Planerade förhållanden +2,0 efter initialt skred GC-väg 50 m från Hugo Hammars kaj	Odränerad	1,0	OK
	Kombinerad	1,0	OK
Sektion F Byggskede Pålkran 70 ton (6mx6m)	Odränerad	1,0*	OK

* Hänsyn tagen till 3D-effekter enligt SGI Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet

BILAGA 1	
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT Beräknings-PM – PM Geoteknik
BILAGA Stabilitetsberäkningar – Geostudio SLOPE/W	UPPDRAGSNUMMER 30054710

BILAGA 1.1 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN



UPPDRAG

Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj

DOKUMENT

PM Geoteknik

BILAGA

Beräknings-PM

UPPDRAGSNUMMER

30054710

Bilagan innehåller stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden i sektion A-A – F-F.

Läge	Sektion	Förhållanden	Analys	Sidnummer
Packshuskajen	A-A	Befintliga	Odränerad	1
Packshuskajen	A-A	Befintliga	Kombinerad	2
Packshuskajen	B-B	Befintliga	Odränerad	3
Packshuskajen	B-B	Befintliga	Kombinerad	4
Packshuskajen	C-C	Befintliga	Odränerad	5
Packshuskajen	C-C	Befintliga	Kombinerad	6
Älven	D-D	Befintliga	Odränerad	7
Älven	D-D	Befintliga	Kombinerad	8
Hugo Hammars kaj	E-E	Befintliga	Odränerad	9
Hugo Hammars kaj	E-E	Befintliga	Kombinerad	10
Hugo Hammars kaj	F-F	Befintliga	Odränerad	11
Hugo Hammars kaj	F-F	Befintliga	Kombinerad	12



STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion A - A

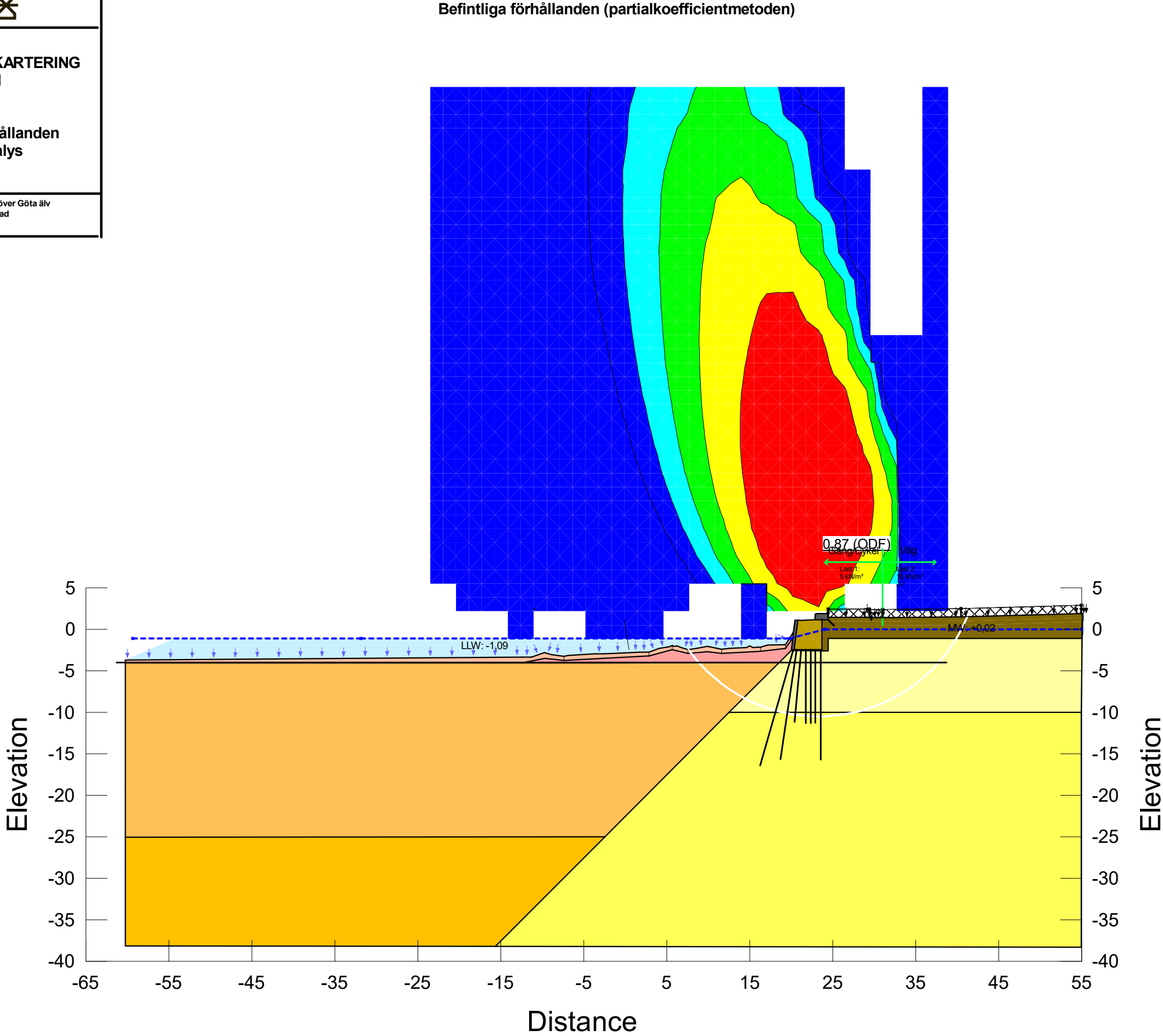
Befintliga förhållanden

Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500



- Name: Fyllning (befintlig)

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 31 °

Phi-B: 0 °

Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (halv last)

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 10,5 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 31 °

Phi-B: 0 °

Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: Kajmur

Slope Stability Material Model: High Strength

Unit Weight: 22 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: Le (od)

Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Total Cohesion: 20 kPa

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 (od)

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 16 kN/m³

C-Datum: 20 kPa

C-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): -10 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 u/älv (od)

Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 15 kN/m³

Total Cohesion: 10 kPa

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le2 u/älv (od)

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 15,5 kN/m³

C-Datum: 10 kPa

C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): -4 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le3 u/älv (od)

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 16,5 kN/m³

C-Datum: 31 kPa

C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): -25 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: Älvbotten 5kPa (od)

Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 15 kN/m³

Total Cohesion: 5 kPa

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1



STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion A - A

Befintliga förhållanden

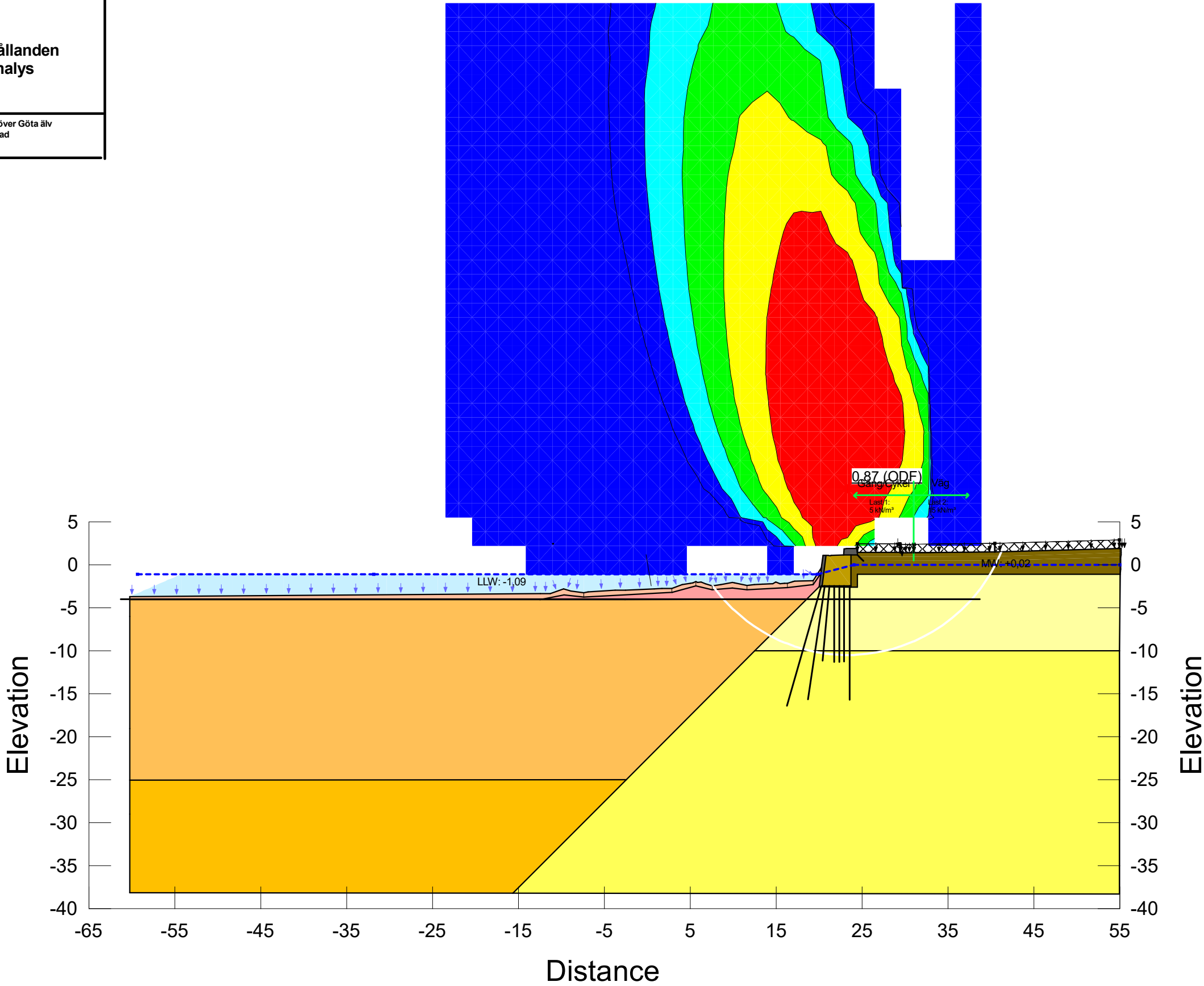
Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500

Befintliga förhållanden (partialkoefficientmetoden)



- Name: _Fyllning (befintlig)

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 31 °

Phi-B: 0 °

Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: _Fyllning (halv last)

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 10,5 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 31 °

Phi-B: 0 °

Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: _Kajmur

Slope Stability Material Model: High Strength

Unit Weight: 22 kN/m³

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)

Unit Weight: 16,5 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Top of Layer: 2 kPa

C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

Cu-Top of Layer: 20 kPa

Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 16 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Datum: 2 kPa

C-Rate of Change: 0,084 (kN/m²)/m

Cu-Datum: 20 kPa

Cu-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Datum (Elevation): -10 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 u/älv (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)

Unit Weight: 15 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Top of Layer: 1 kPa

C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

Cu-Top of Layer: 10 kPa

Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le2 u/älv (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 15,5 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Datum: 1 kPa

C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m

Cu-Datum: 10 kPa

Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Datum (Elevation): -4 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Le3 u/älv (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 16,5 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Datum: 3,1 kPa

C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m

Cu-Datum: 31 kPa

Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Datum (Elevation): -25 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1
- Name: _Älvbotten 5kPa (k)

Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)

Unit Weight: 15 kN/m³

Effective Friction Angle: 30 °

C-Top of Layer: 0,5 kPa

C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

Cu-Top of Layer: 5 kPa

Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m

C/Cu Ratio: 0

Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Piezometric Surface: 1

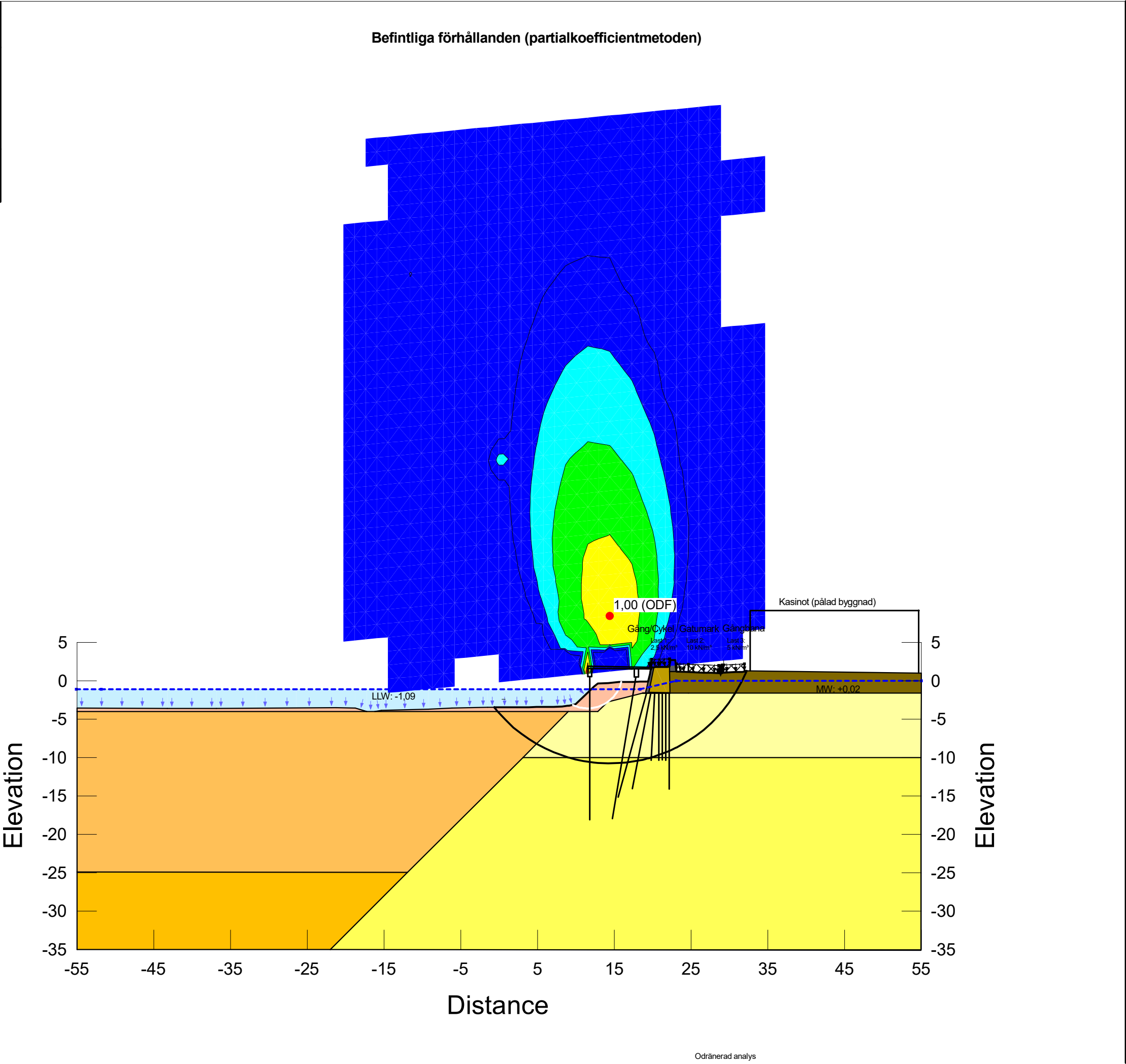
Kombinerad analys

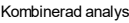
SWECO

STABILITETSKARTERING
Göteborg Stad

Sektion B - B
Befintliga förhållanden
Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborg Stad
Skala (A4): 1:500





File Name: Sektion B-B_PK ny.gsz , Directory: c:\temp\pw-sweco\sweco_seoljb\d0938559\

SWECO

STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion C - C

Befintliga förhållanden

Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500

Befintliga förhållanden (partialkoefficientanalys)

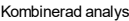
The diagram is a geotechnical cross-section labeled 'Sektion C - C'. It shows a bridge structure (GC-bro) crossing a river (Göta älv). The soil profile consists of several layers: a top layer of fill (Fyllning), followed by a layer of fill (Fyllning (halv last)), a layer of high strength material (Kajmur), and then a series of layers labeled Le (od), Le1 (od), Le2 u/älv (od), Le3 u/älv (od), and Älvbotten 5kPa (od). The groundwater level (LLW) is indicated by a dashed blue line at an elevation of -1.09. A color-coded stability analysis overlay is shown, with a red area indicating the failure surface. The failure surface is labeled with a factor of safety of 0.88. The diagram also shows a piezometric surface (Piezometric Surface: 1) and a datum (Datum (Elevation): -10 m). The x-axis is labeled 'Distance' and ranges from -75 to 55. The y-axis is labeled 'Elevation' and ranges from -45 to 5.

Legend:

- Name: Fyllning
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (halv last)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Kajmur
Slope Stability Material Model: High Strength
Unit Weight: 22 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Le (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Total Cohesion: 20 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le1 (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -10 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le2 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le3 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Älvbotten 5kPa (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1

Odränerad analys

File Name: Sektion C-C_PK_nygsz , Directory: c:\temp\pw-sweco\sweco_seol\p\0938559\



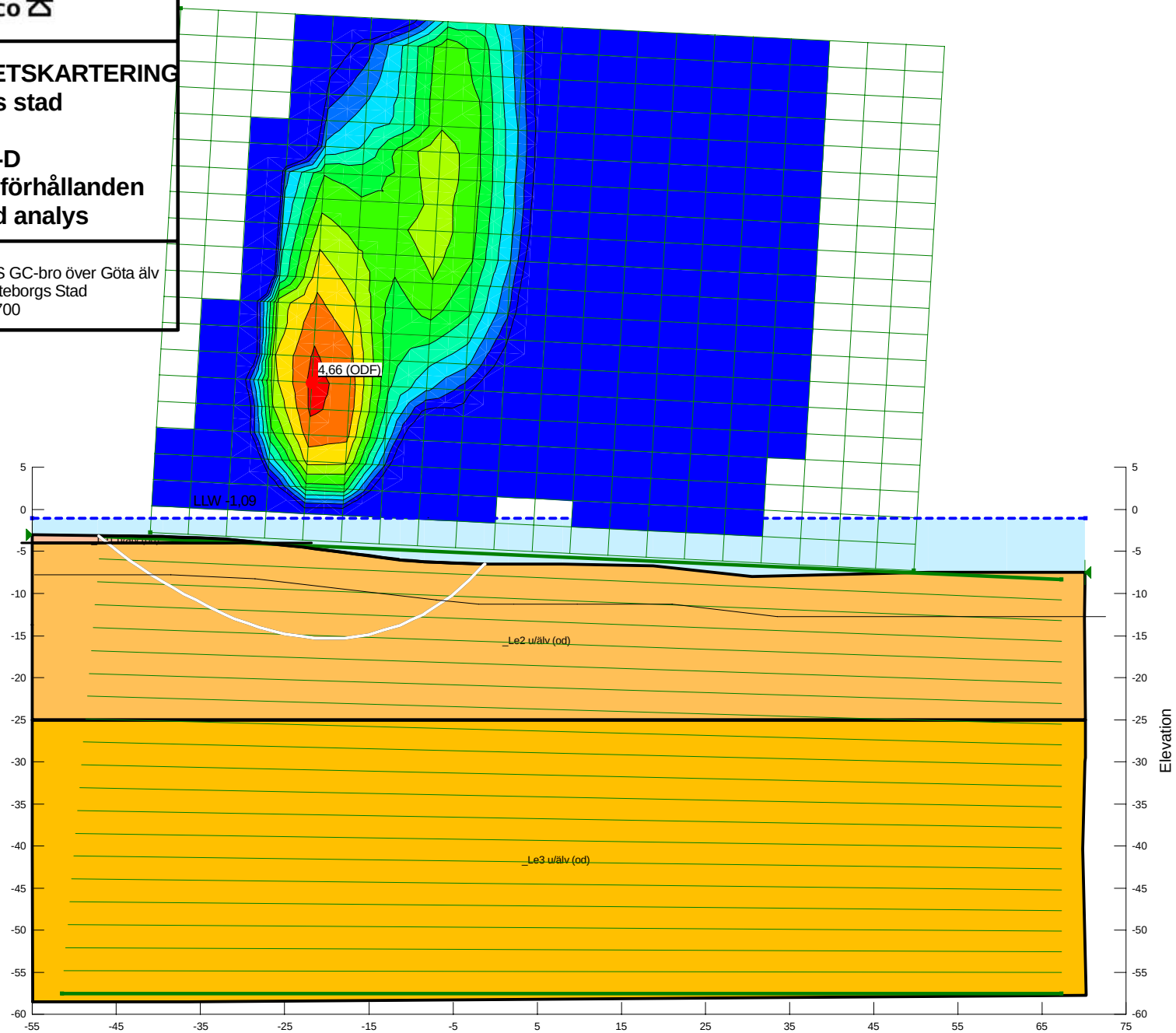
File Name: Sektion C-C PK ny.gsz , Directory: c:\temp\pw-sweco\sweco seoljb\d0938559\



STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion D-D Befintliga förhållanden Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:700



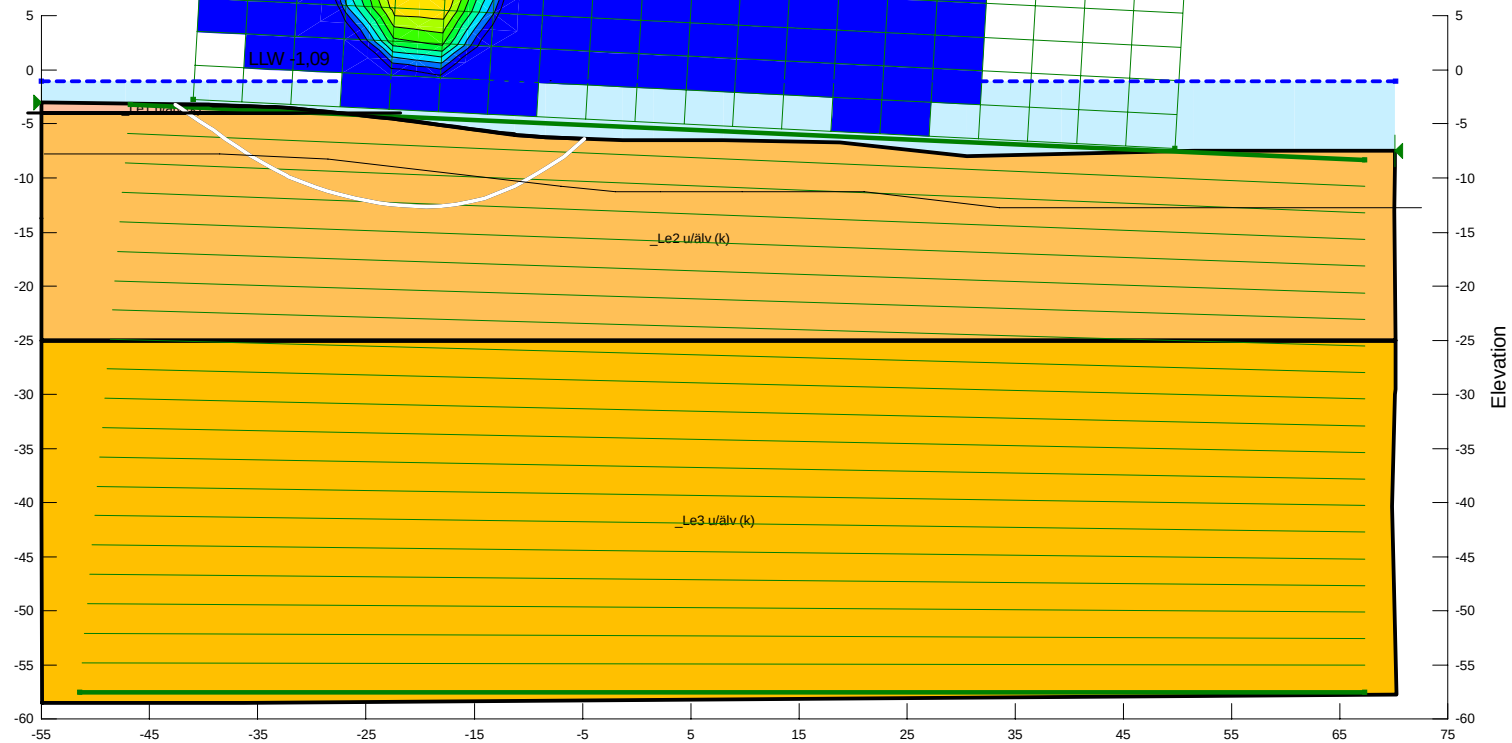
- Name: _Le1 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 10 kPa
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le2 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le3 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16.5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0.8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -25 m
Piezometric Surface: 1



STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion D-D Befintliga förhållanden Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:700



Name: _Le1 u/älv (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 10 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Surface: 1

Name: _Le2 u/älv (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Datum: 1 kPa
 C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
 Cu-Datum: 10 kPa
 Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1
 Datum (Elevation): -4 m
 Piezometric Surface: 1

Name: _Le3 u/älv (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Datum: 3,1 kPa
 C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
 Cu-Datum: 31 kPa
 Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1
 Datum (Elevation): -25 m
 Piezometric Surface: 1

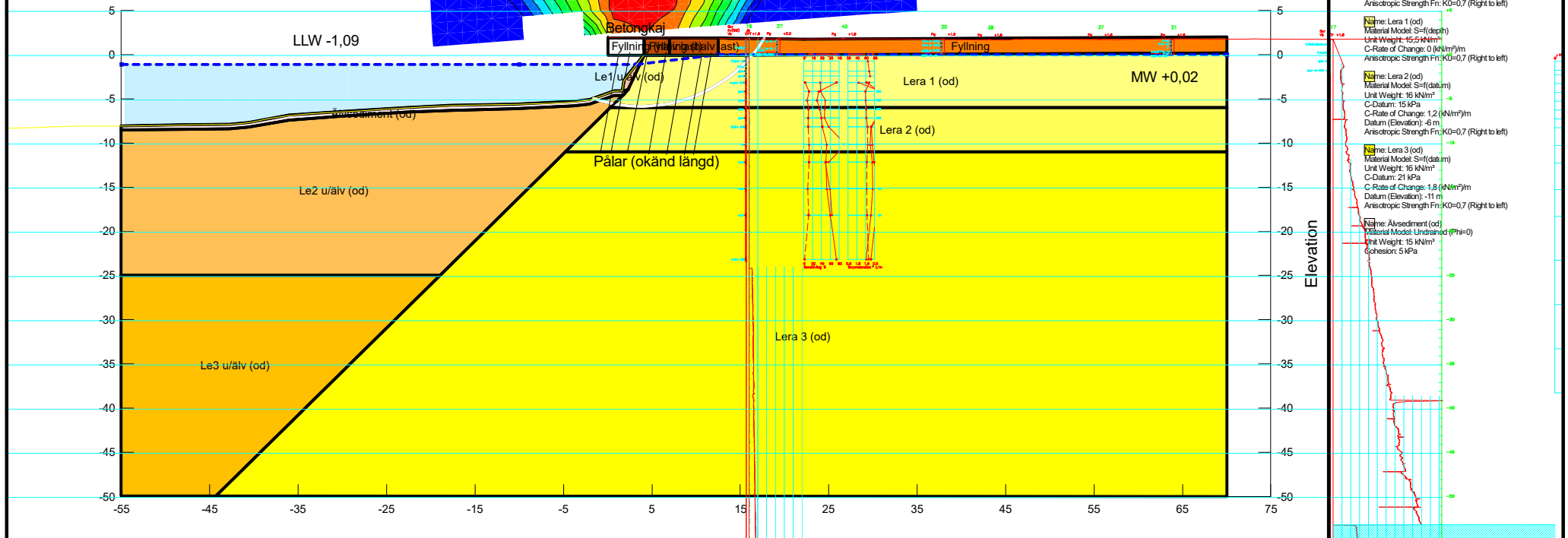
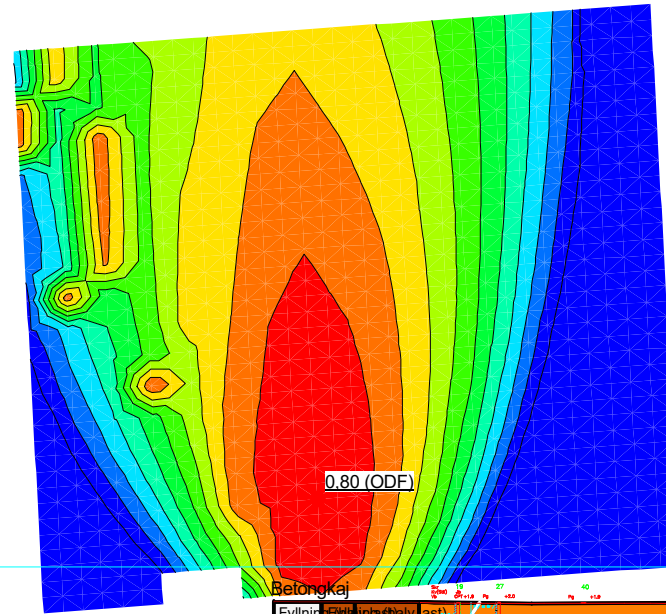


Befintliga förhållanden (partialkoefficientanalys)

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



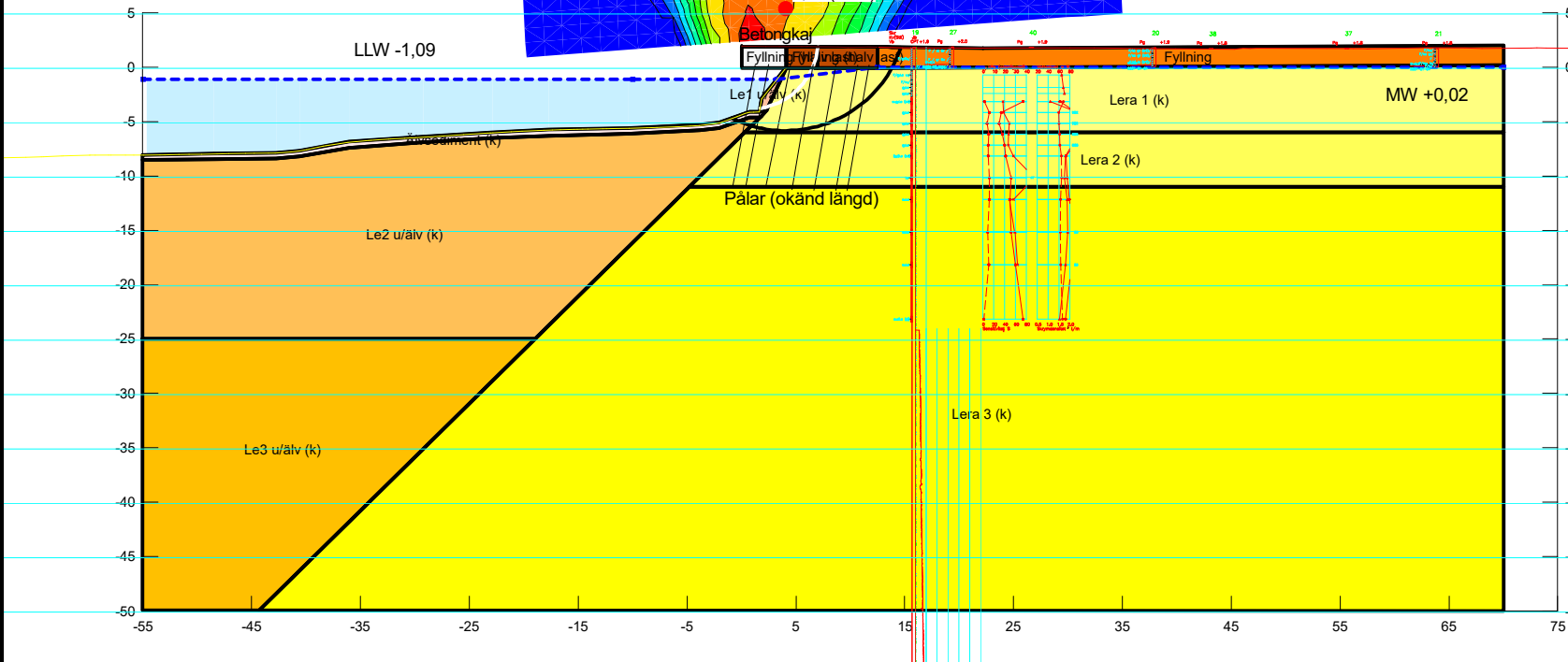
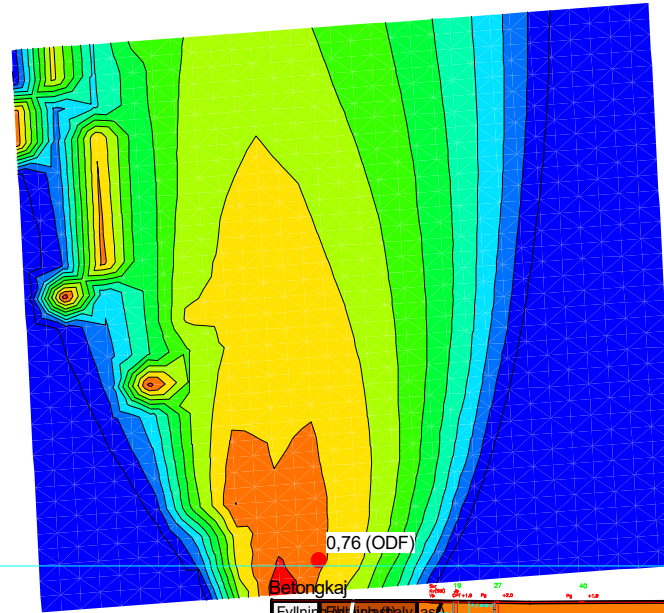


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Befintliga förhållanden (partialkoefficientanalys)



Name: Fyllning (hållfast)
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 9,5 kN/m³

Name: Le1 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le2 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Datum: 1 kPa
C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²/m)
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Datum: 3,1 kPa
C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²/m)
Cu-Datum: 31 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Datum: 1,5 kPa
C-Rate of Change: 0,12 (kN/m²/m)
Cu-Datum: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 1,2 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Datum: 2,1 kPa
C-Rate of Change: 0,18 (kN/m²/m)
Cu-Datum: 21 kPa
Cu-Rate of Change: 1,8 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Åvassediment (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30°
C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
OCu Ratio: 0

Elevation

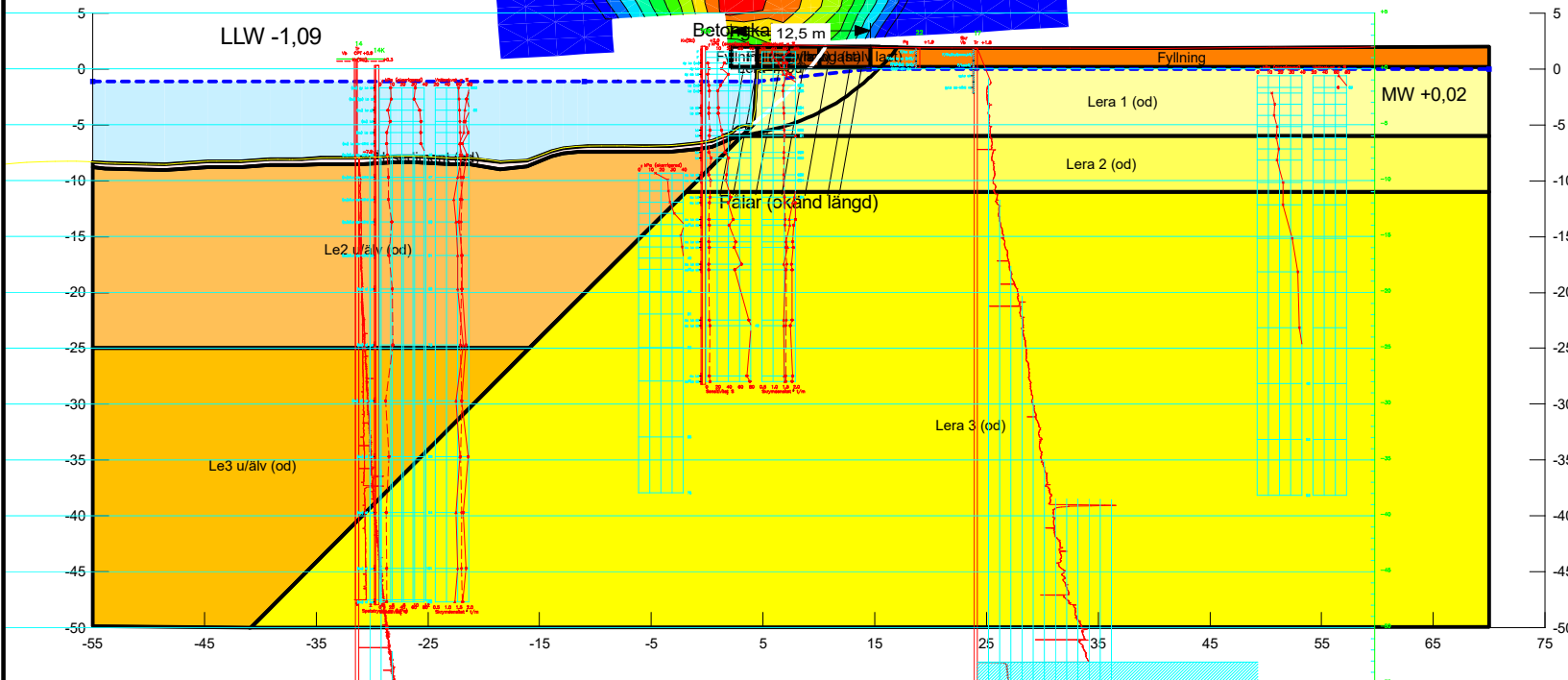
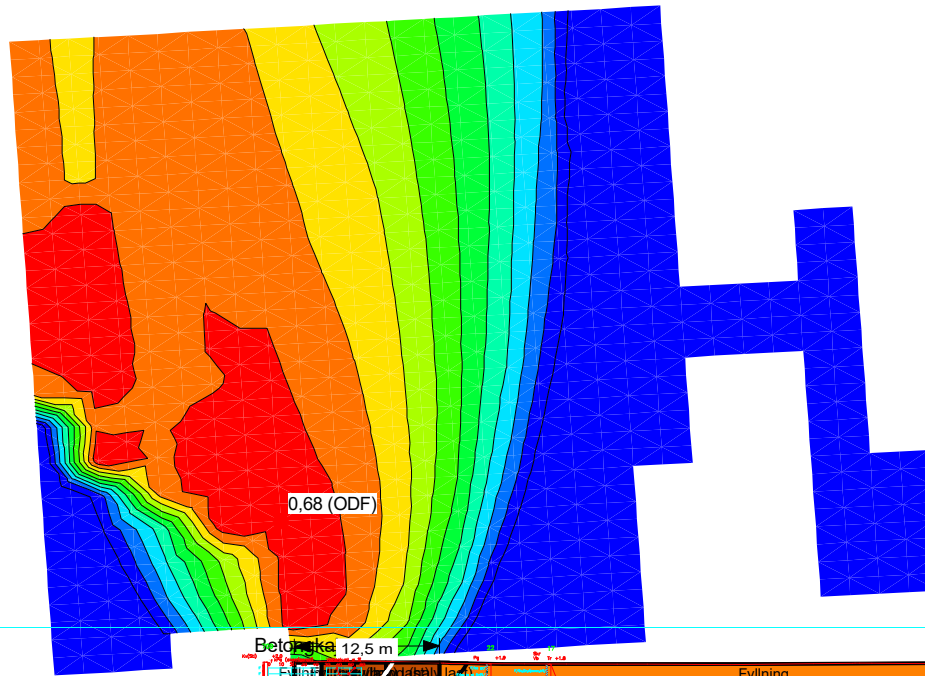


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Befintliga förhållanden (partialkoefficientanalys)



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Fyllning (halv last)
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 9,5 kN/m³

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m³)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

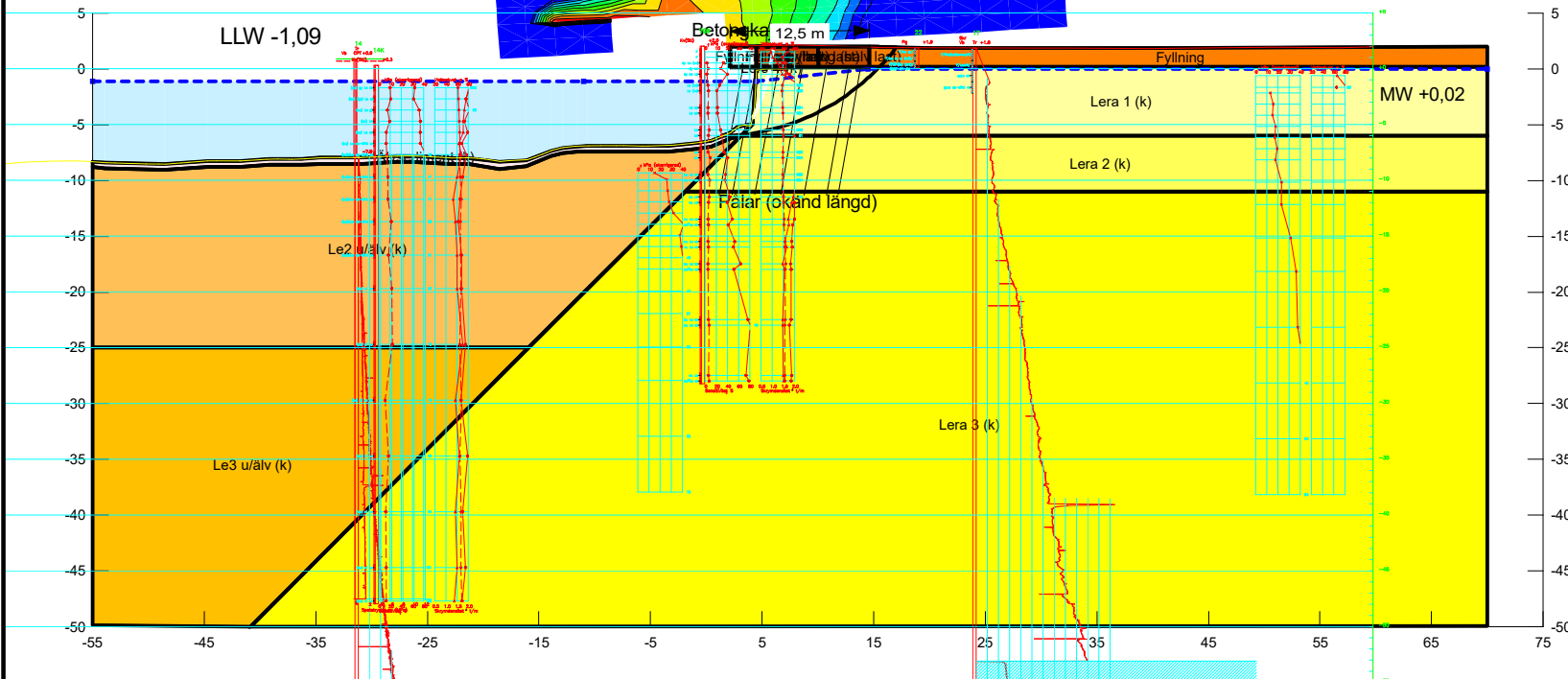
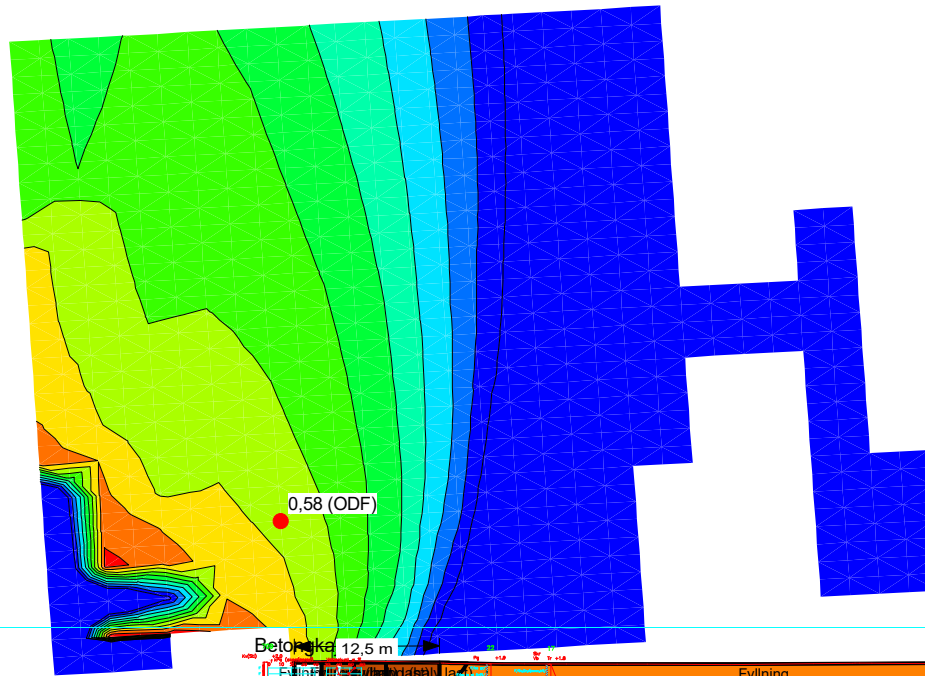


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Befintliga förhållanden (partialkoefficientanalys)



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Fyllning (halv last)
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 9,5 kN/m³

Name: Le2 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=((datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1 kPa
C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=((datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 3,1 kPa
C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 31 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Material Model: Combined, S=((depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Material Model: Combined, S=((datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1,5 kPa
C-Rate of Change: 0,12 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (k)
Material Model: Combined, S=((datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 2,1 kPa
C-Rate of Change: 0,18 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 21 kPa
Cu-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Ålvsediment (k)
Material Model: Combined, S=((depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Elevation

BILAGA 1.2 PLANERADE FÖRHÅLLANDEN



UPPDRAG

Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj

DOKUMENT

PM Geoteknik

BILAGA

Beräknings-PM

UPPDRAGSNUMMER

30054710

Bilagan innehåller stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden i sektion A-A – F-F.

Läge	Sektion	Förhållanden	Analys	Sidnummer
Packshuskajen	A-A	Planerade förhållanden +2,3	Odränerad	14
			Kombinerad	15
Packshuskajen	A-A	Planerade förhållanden +2,3 Lättklinker (1,5m) och Tryckbank	Odränerad	16
			Kombinerad	17
Packshuskajen	A-A	Planerade förhållanden +2,3 Lättklinker (1,5m) och Tryckbank Muddring (-4,5)	Odränerad	18
			Kombinerad	19
Packshuskajen	B-B	Planerade förhållanden Muddring (-4,5)	Odränerad	20
			Kombinerad	21
Packshuskajen	C-C	Planerade förhållanden Muddring (-4,5)	Odränerad	22
			Kombinerad	23
Hugo Hammars kaj	E-E	Planerade förhållanden +2,0	Odränerad	24
			Kombinerad	25
Hugo Hammars kaj	E-E	Planerade förhållanden +2,0 Påldäck + Bankpålar	Odränerad	26
			Kombinerad	27
Hugo Hammars kaj	E-E	Byggskede Pålkran 70 ton (6x6m)	Odränerad	28
			Kombinerad	-
Hugo Hammars kaj	F-F	Planerade förhållanden +2,0	Odränerad	29
			Kombinerad	30
Hugo Hammars kaj	F-F	Planerade förhållanden +2,0 Efter initialt skred	Odränerad	31
			Kombinerad	32
Hugo Hammars kaj	F-F	Byggskede Pålkran 70 ton (6x6m)	Odränerad	33
			Kombinerad	-

SWECO

STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion A - A

Planerade förhållanden +2,3

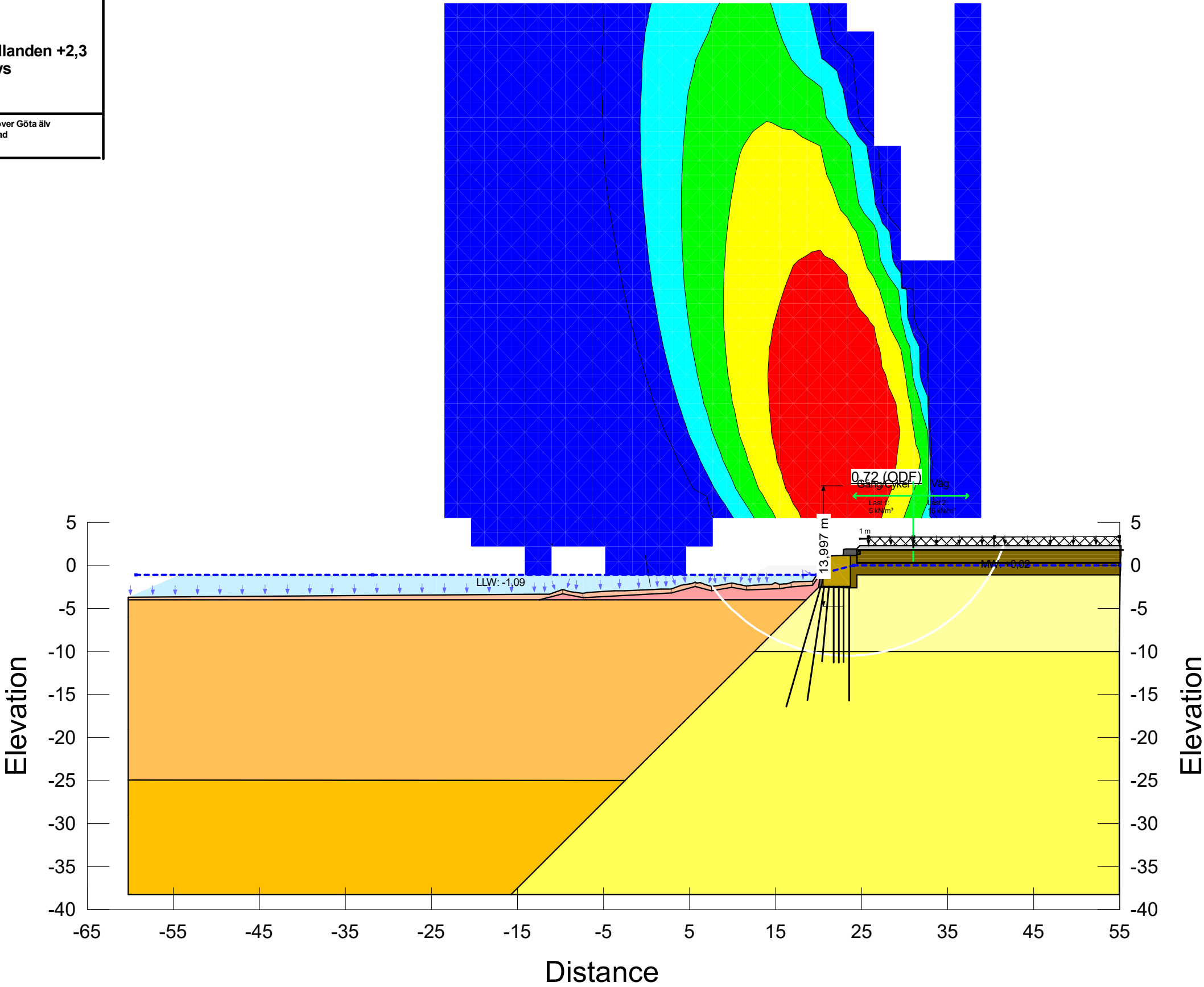
Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500

Planerade förhållanden (partialkoefficientmetoden)



- Name: _Fyllning (befintlig)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: _Fyllning (halv last)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: _Fyllning (ny)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 42 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: _Kajmur
Slope Stability Material Model: High Strength
Unit Weight: 22 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18,5 kN/m³
Total Cohesion: 20 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -10 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le1 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 10 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le2 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: _Le3 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: _Älvbotten 5kPa (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1



STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion A - A

Planerade förhållanden +2,3

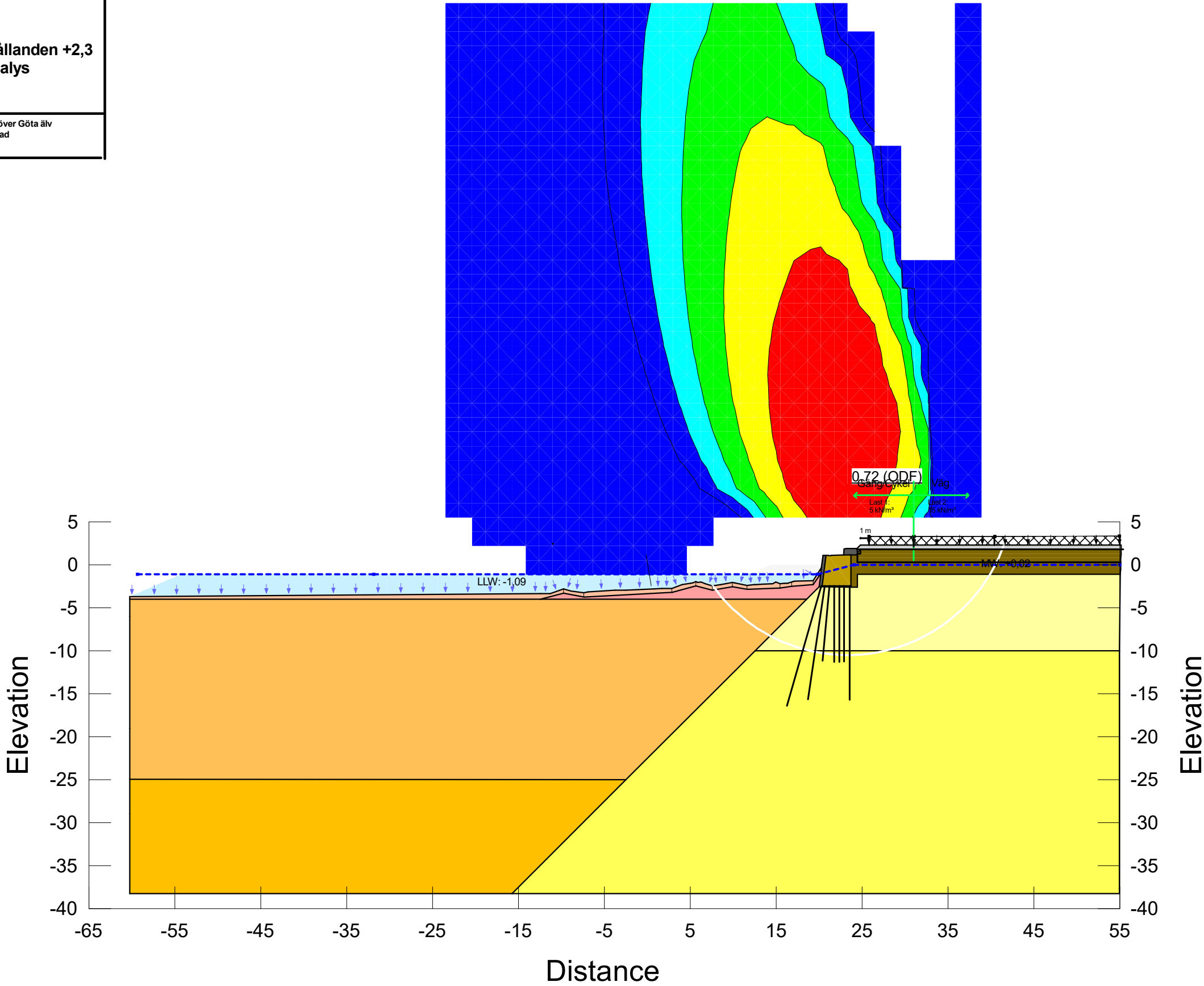
Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500

Planerade förhållanden (partialkoefficientmetoden)



- Name: Fyllning (befintlig)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (halv last)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (ny)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 42 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Kajmur
Slope Stability Material Model: High Strength
Unit Weight: 22 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Le (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le1 (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 2 kPa
C-Rate of Change: 0,084 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -10 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le1 u/älv (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 1 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le2 u/älv (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1 kPa
C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le3 u/älv (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 3,1 kPa
C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 31 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Älvbotten 5kPa (k)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 0,5 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1

SWECO

STABILITETSKARTERING

Göteborg Stad

Sektion A - A

Planerade förhållanden +2,3

Tryckbank och Lättklinker (1,5m)

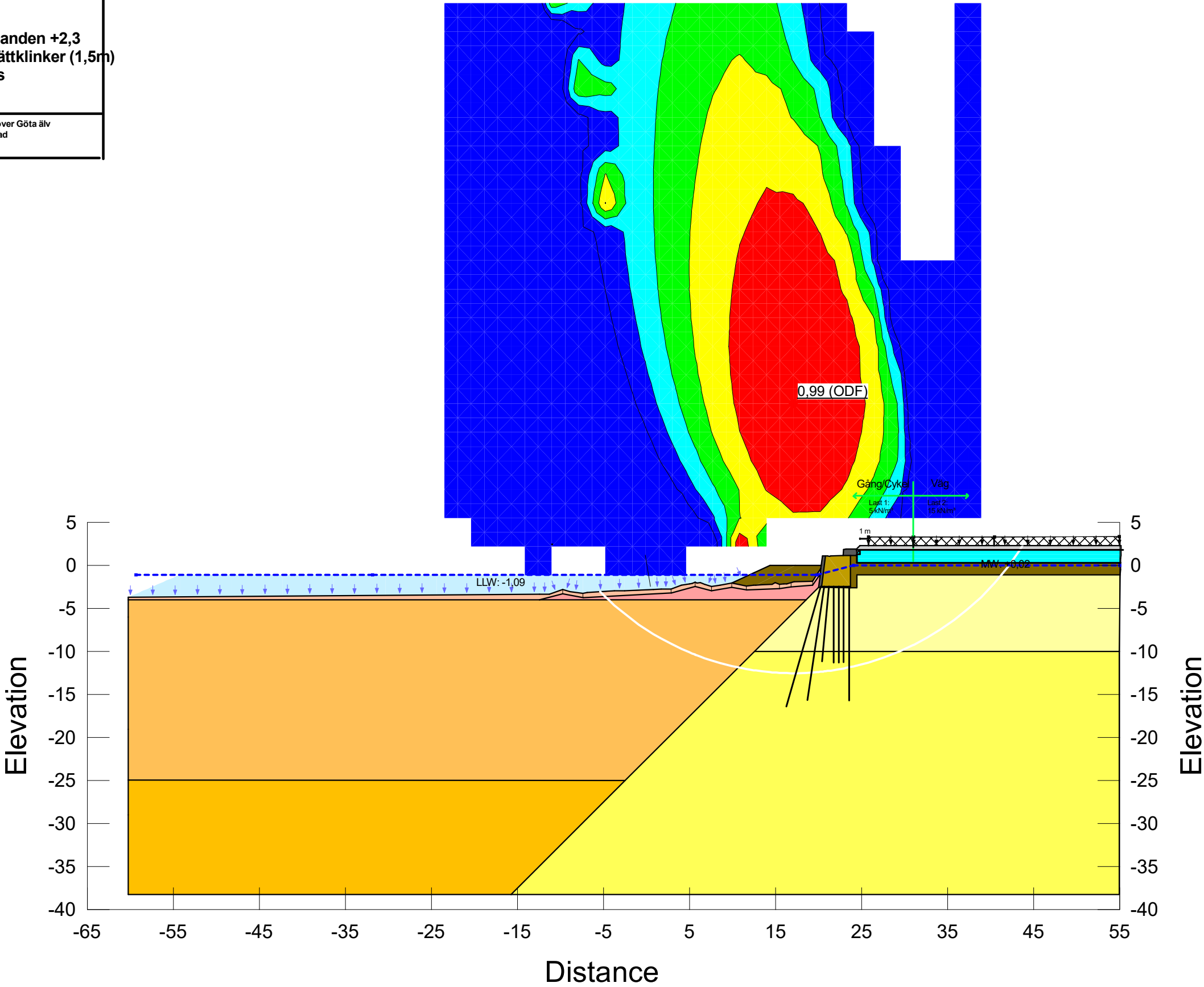
Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv

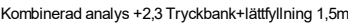
Beställare: Göteborg Stad

Skala (A4): 1:500

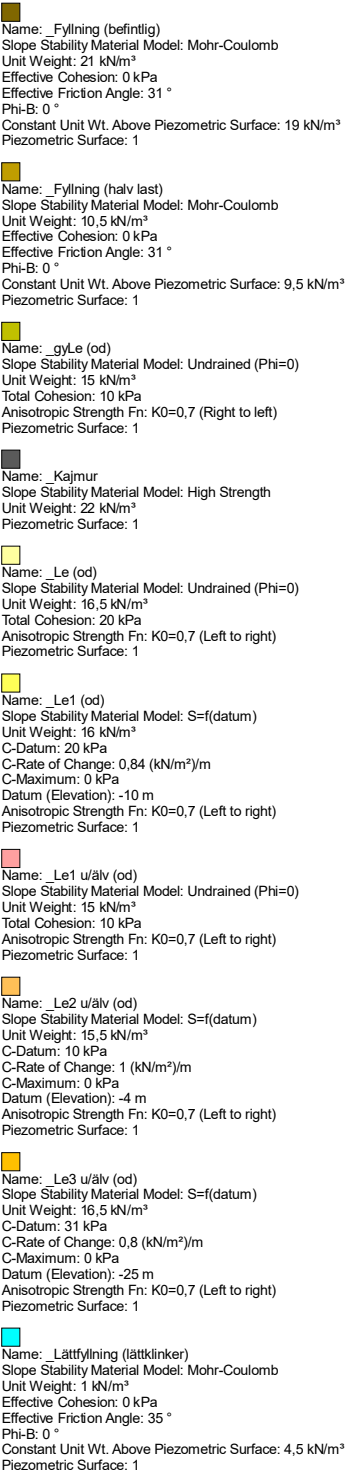
Planerade förhållanden (partialkoefficientmetoden)
Tryckbank och Lättklinker (1,5 m)



- Name: Fyllning (befintlig)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (halv last)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Fyllning (ny)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 42 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Kajmur
Slope Stability Material Model: High Strength
Unit Weight: 22 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Le (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Total Cohesion: 20 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le1 (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -10 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le1 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 10 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le2 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Le3 u/älv (od)
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1
- Name: Lättfyllning (lättklinker)
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 4,5 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Älvbotten 5kPa (od)
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Total Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)
Piezometric Surface: 1



- File Name: Sektion A-A_PK_ny.gsz , Directory: c:\temp\pw-sweco\sweco_seolj\bld0938559



The image displays a cross-sectional view of a coastal structure and its interaction with the seabed and water. The vertical axis represents Elevation, ranging from -40 to 5. The horizontal axis represents Distance, ranging from -60 to 60.

The seabed profile is shown with two distinct soil layers: a top layer of orange soil and a bottom layer of yellow soil. The structure is depicted with a pile foundation. The water level is indicated by a dashed blue line, with LLW (Lowest Low Water) at -1.09 and MLW (Mean Low Water) at -0.59. The structure's elevation is marked as 7.

The contour map above the cross-section shows the distribution of a parameter, likely pressure or stress, with values ranging from 0.85 (ODF) to 15 kN/m². The contours are color-coded, with blue representing lower values and red representing higher values. The highest values are concentrated near the structure's foundation.

Key labels and values include:

- LLW: -1.09
- MLW: -0.59
- 0.85 (ODF)
- 15 kN/m²
- 7

- Kombinerad analys +2,3 (Lätfyllning 1,5m) muddring

Name: Fyltning
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 21 kN/m³
 Effective Cohesion: 0 kPa
 Effective Friction Angle: 31 °
 Phi-B: 0 °
 Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

Name: Fyltning (halv last)
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 10,5 kN/m³
 Effective Cohesion: 0 kPa
 Effective Friction Angle: 31 °
 Phi-B: 0 °
 Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

Name: Kajmur
 Slope Stability Material Model: High Strength
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

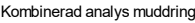
Name: Le (od)
 Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 16,5 kN/m³
 Total Cohesion: 20 kPa
 Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

Name: Le1 (od)
 Slope Stability Material Model: S=f(datum)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: 0,84 (kN/m³)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -10 m
 Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

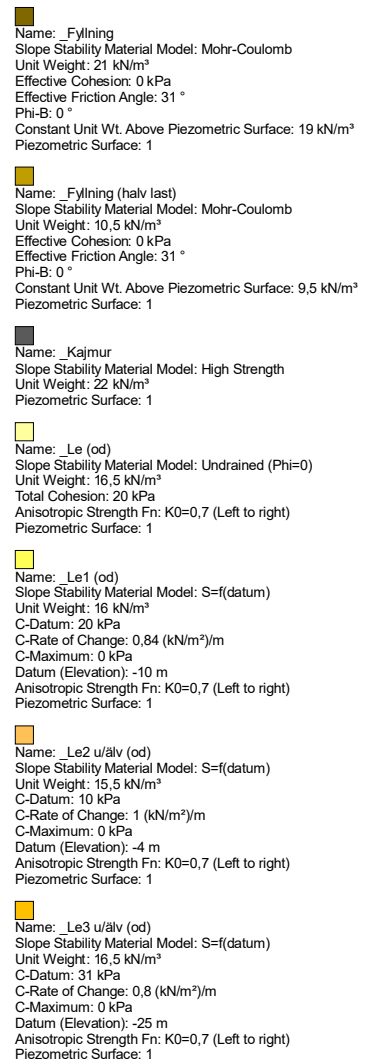
Name: Le2 u/älv (od)
 Slope Stability Material Model: S=f(datum)
 Unit Weight: 15,5 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1 (kN/m³)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -4 m
 Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

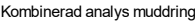
Name: Le3 u/älv (od)
 Slope Stability Material Model: S=f(datum)
 Unit Weight: 16,5 kN/m³
 C-Datum: 31 kPa
 C-Rate of Change: 0,8 (kN/m³)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -25 m
 Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

Name: Älvbotten SkPa (od)
 Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Total Cohesion: 5 kPa
 Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1



File Name: Sektion B-B_PK ny.gsz , Directory: c:\temp\pw-sweco\sweco_seoljb\d0938559\





Name: Fylining
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 21 kN/m³
 Effective Cohesion: 0 kPa
 Effective Friction Angle: 31 °
 Phi-B: 0 °
 Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 19 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

Name: Fylining (halv last)
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 10,5 kN/m³
 Effective Cohesion: 0 kPa
 Effective Friction Angle: 31 °
 Phi-B: 0 °
 Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 9,5 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

Name: Kajmür
 Slope Stability Material Model: High Strength
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Piezometric Surface: 1

Name: Le (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 20 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0
 Anisotropic Strength Frn: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

Name: Le1 (od)
 Slope Stability Material Model: S=f(datum)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: 0,84 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -10 m
 Anisotropic Strength Frn: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

Name: Le2 u/älv (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
 Unit Weight: 15,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Datum: 1 kPa
 C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
 Cu-Datum: 10 kPa
 Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0
 Datum (Elevation): -4 m
 Anisotropic Strength Frn: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

Name: Le3 u/älv (k)
 Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
 Unit Weight: 16,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Datum: 3 kPa
 C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
 Cu-Datum: 31 kPa
 Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0
 Datum (Elevation): -25 m
 Anisotropic Strength Frn: K0=0,7 (Left to right)
 Piezometric Surface: 1

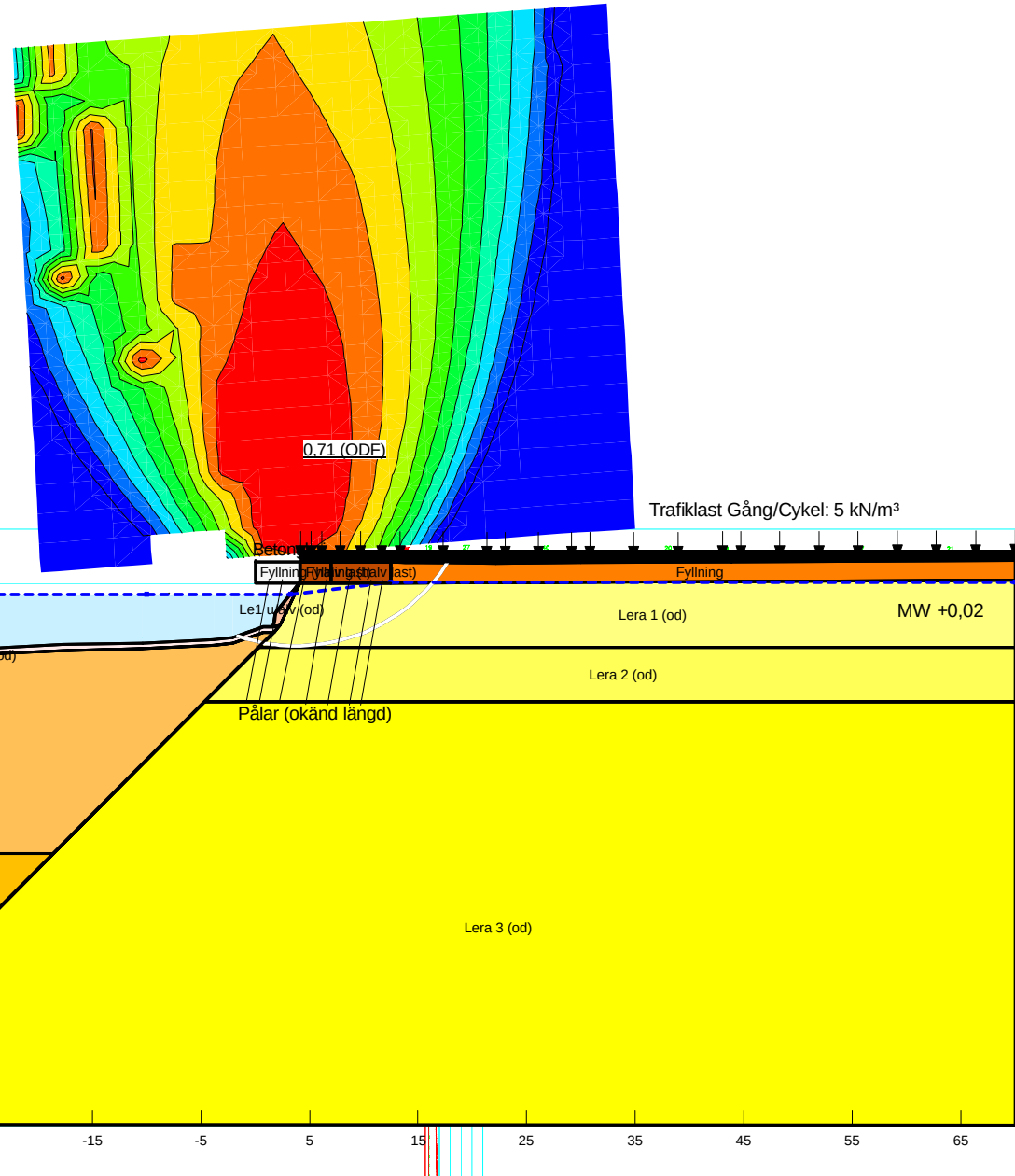


Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys)

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit WL Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Fyllning (halv last)
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit WL Above Water Table: 9,5 kN/m³

Name: Le1 u/älv (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Avsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa

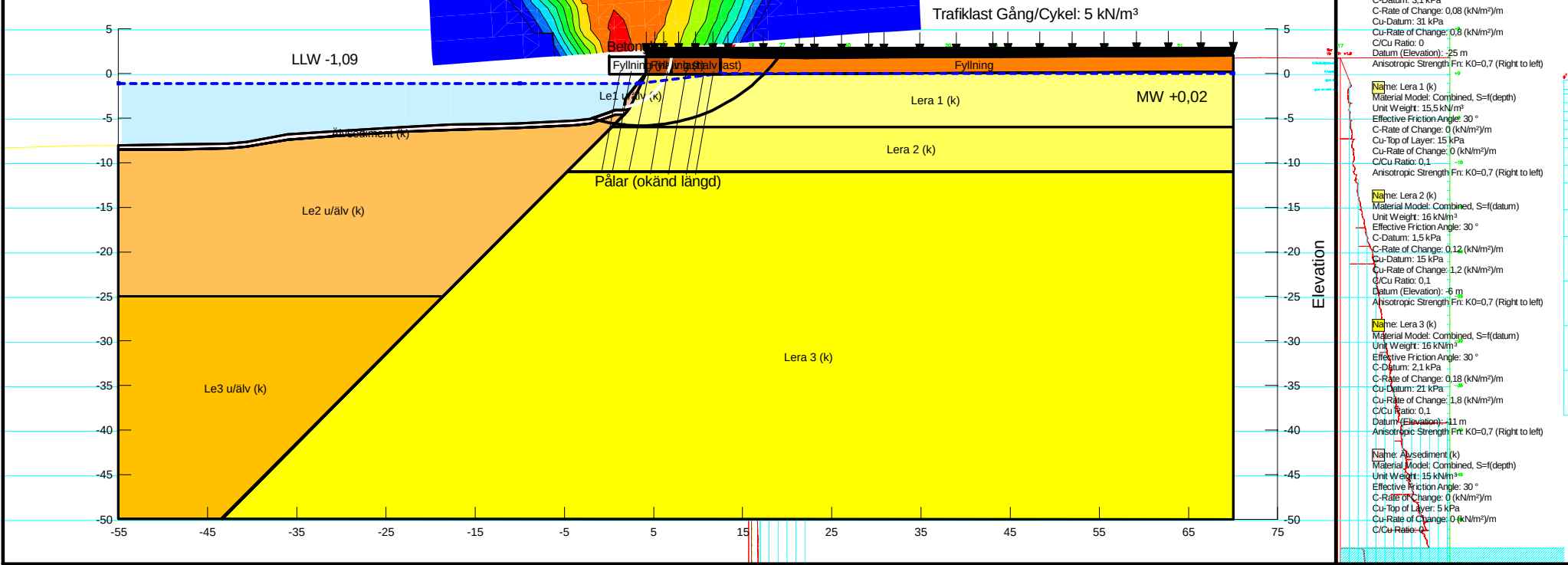
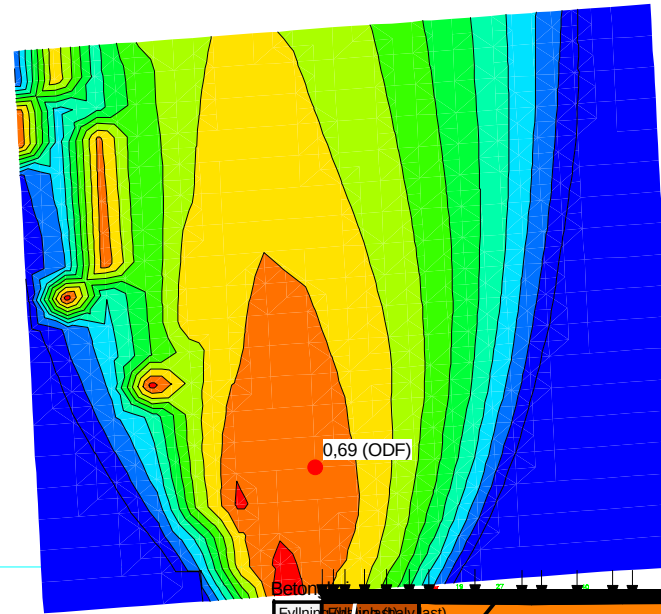


Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys)

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



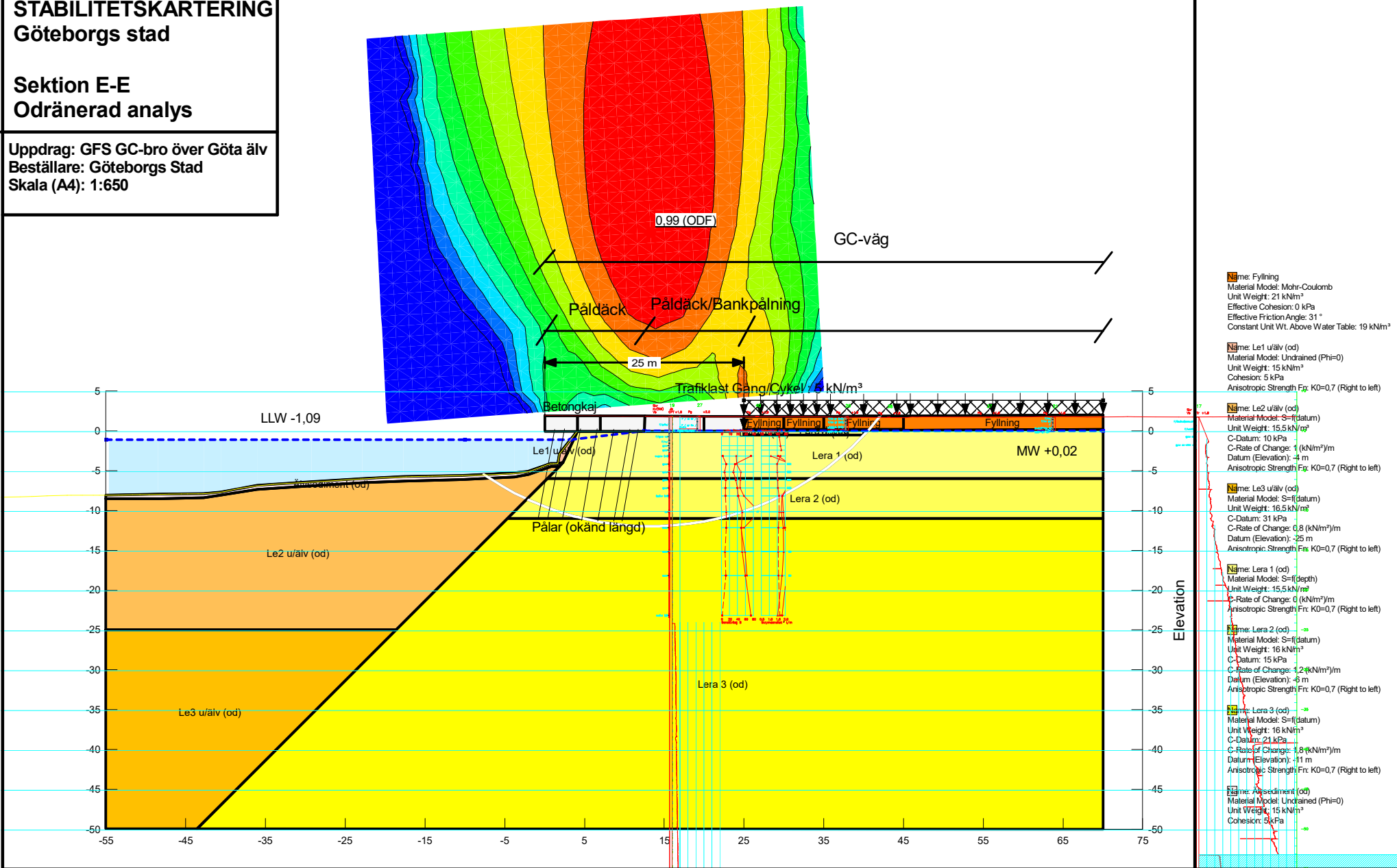


Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys) Påldäck/Bankpål

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



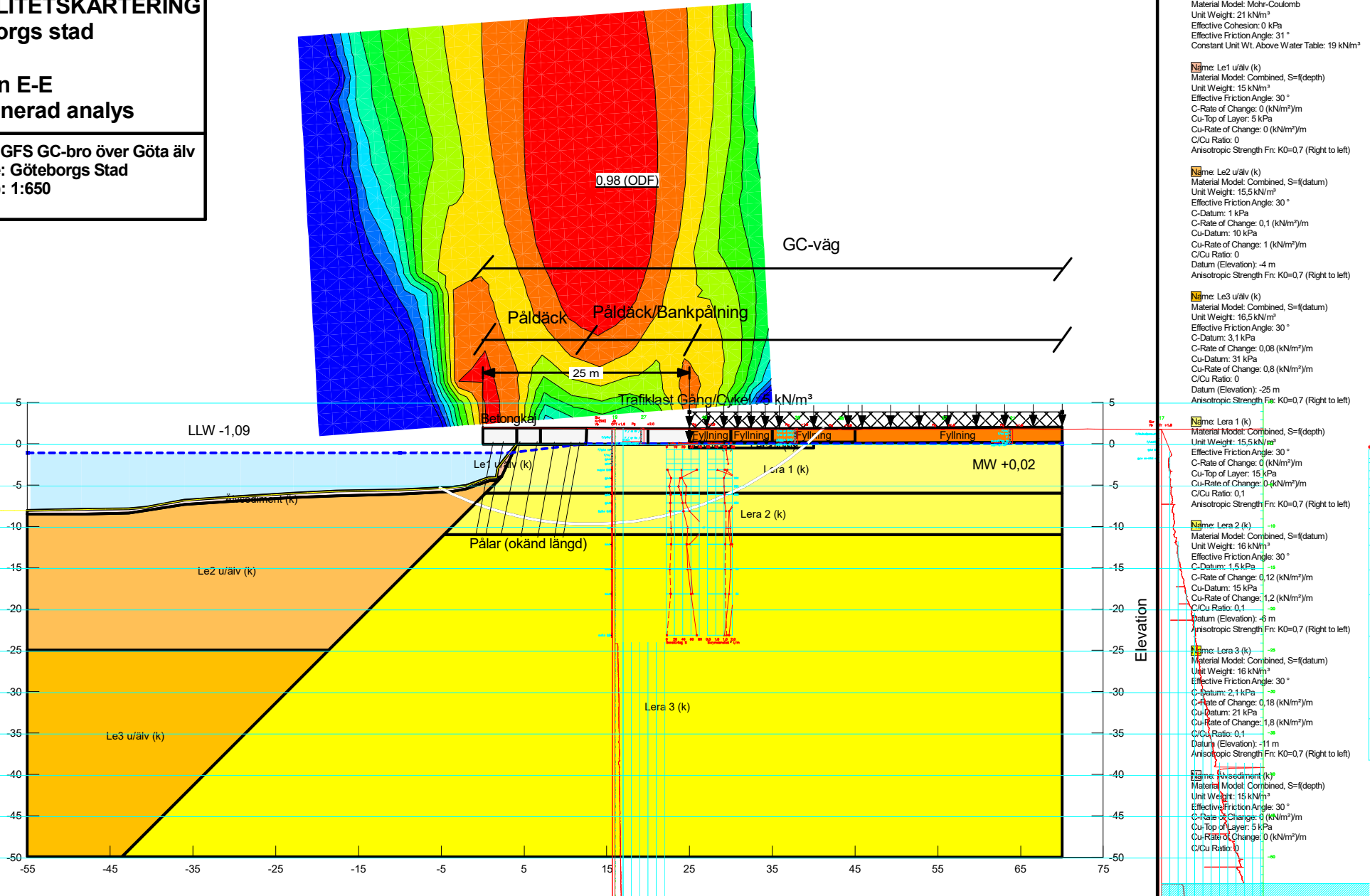


Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys) Påldäck/Bankpålar

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion E-E Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



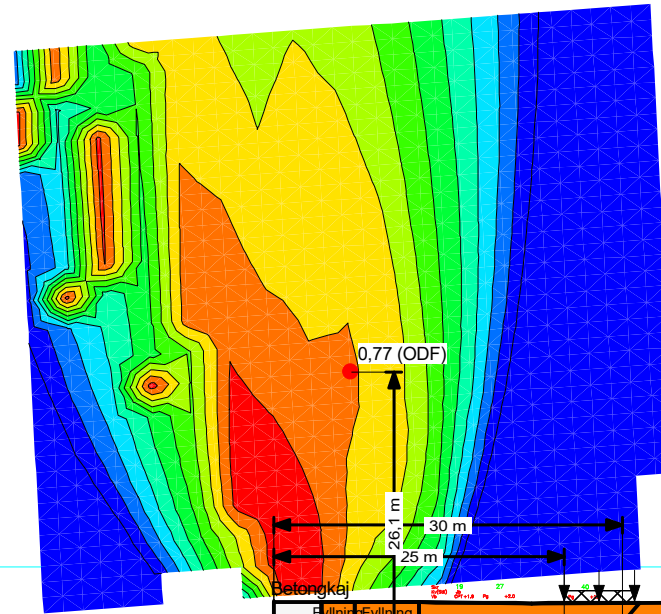


Byggskede (partialkoefficientanalys) Pålkran 70 ton (6mx6m)

STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

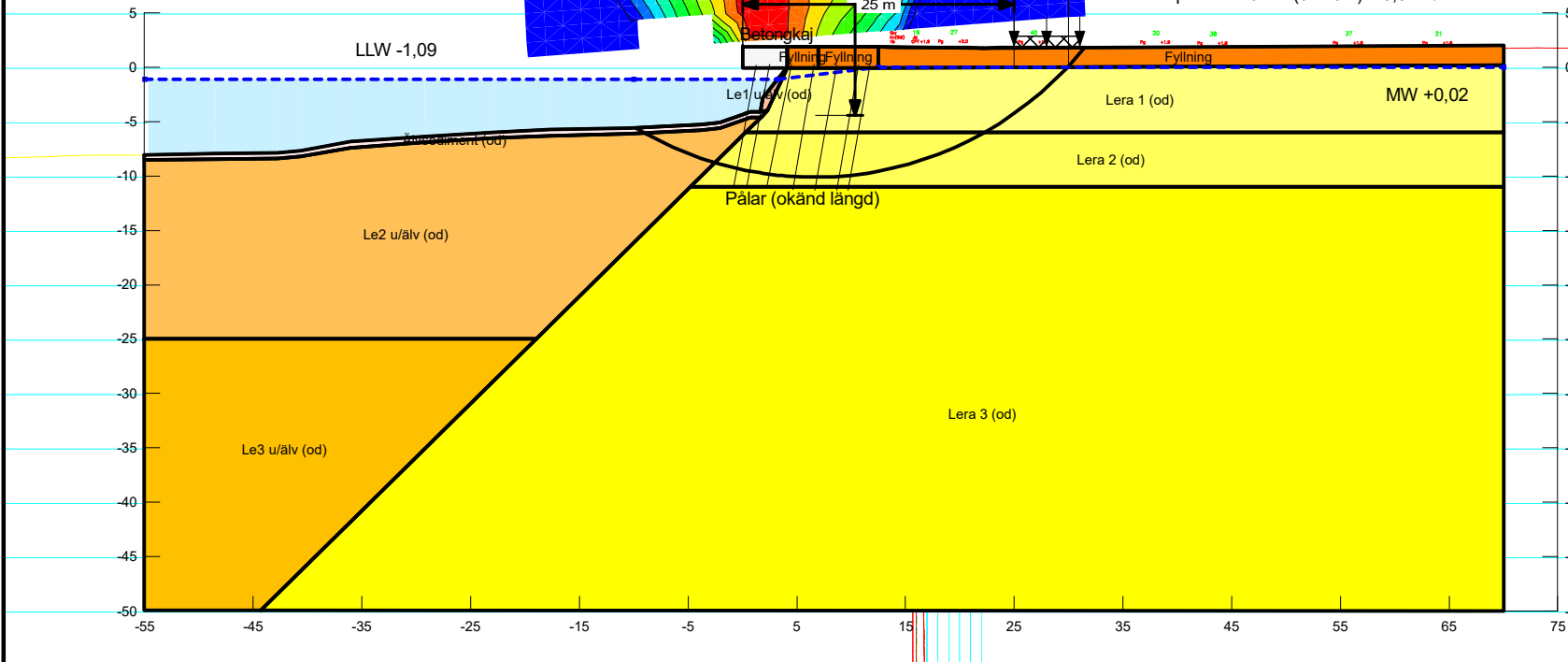
Sektion E-E Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650



F3D = 1,0

Last pålkran 70 ton (6mx6m): 19,5 kN/m³



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le1 u/älv (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m³)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m³)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa

Elevation



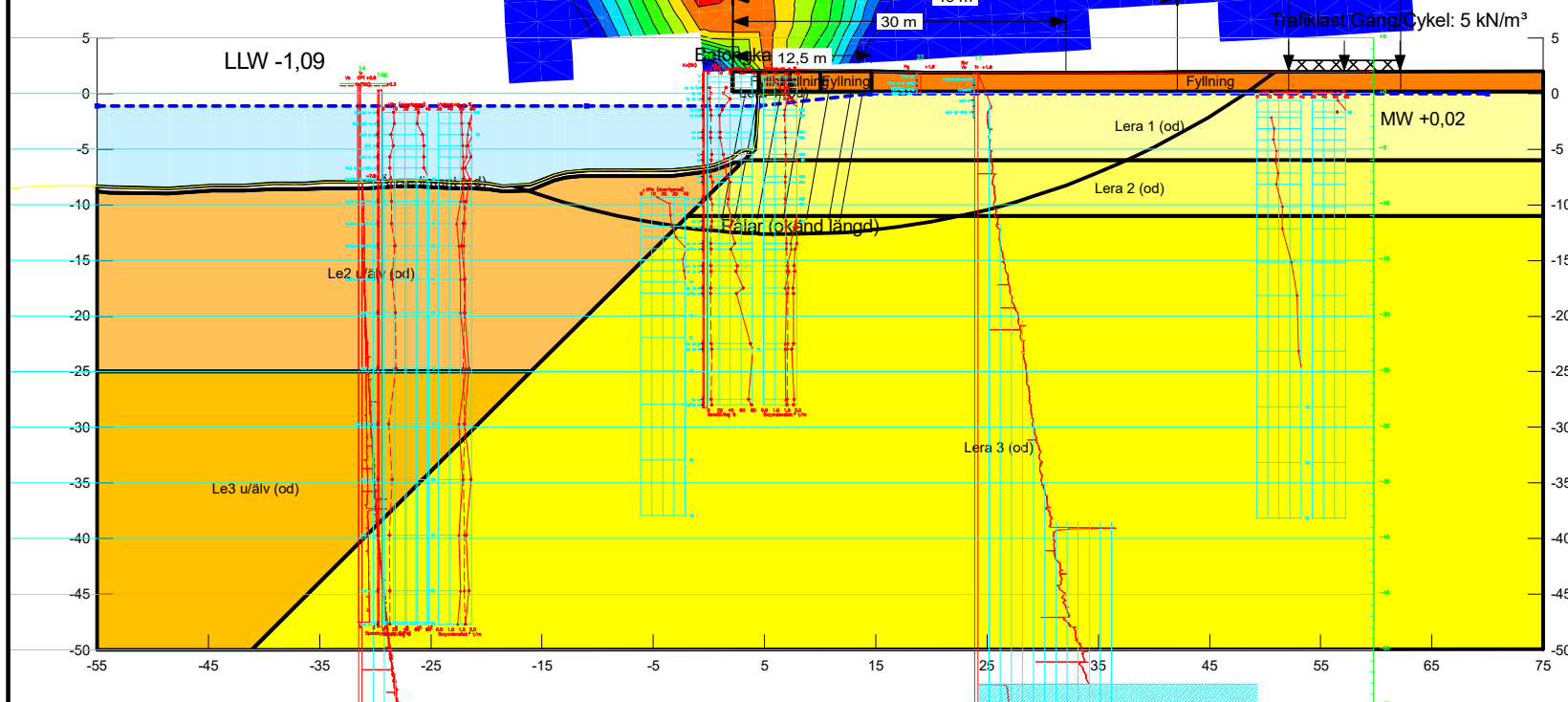
STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys)

1.02 (ODF)



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Elevation



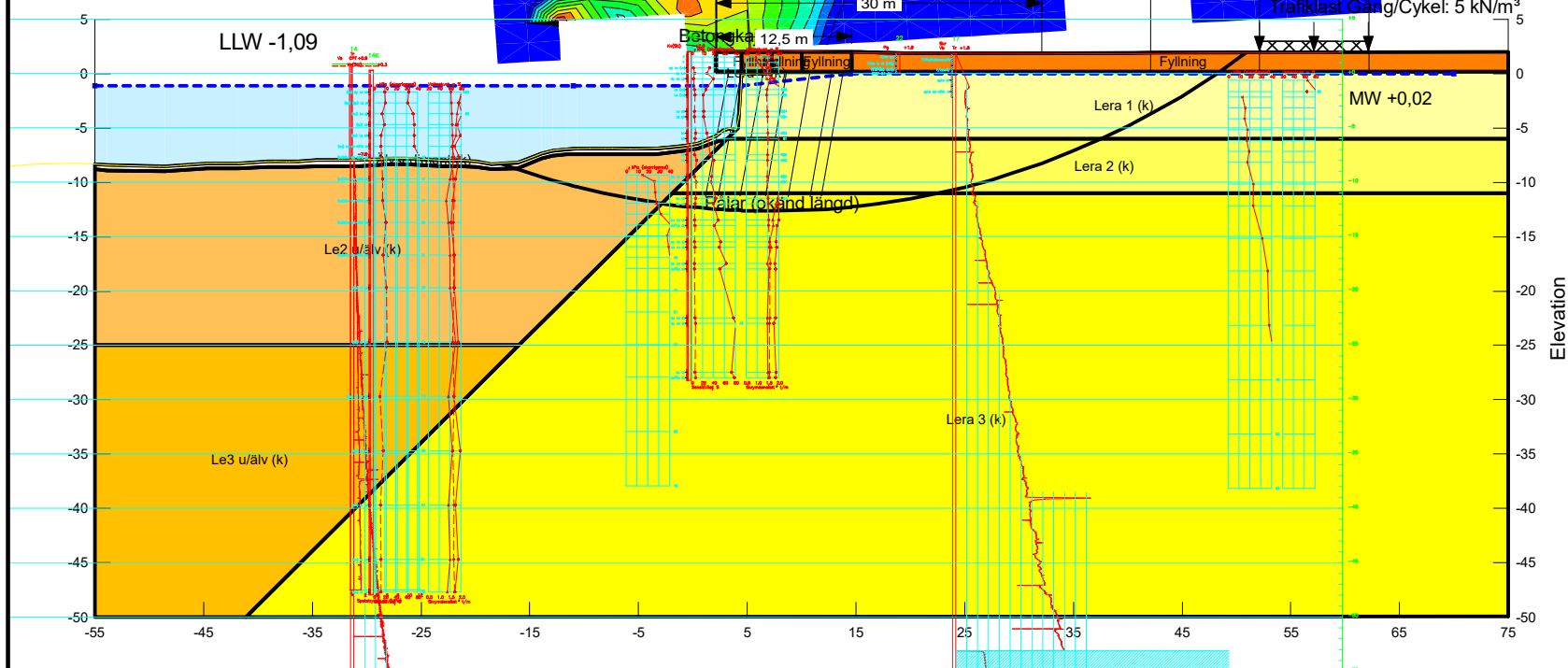
STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys)

1,01 (ODF)



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le2 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1 kPa
C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 3,1 kPa
C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 31 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1,5 kPa
C-Rate of Change: 0,12 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -8 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 2,1 kPa
C-Rate of Change: 0,18 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 21 kPa
Cu-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

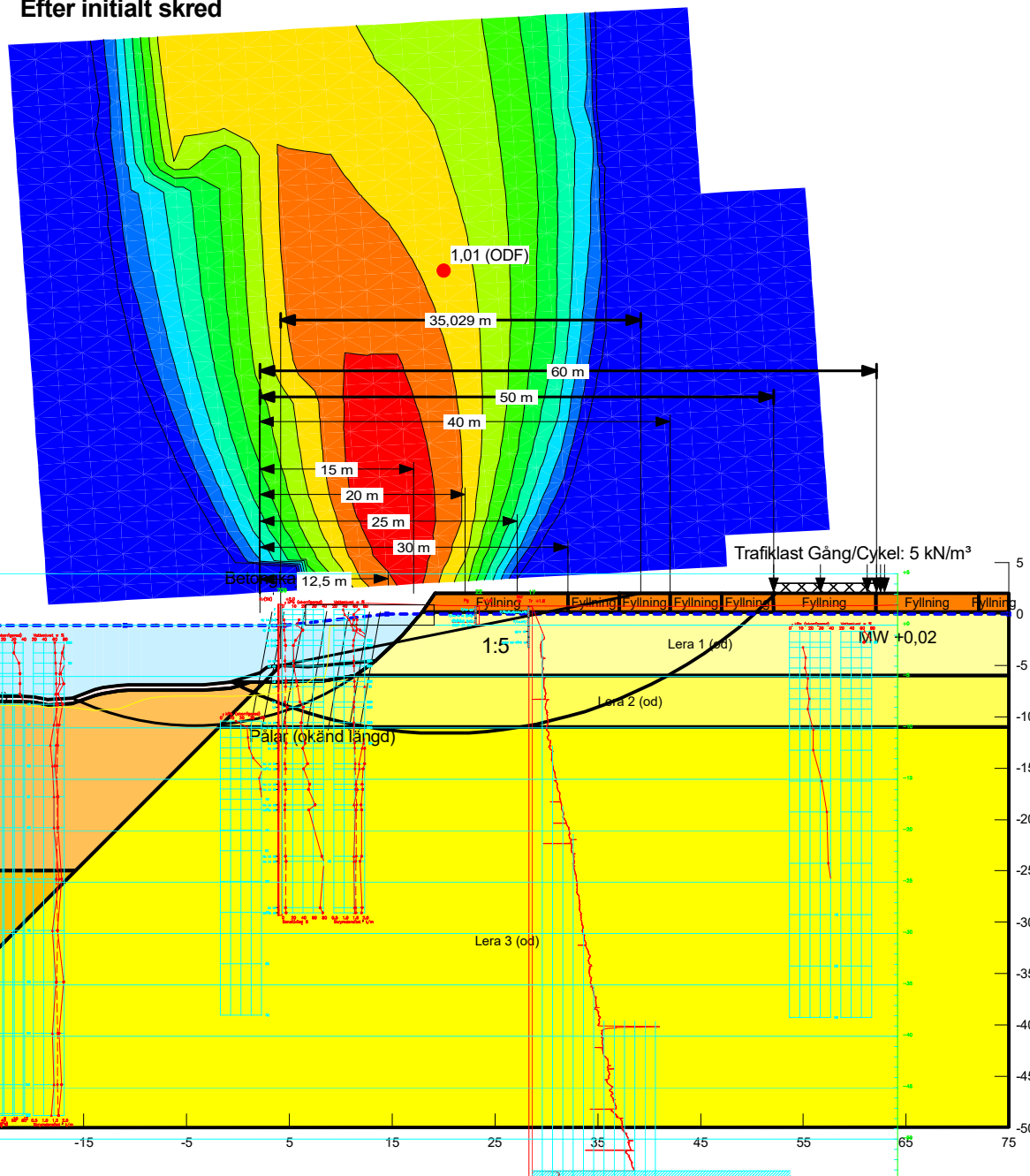


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys) Efter initialt skred



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

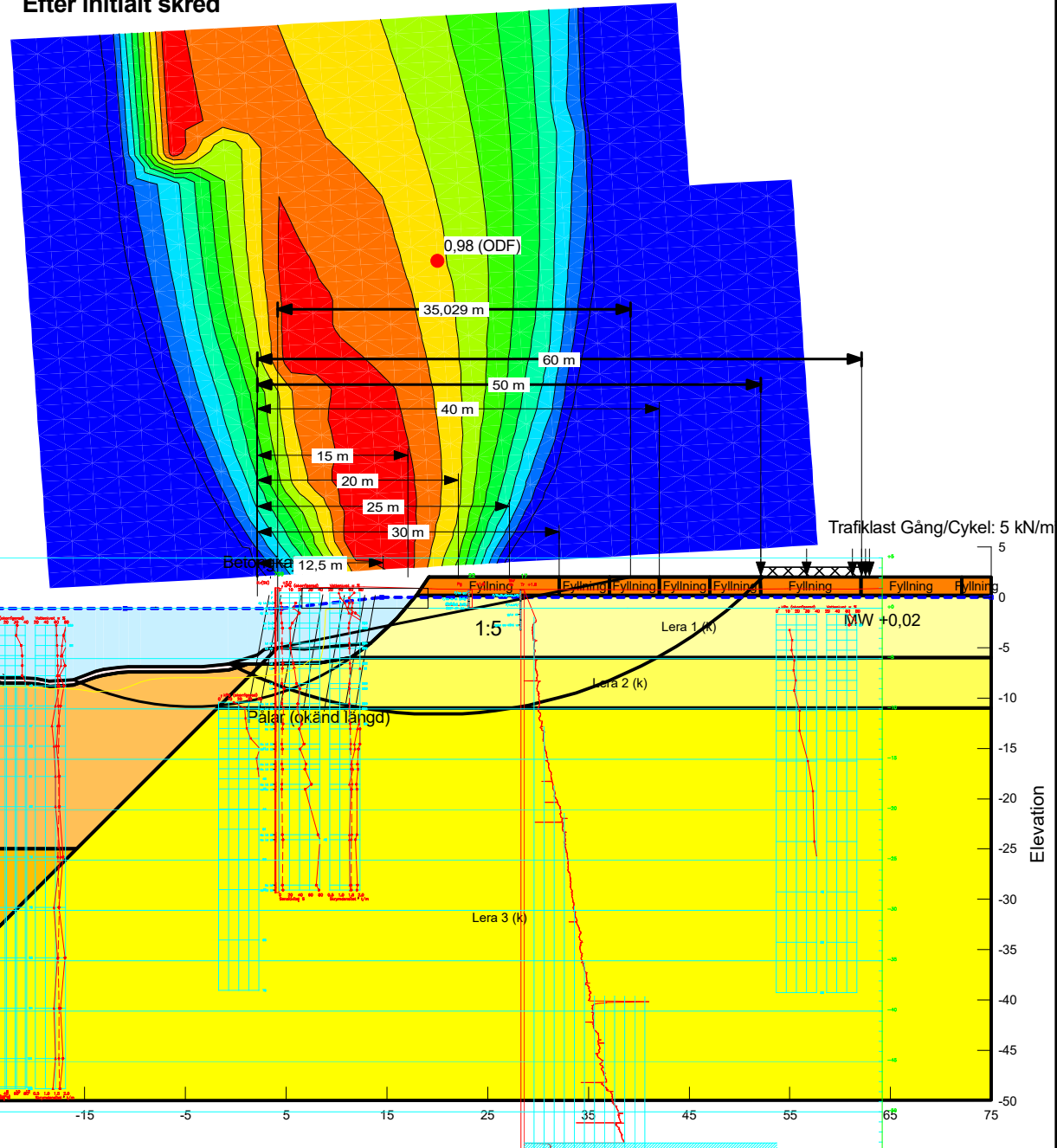


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Kombinerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Planerade förhållanden (partialkoefficientanalys) Efter initialt skred



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le2 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1 kPa
C-Rate of Change: 0,1 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 3,1 kPa
C-Rate of Change: 0,08 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 31 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 1,5 kPa
C-Rate of Change: 0,12 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 15 kPa
Cu-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (k)
Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 2,1 kPa
C-Rate of Change: 0,18 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 21 kPa
Cu-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (k)
Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

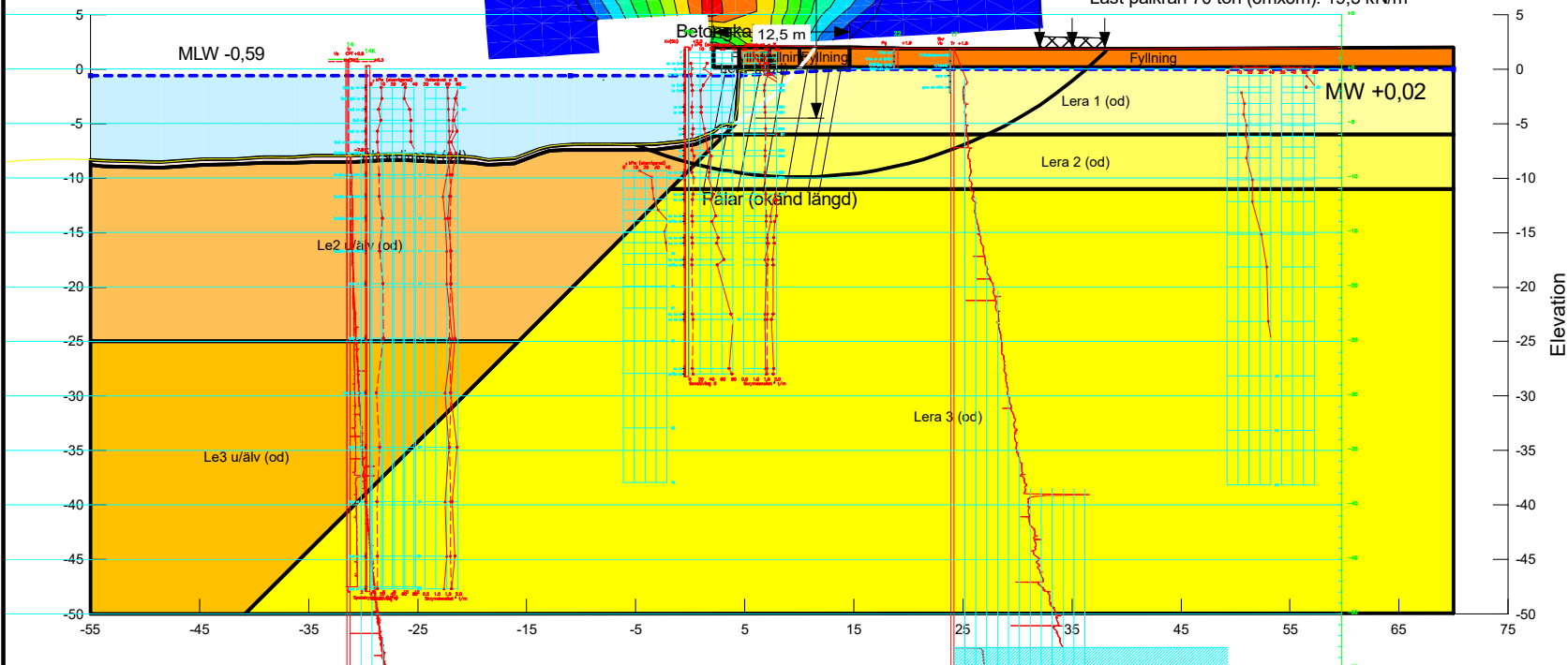
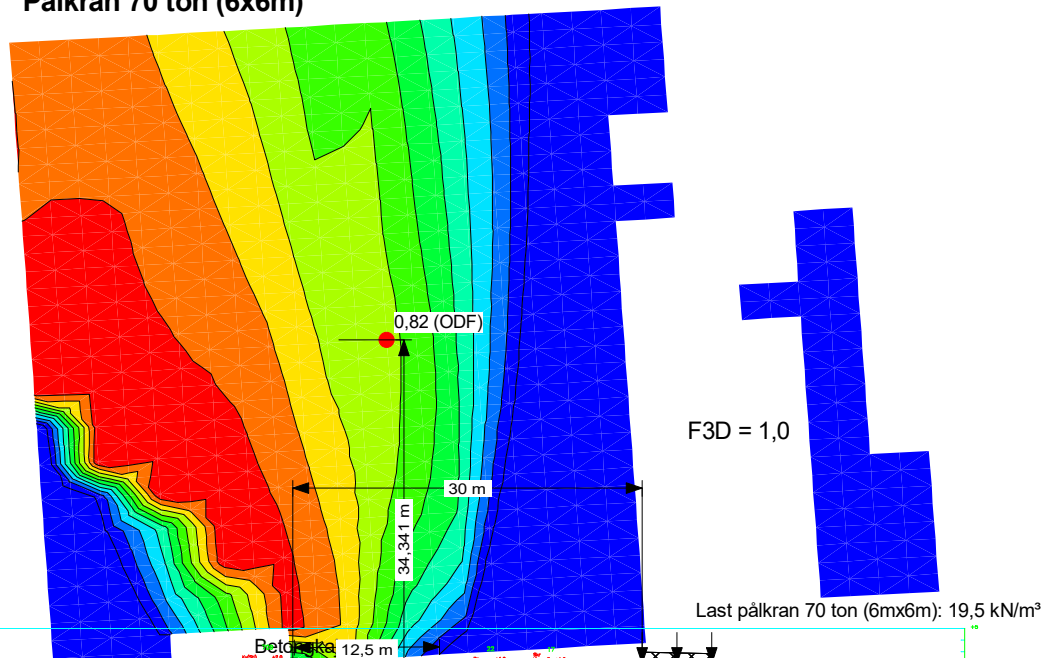


STABILITETSKARTERING Göteborgs stad

Sektion F - F Odränerad analys

Uppdrag: GFS GC-bro över Göta älv
Beställare: Göteborgs Stad
Skala (A4): 1:650

Byggskede (partialkoefficientanalys) Pålkran 70 ton (6x6m)



Name: Fyllning
Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 31°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Le2 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Le3 u/älv (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
C-Datum: 31 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -25 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15,5 kN/m³
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 3 (od)
Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 21 kPa
C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -11 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Älvsediment (od)
Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

BILAGA 2	
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT Beräknings-PM – PM Geoteknik
BILAGA Beräkningar upplyft	UPPDRAGSNUMMER 30054710

Kontroll av risk för upplyftning för färdig vägkonstruktion

TRVINFRA-00230 KRAV

Geokonstruktion, Dimensionering och utformning

$$1,0 \cdot G_{dst} \leq 0,9 \cdot G_{stb} + R$$

G_{dst}	Last på den pådrivande sidan, t.ex. vattentryck.
G_{stb}	Egentyngd på den mothållande sidan.
R	Skjuvmotstånd (Bör utnyttjas restriktivt, beaktas därför ej)

Sektion A-A

MW	0,02	$\gamma_F =$	22 kN/m ³	<i>Tunghet förstärkningslagermaterial</i>
HHW	1,66	$\gamma_{LK,TÖ, LF1} =$	2,2 kN/m ³	<i>Tunghet torr lättklinker över MW, Lastfall 1</i>
		$\gamma_{LK,TÖ, LF2, HHW} =$	4,5 kN/m ³	<i>Tunghet torr lättklinker över HHW, Lastfall 2</i>
				<i>Tunghet torr lättklinker mellan MW och</i>
		$\gamma_{LK,TÖ, LF2, MW} =$	4,5 kN/m ³	<i>HHW, Lastfall 2</i>
		$\gamma_{LK,TU} =$	5,5 kN/m ³	<i>Tunghet torr lättklinker under MW</i>
		$\gamma_{LK,BU} =$	7,5 kN/m ³	<i>Tunghet blöt lättklinker under MW</i>

ö.k. väg	2,3
ö.k.	
lättklinker	1,8
Tjocklek	
lättklinker	1,5
Schakt-	
botten	0,3

Lastfall 1

$$G_{dst} = H_w \cdot \gamma_w = -2,8 \text{ kPa}$$

$$G_{stb} = H_F \cdot \gamma_F + H_{LK,Ö} \cdot \gamma_{LK,TÖ} + H_{LK,U} \cdot \gamma_{LK,TU} = 13,4 \text{ kPa}$$

$$R = 0 \text{ kPa}$$

Skjuvmotstånd beaktas ej

$$1,0 \cdot G_{dst} \leq 0,9 \cdot G_{stb} + R$$

Ok!

Lastfall 2

$$G_{dst} = H_w \cdot \gamma_w = 13,6 \text{ kPa}$$

$$G_{stb} = H_F \cdot \gamma_F + H_{LK,Ö} \cdot \gamma_{LK,TÖ} + H_{LK,U} \cdot \gamma_{LK,TU} = 16,9 \text{ kPa}$$

$$R = 0 \text{ kPa}$$

Skjuvmotstånd beaktas ej

$$1,0 \cdot G_{dst} \leq 0,9 \cdot G_{stb} + R$$

Ok!

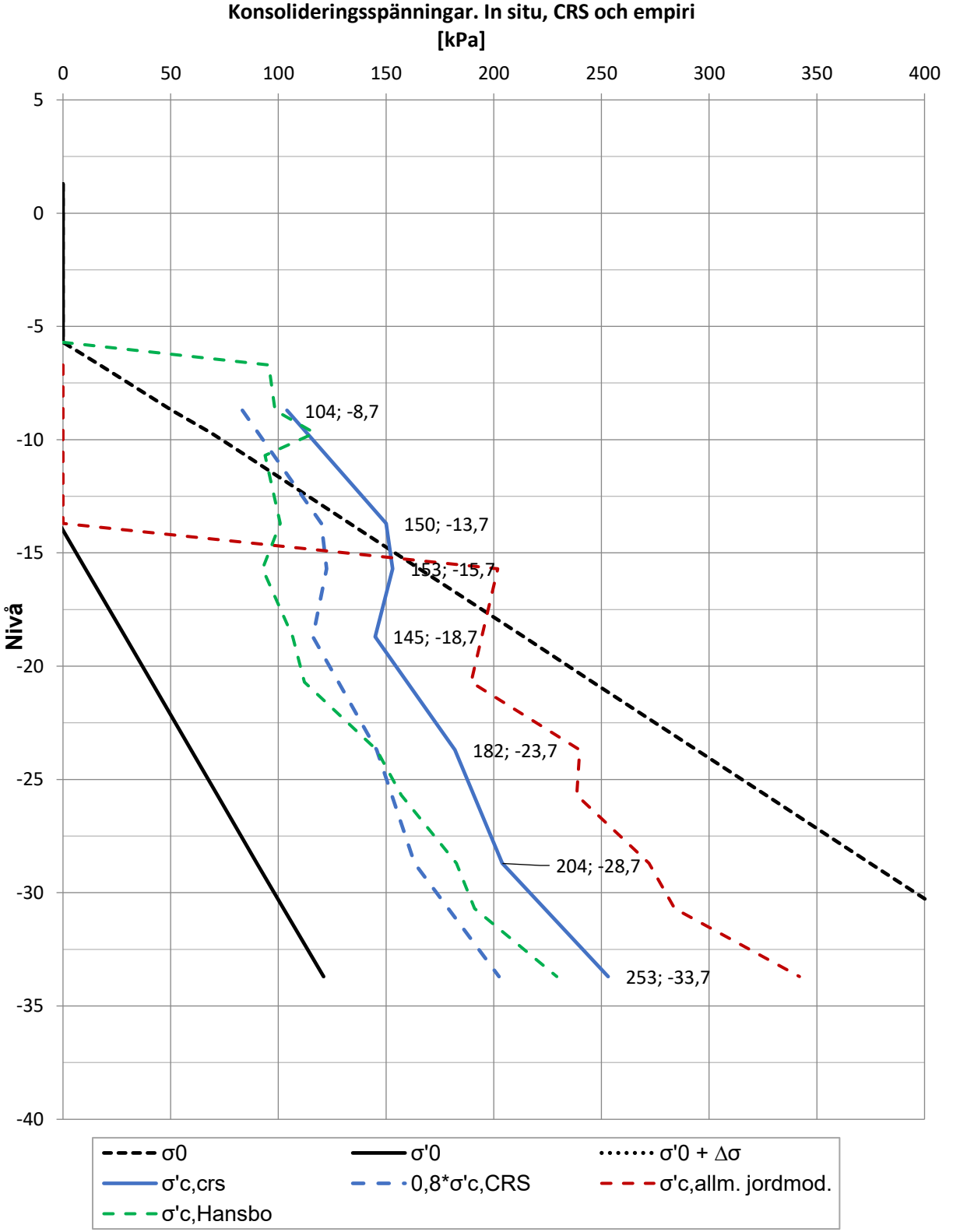
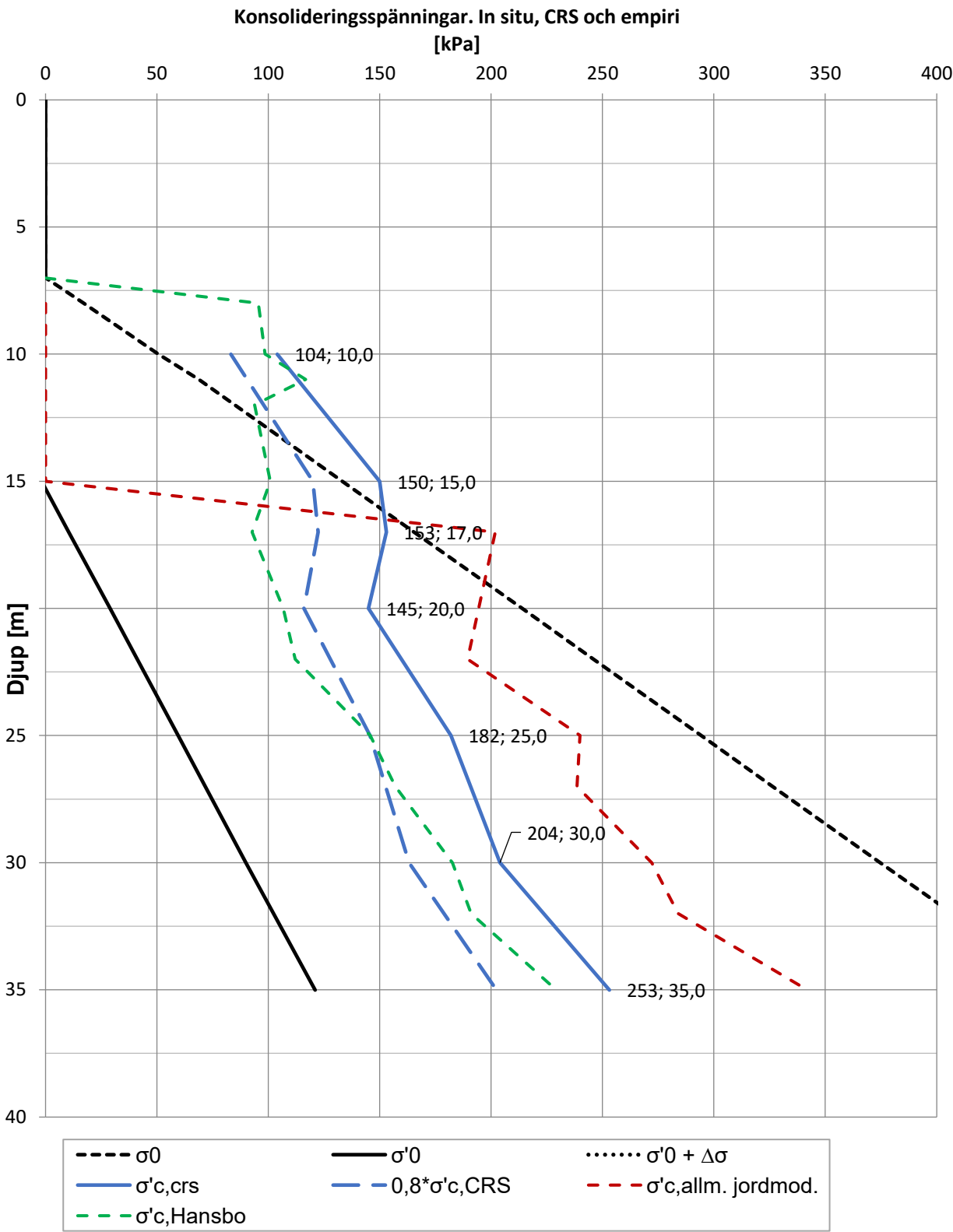
BILAGA 4	
UPPDRAG Gång- och cykelbro Packhuskajen - Hugo Hammars kaj	DOKUMENT PM Geoteknik
BILAGA Konsolideringsdiagram	UPPDRAGSNUMMER 30054710

PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5001
Delområde: Packhuskajen delområde 1
Datum: 2023-03-20

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 1,3
Grundvattenyta (djup umy): 1,5 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk



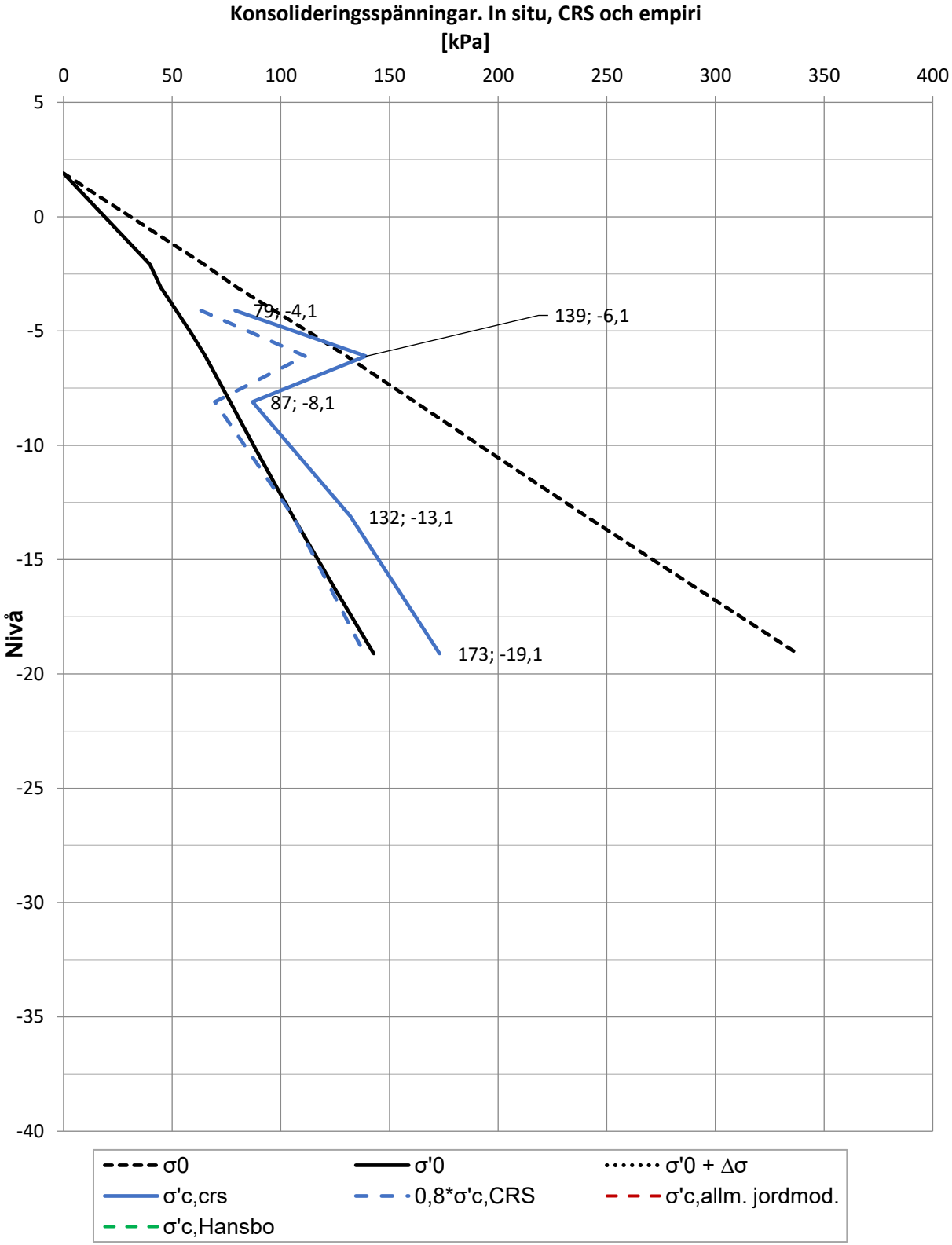
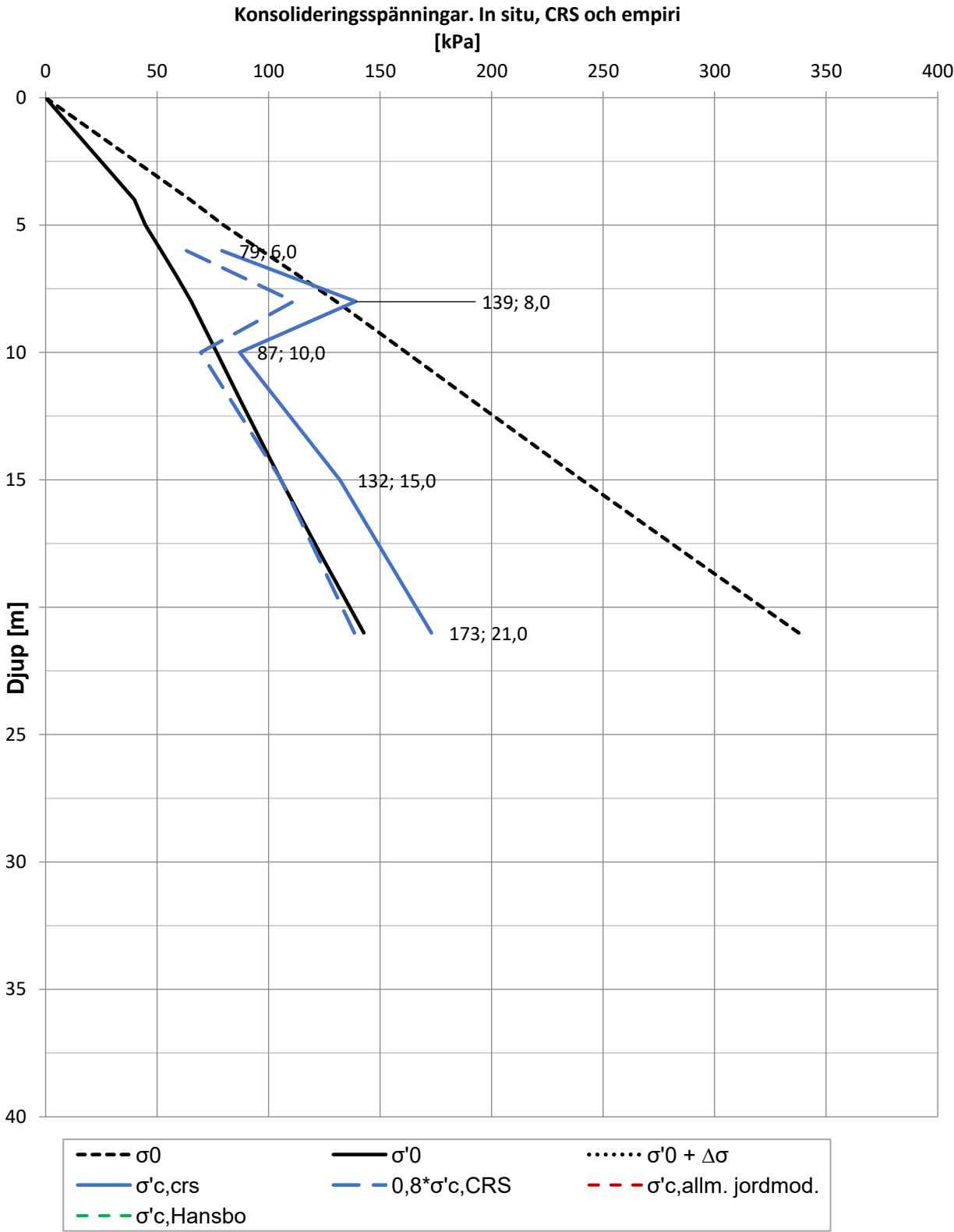
PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5054
Delområde: Packhuskajen delområde 2
Datum: 2023-03-20

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,9
1,5 m
Hydrostatisk



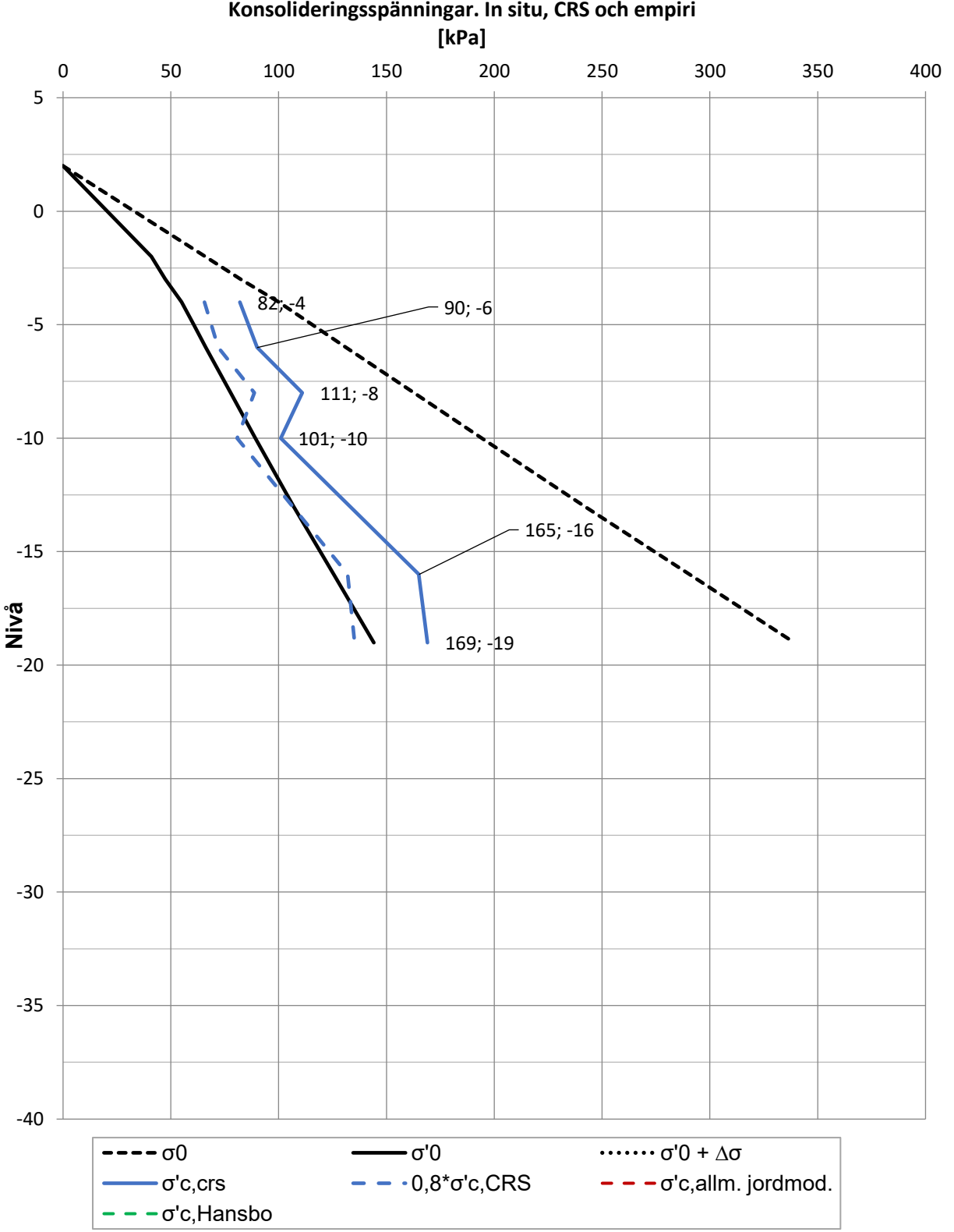
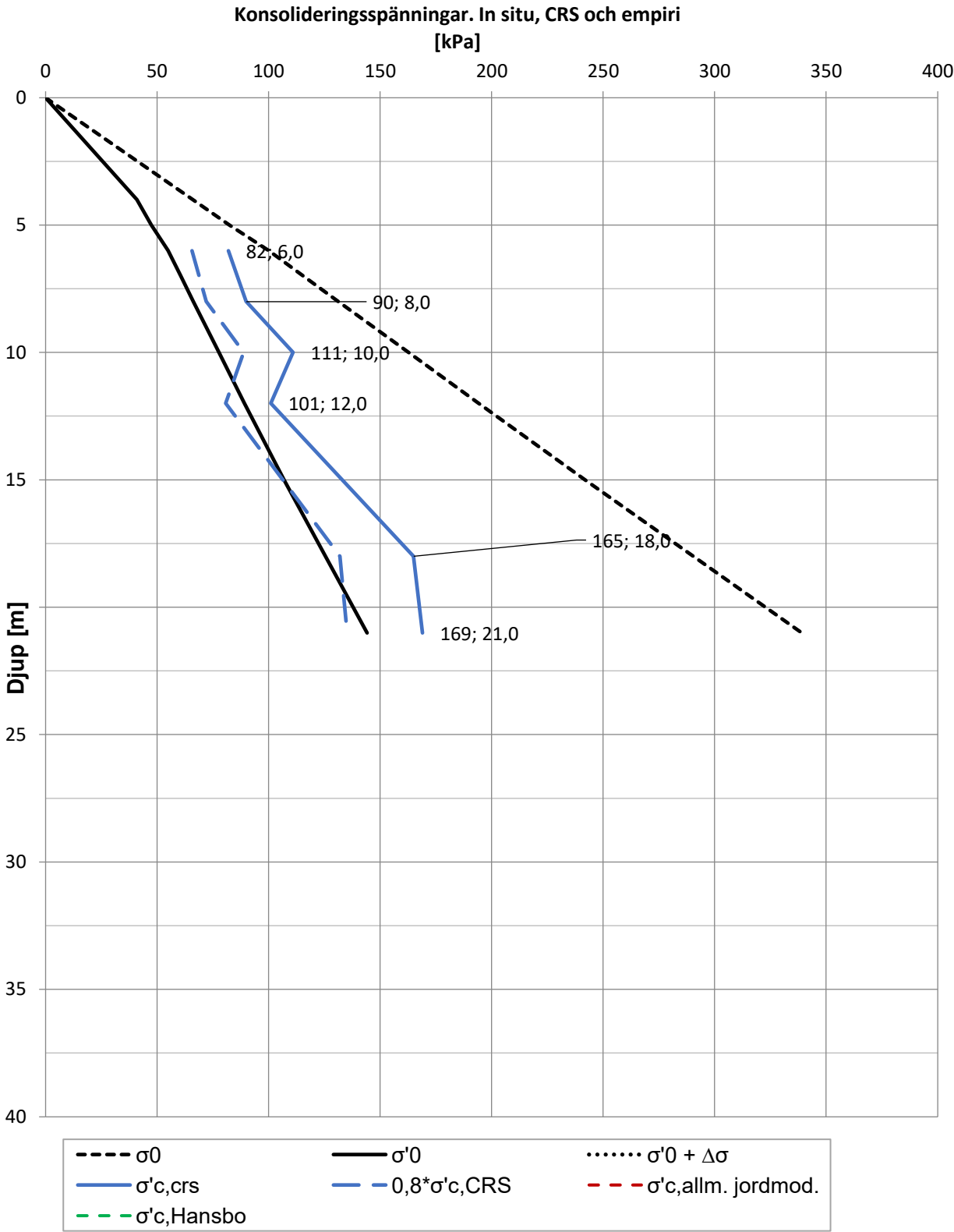
PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5058
Delområde: Packhuskajen delområde 2
Datum: 2023-03-20

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

2
1,5 m
Hydrostatisk



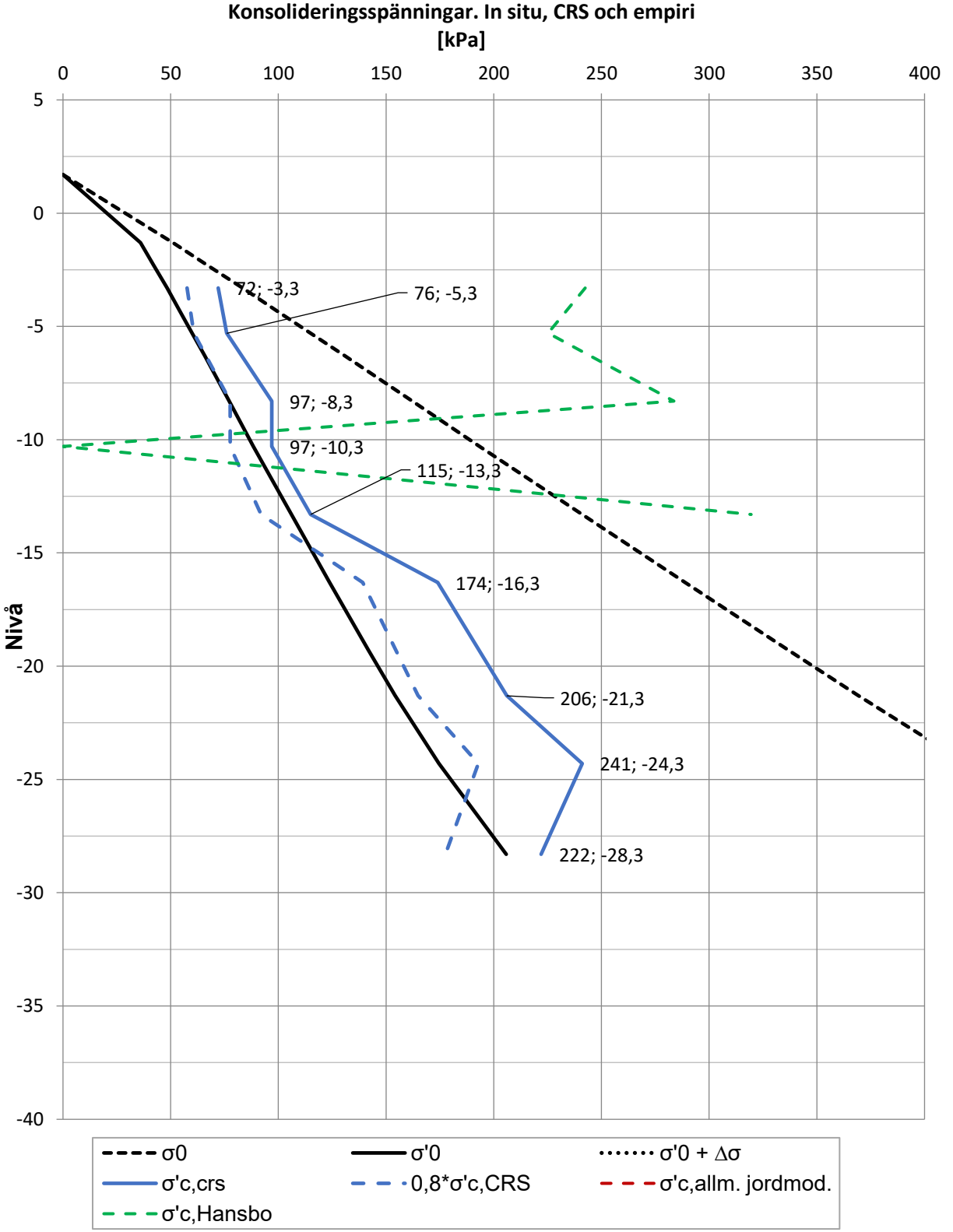
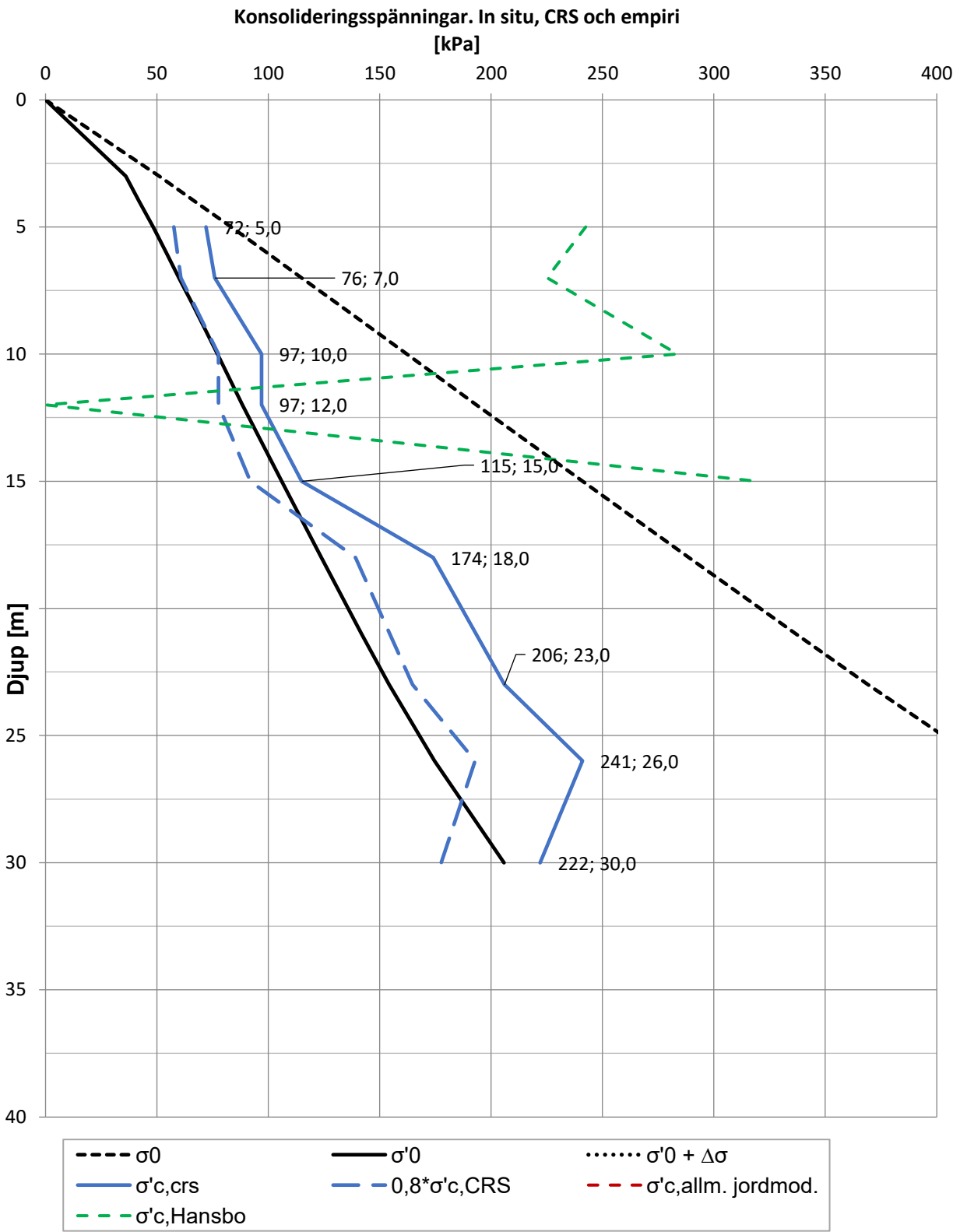
PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5060B
Delområde: Packhuskajen delområde 2
Datum: 2023-03-20

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,7
1,5 m
Hydrostatisk

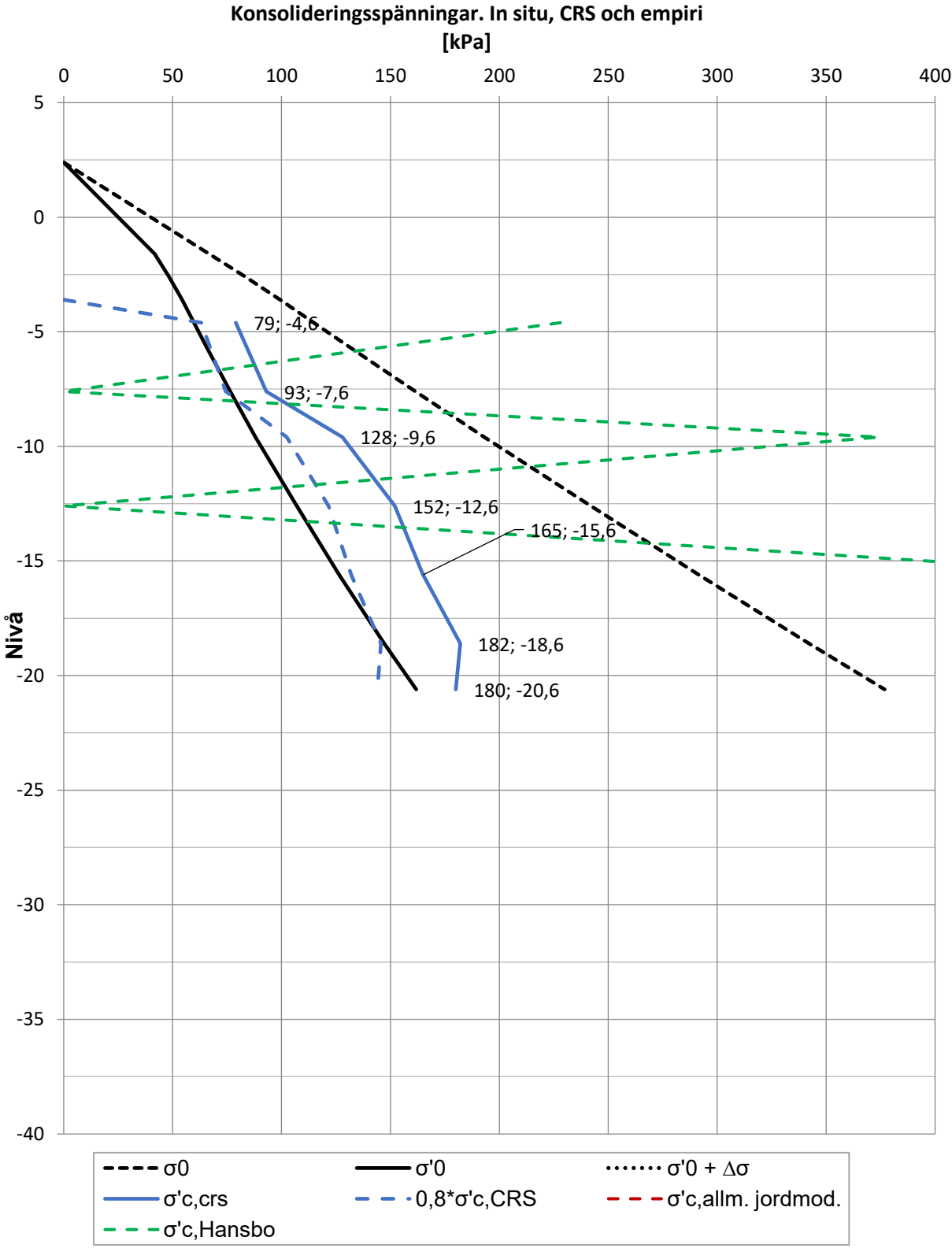
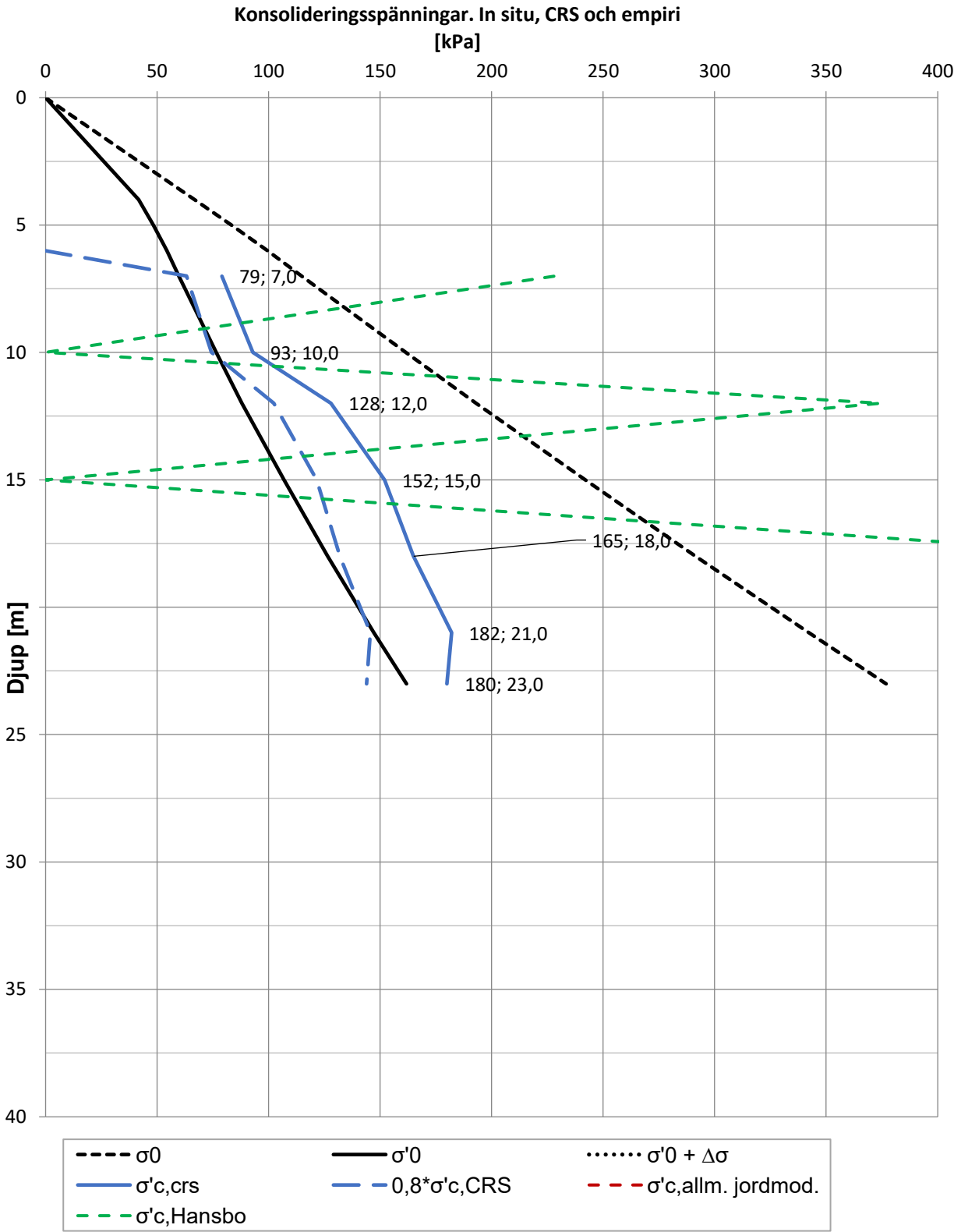


PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5061
Delområde: Packhuskajen delområde 2
Datum: 2023-03-20

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 2,4
Grundvattenyta (djup umy): 1,5 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk



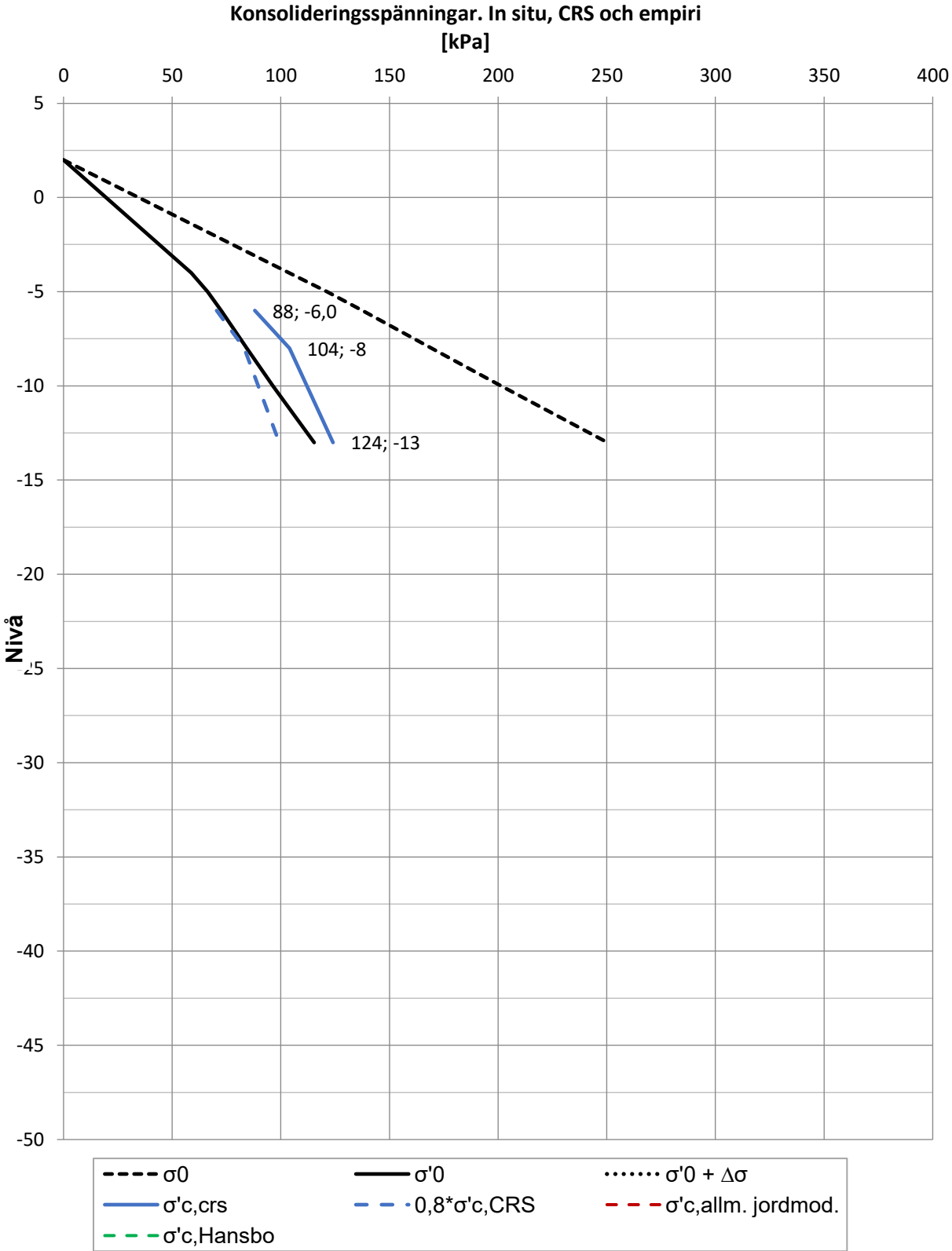
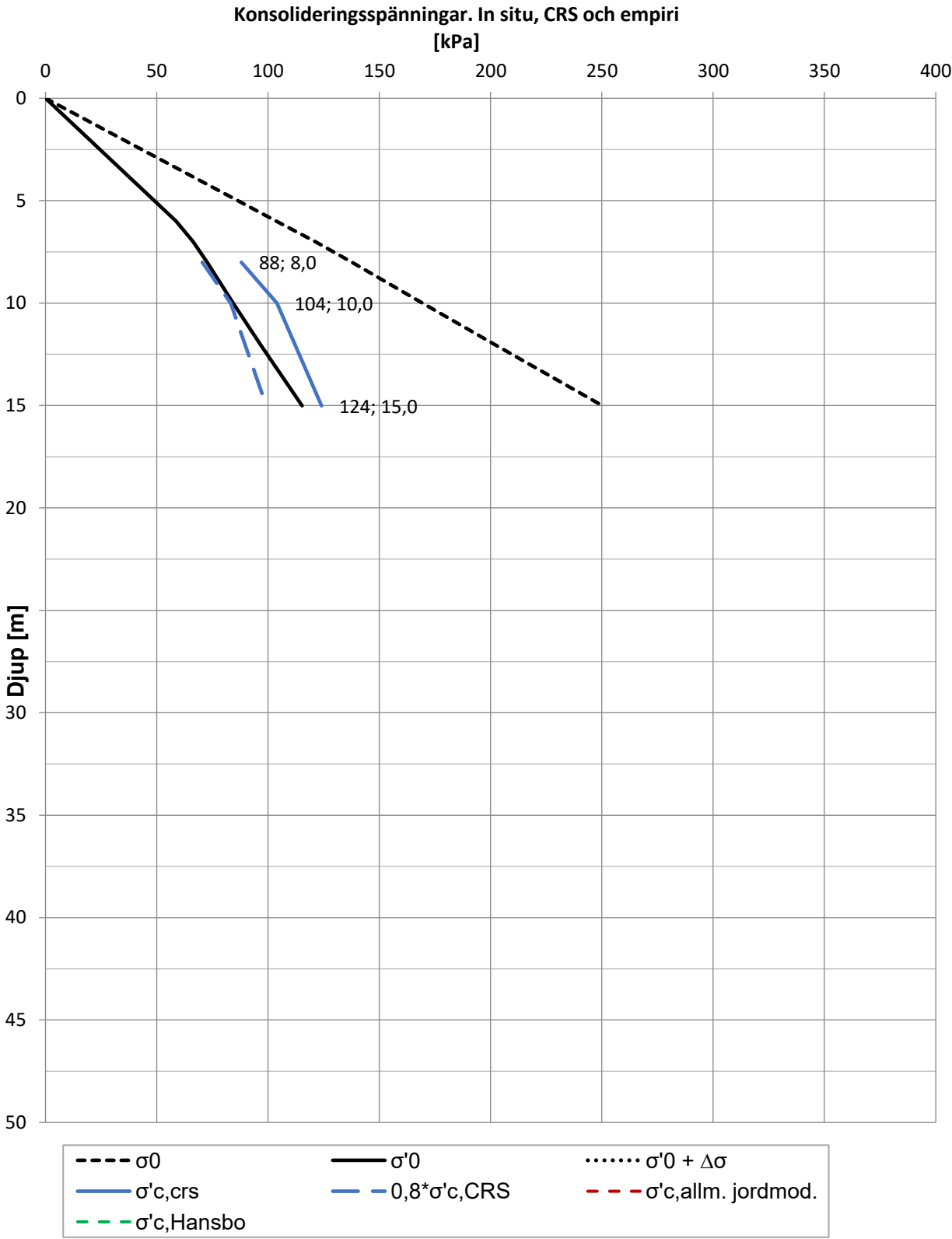
PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5076
Delområde: Packhuskajen delområde 1
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

2
1,5 m
Hydrostatisk



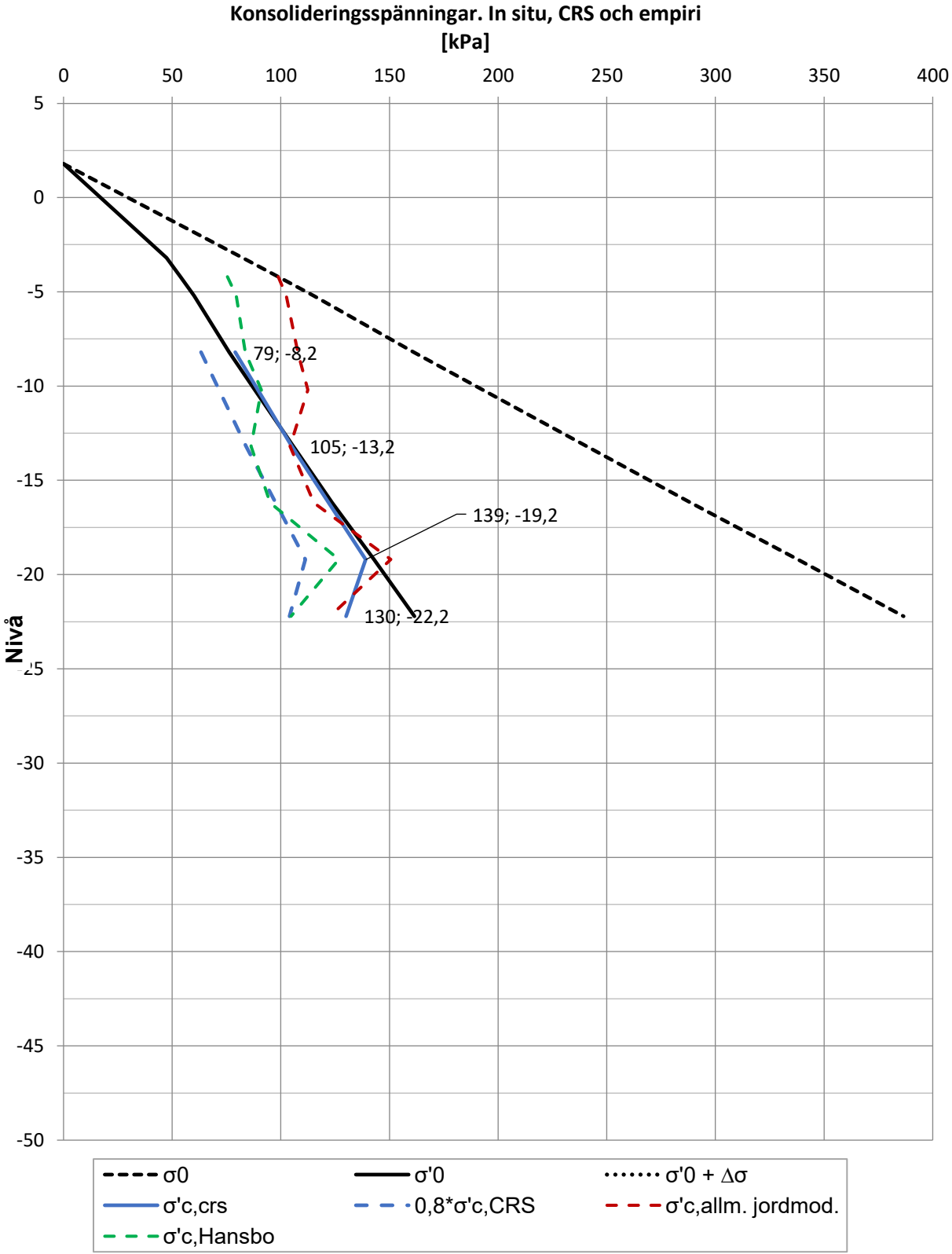
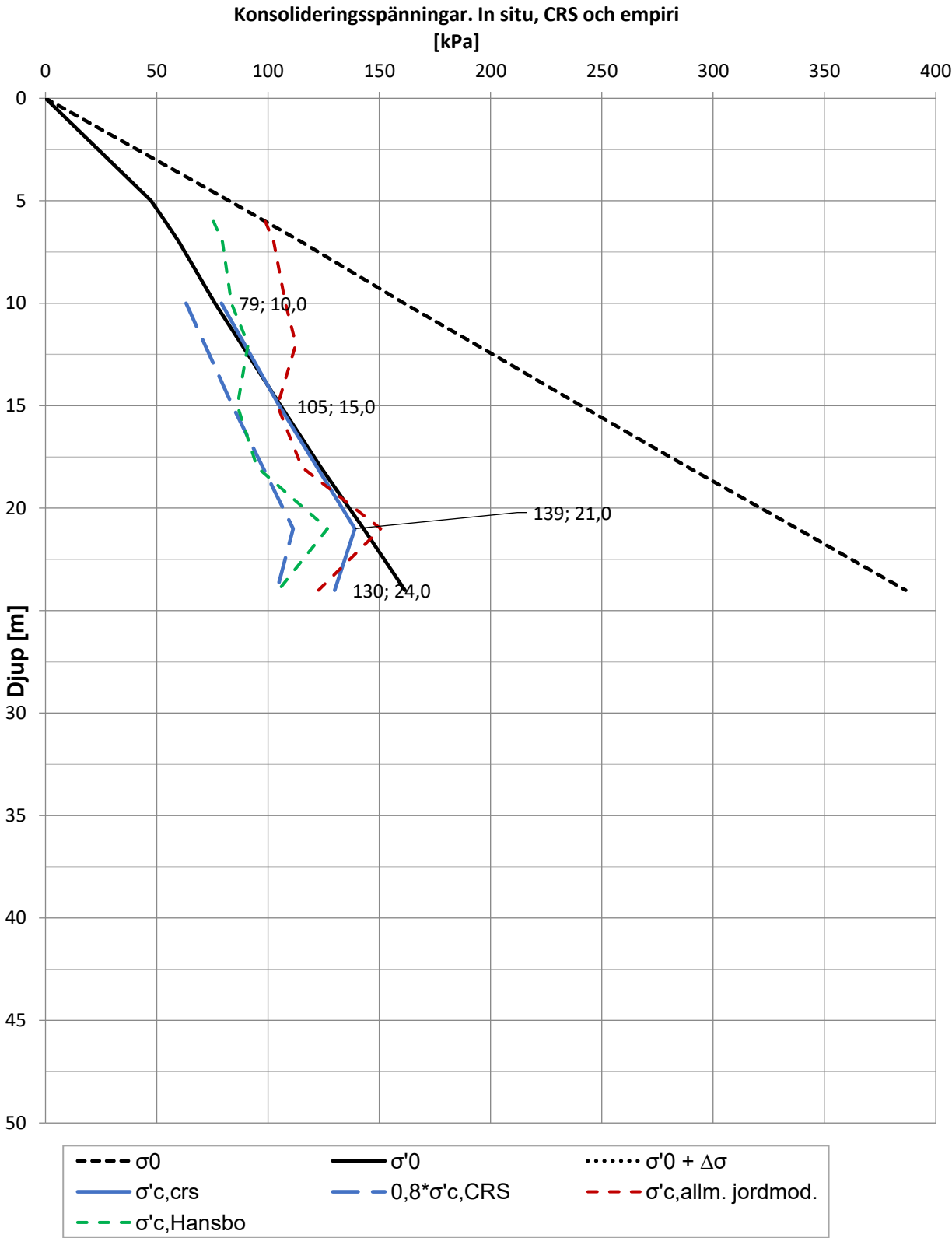
PROJEKTNAMN

Borrhål: CH5110
Delområde: Packhuskajen delområde 2
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,8
1,5 m
Hydrostatisk

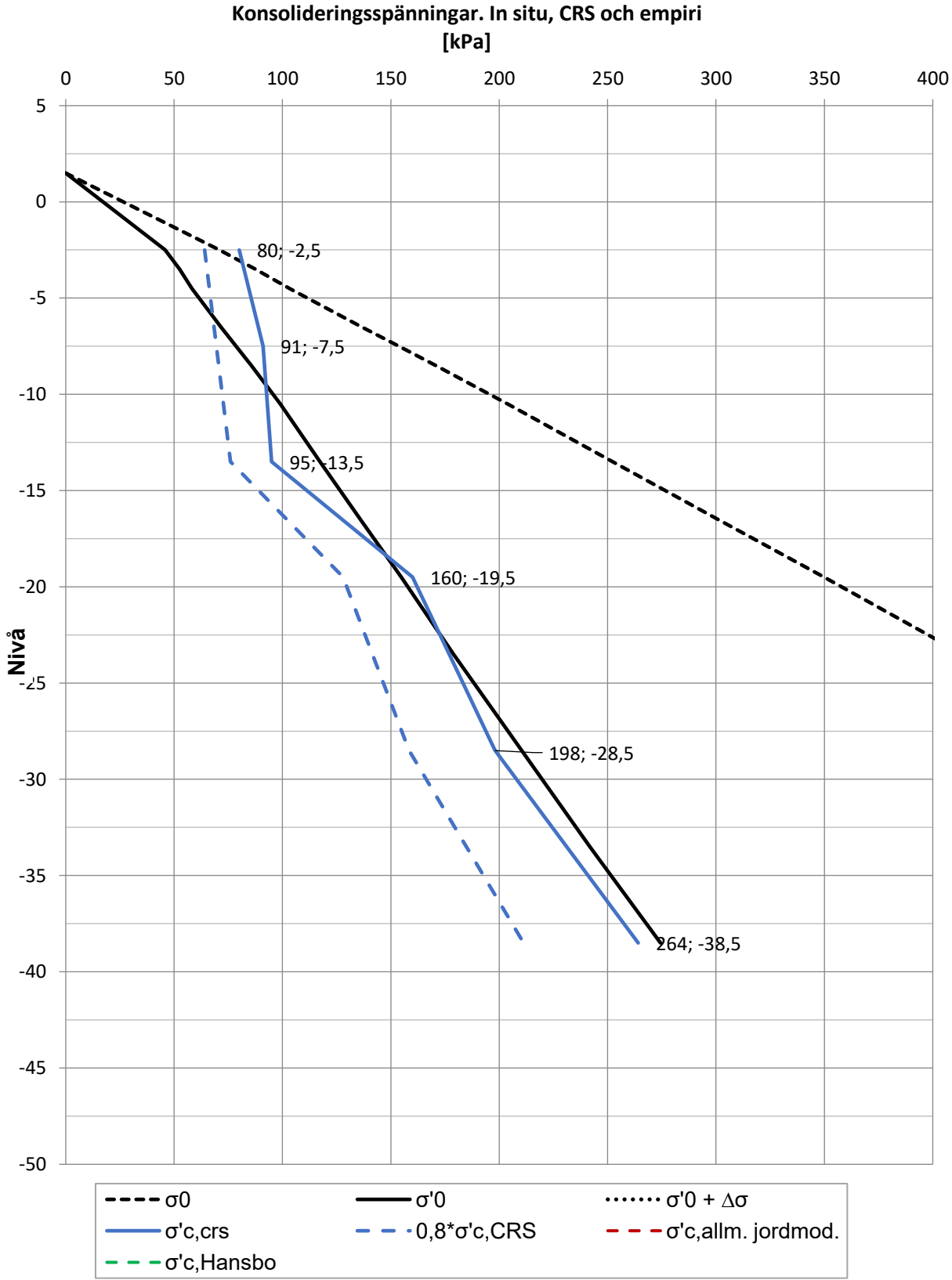
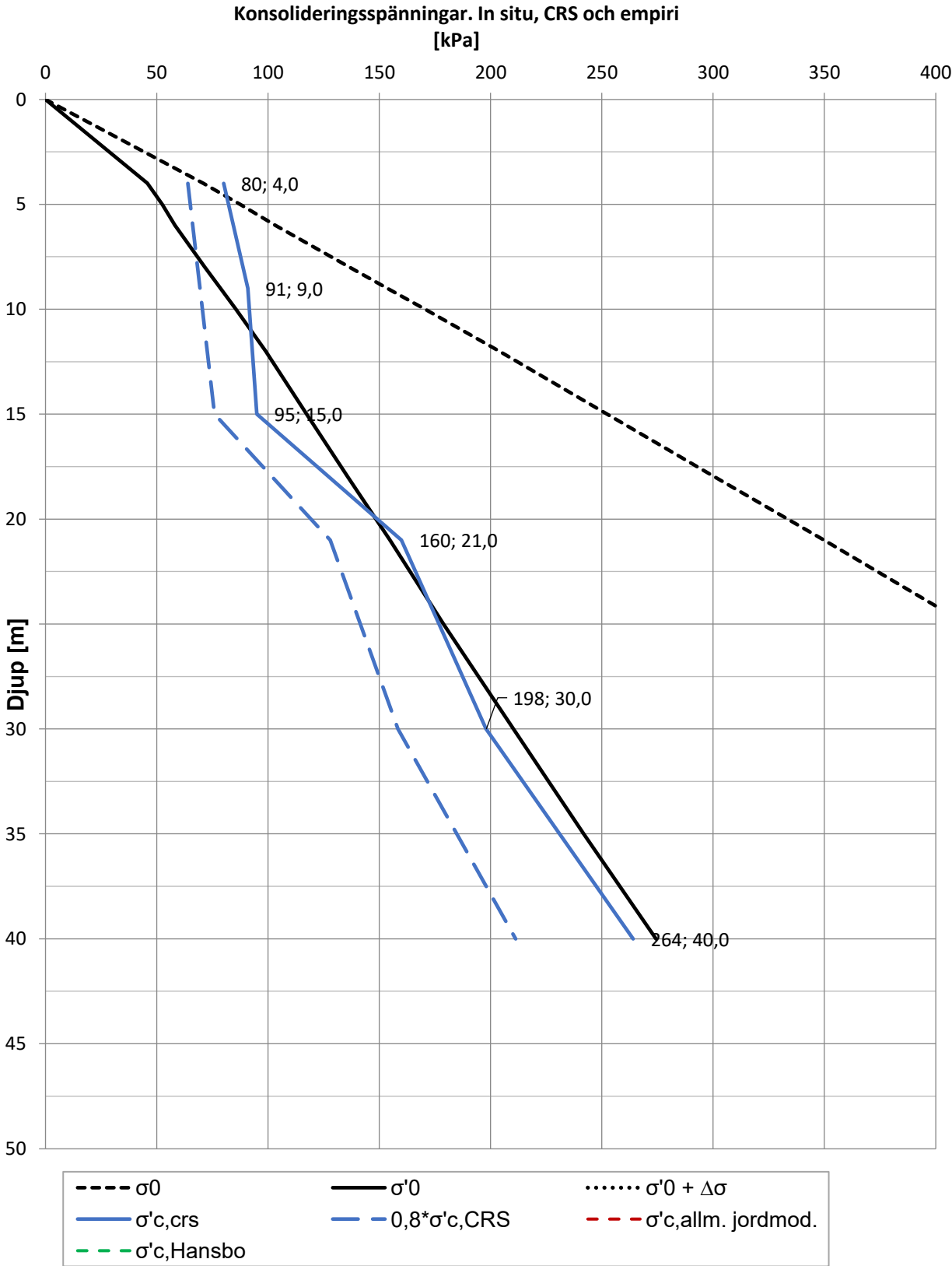


PROJEKTNAMN

Borrhål: JU08001
Delområde: Packhuskajen delområde 1
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 1,5
Grundvattenyta (djup umy): 1,5 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk



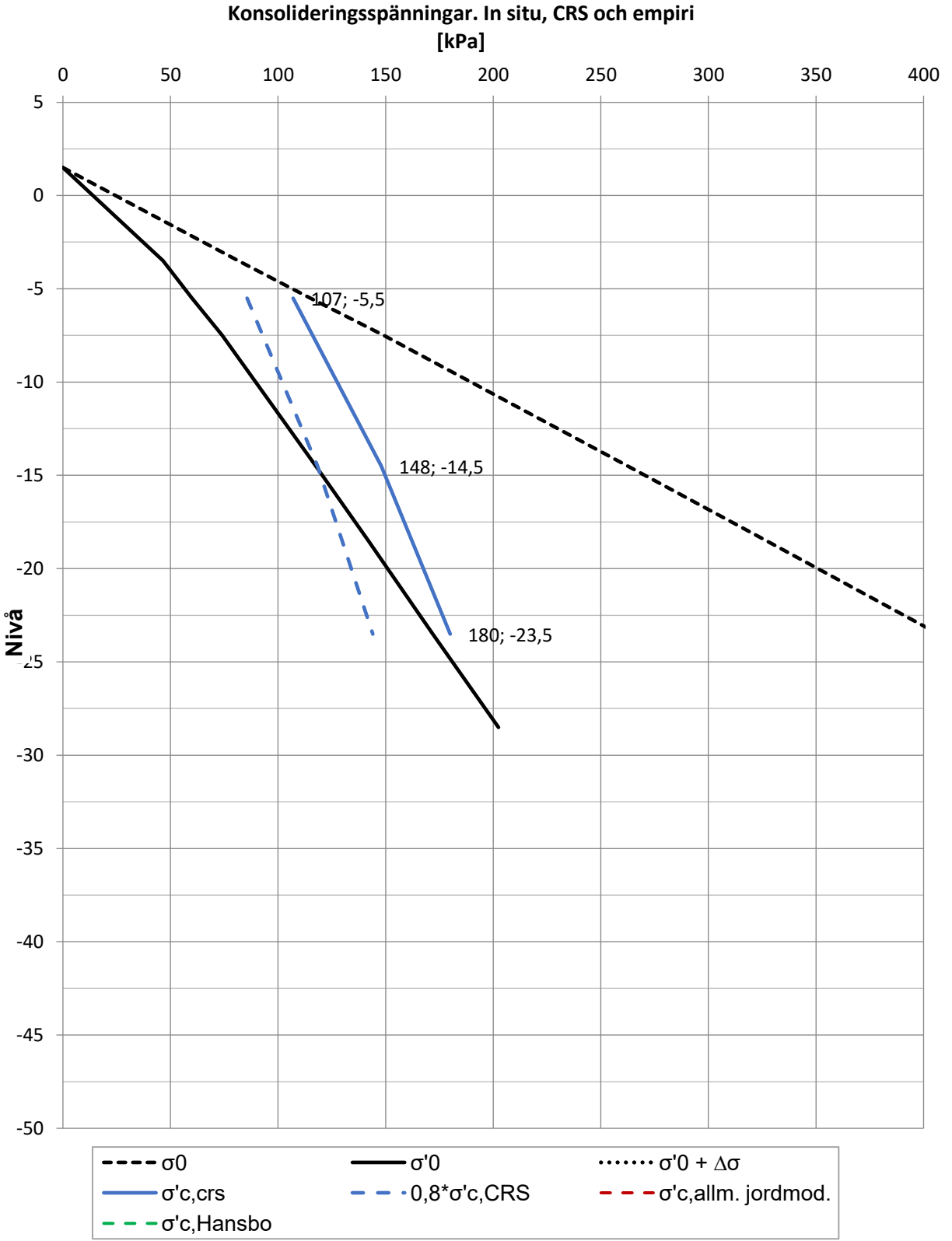
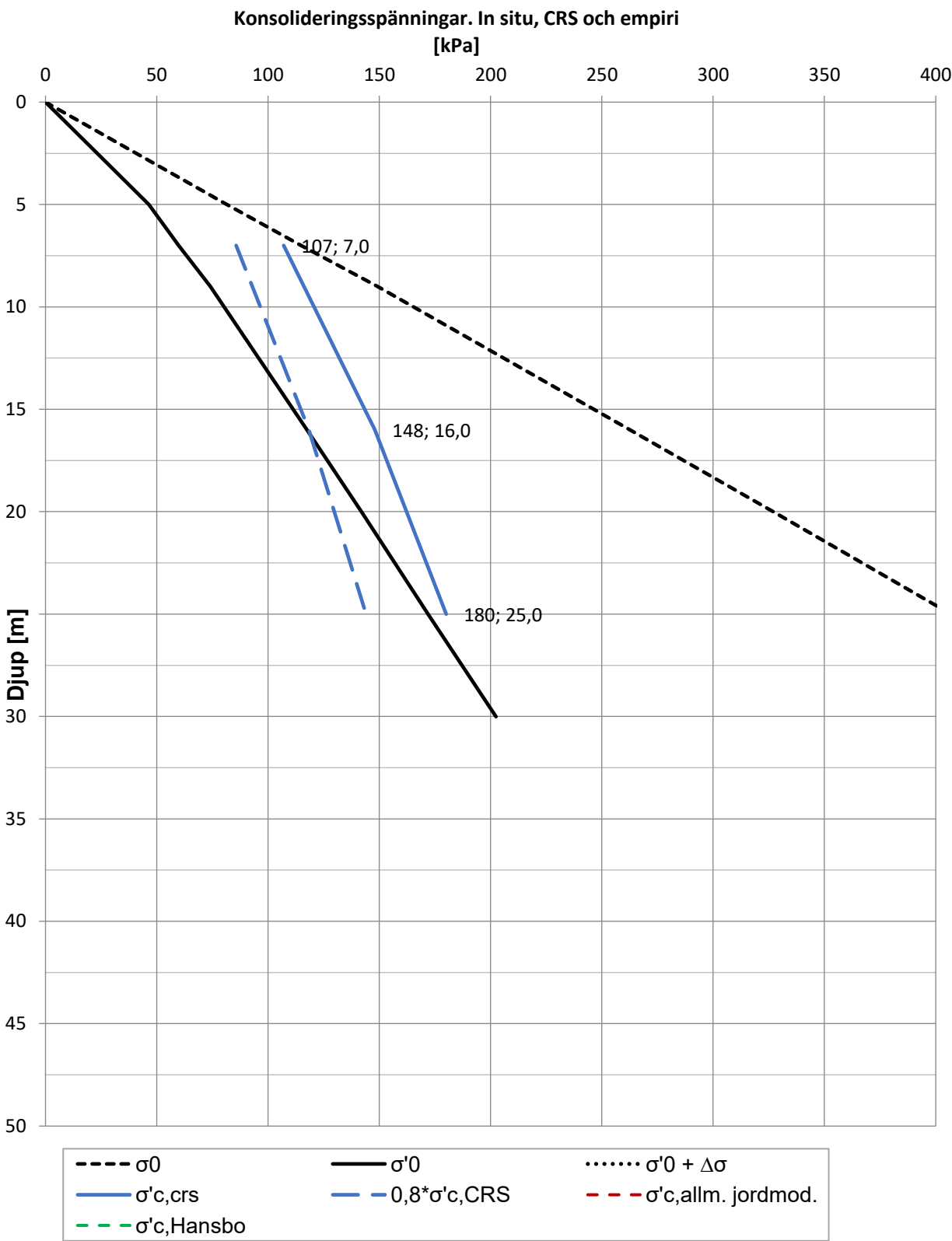
PROJEKTNAMN

Borrhål: PS1212
Delområde: Packhuskajen delområde 1
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,5
1,5 m
Hydrostatisk

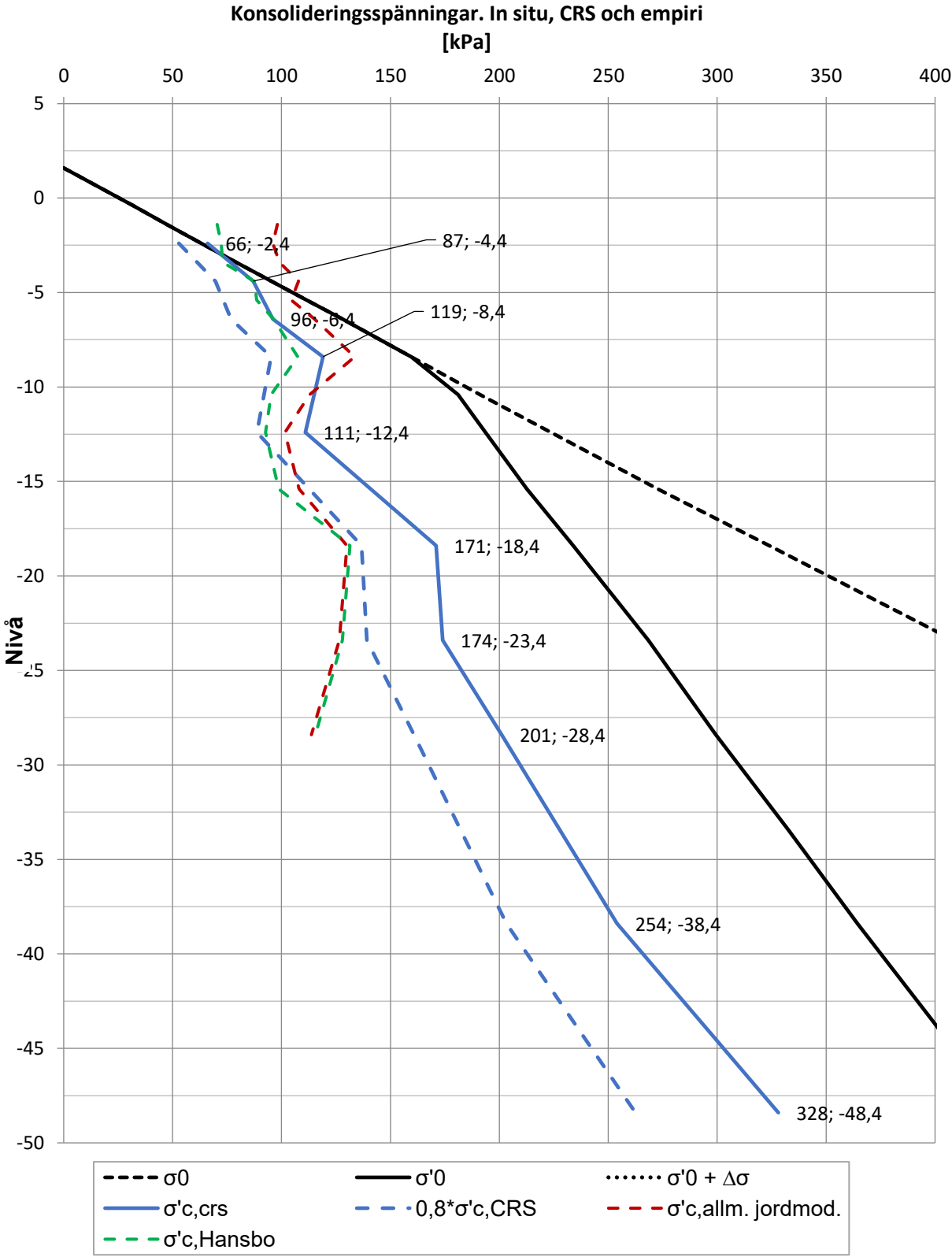
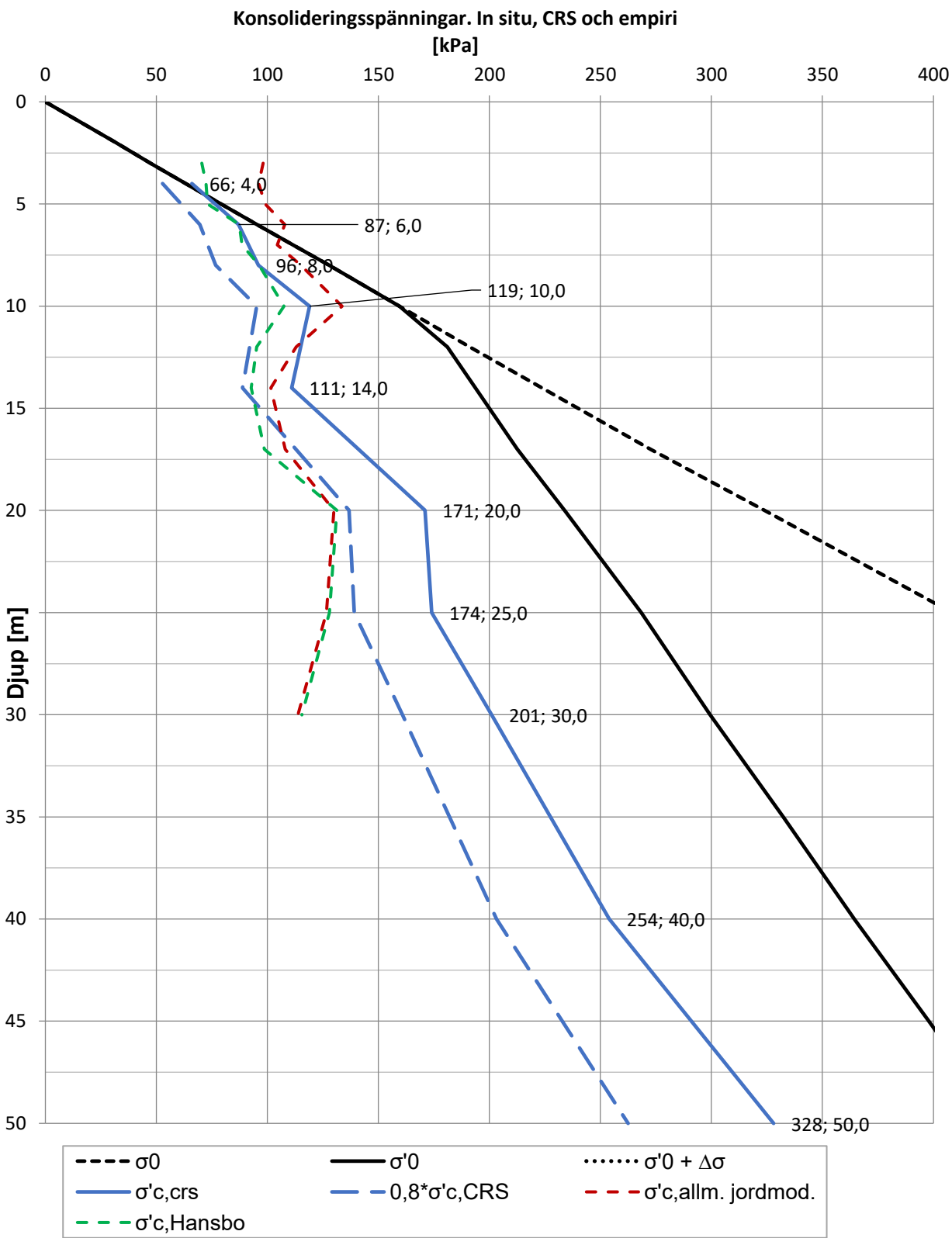


PROJEKTNAMN

Borrhål: 1
Delområde: Göta älv
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 1,6
Grundvattenyta (djup umy): 11 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk

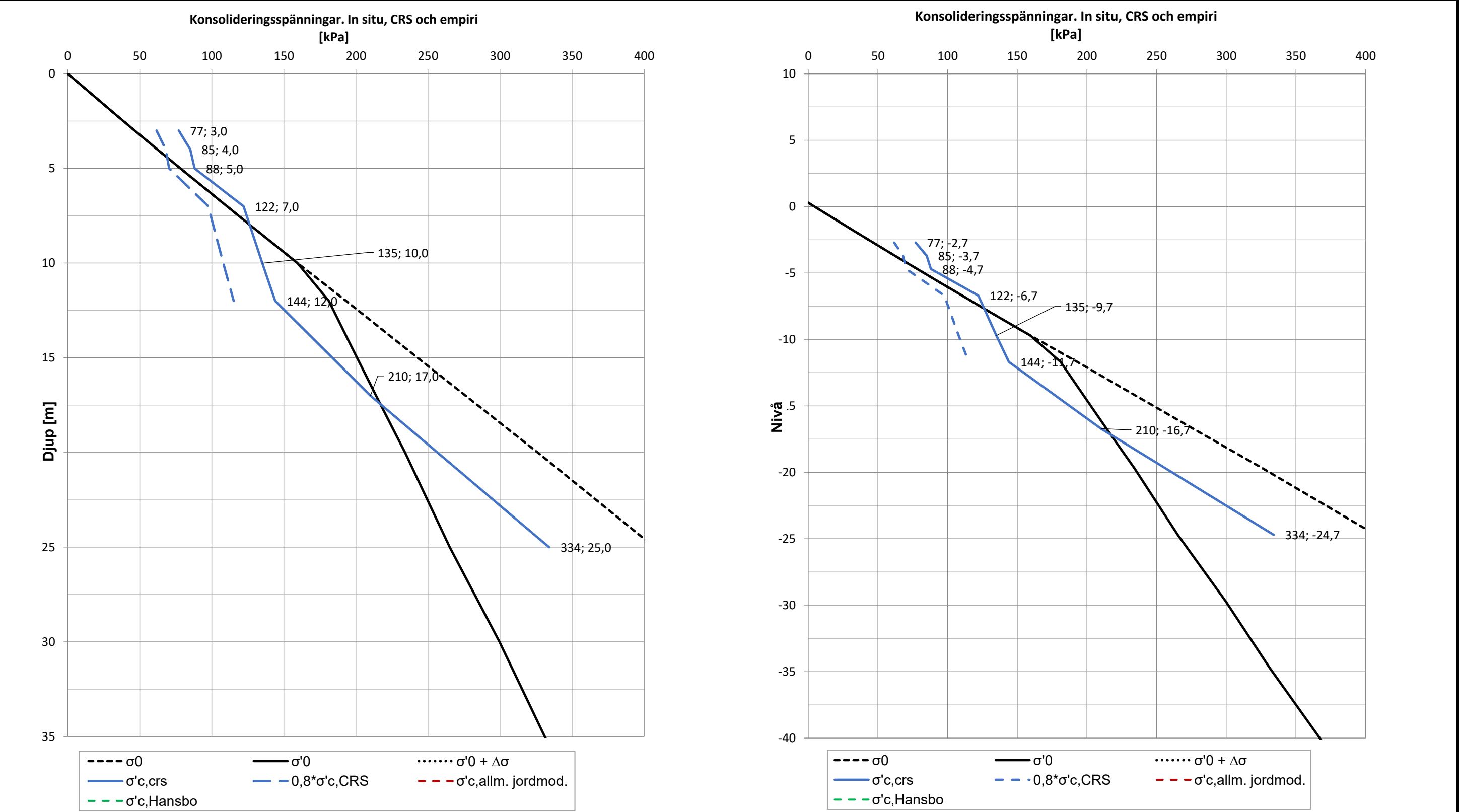


PROJEKTNAMN

Borrhål: 14K
Delområde: Göta älv
Datum: 2023-03-19

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 0,3
Grundvattenyta (djup umy): 10,8 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk

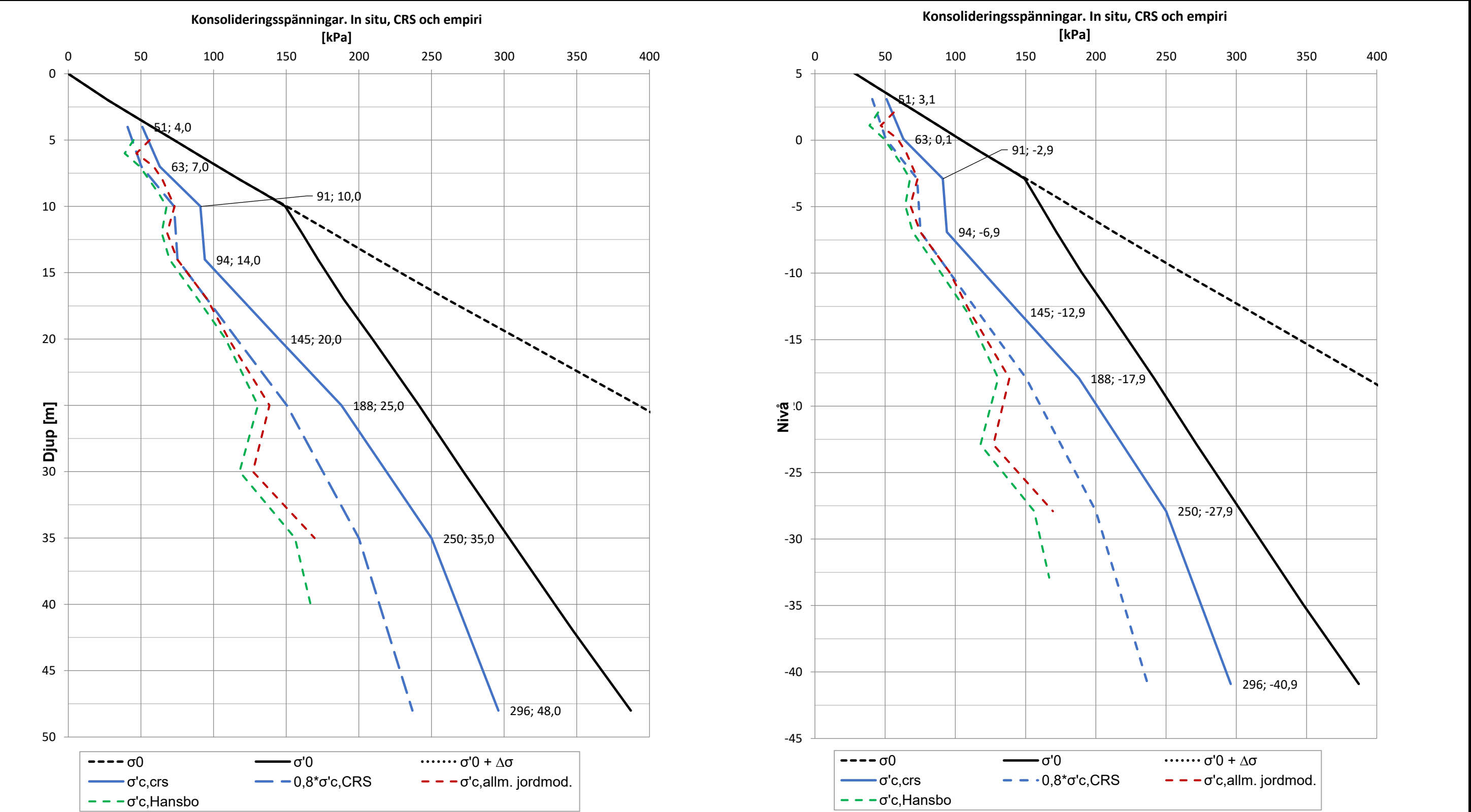


PROJEKTNAMN

Borrhål: 31
Delområde: Göta älv
Datum: 2022-12-13

INDATA

Nivå markyta (RH2000): 7,1
Grundvattenyta (djup umy): 9,9 m
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald) Hydrostatisk



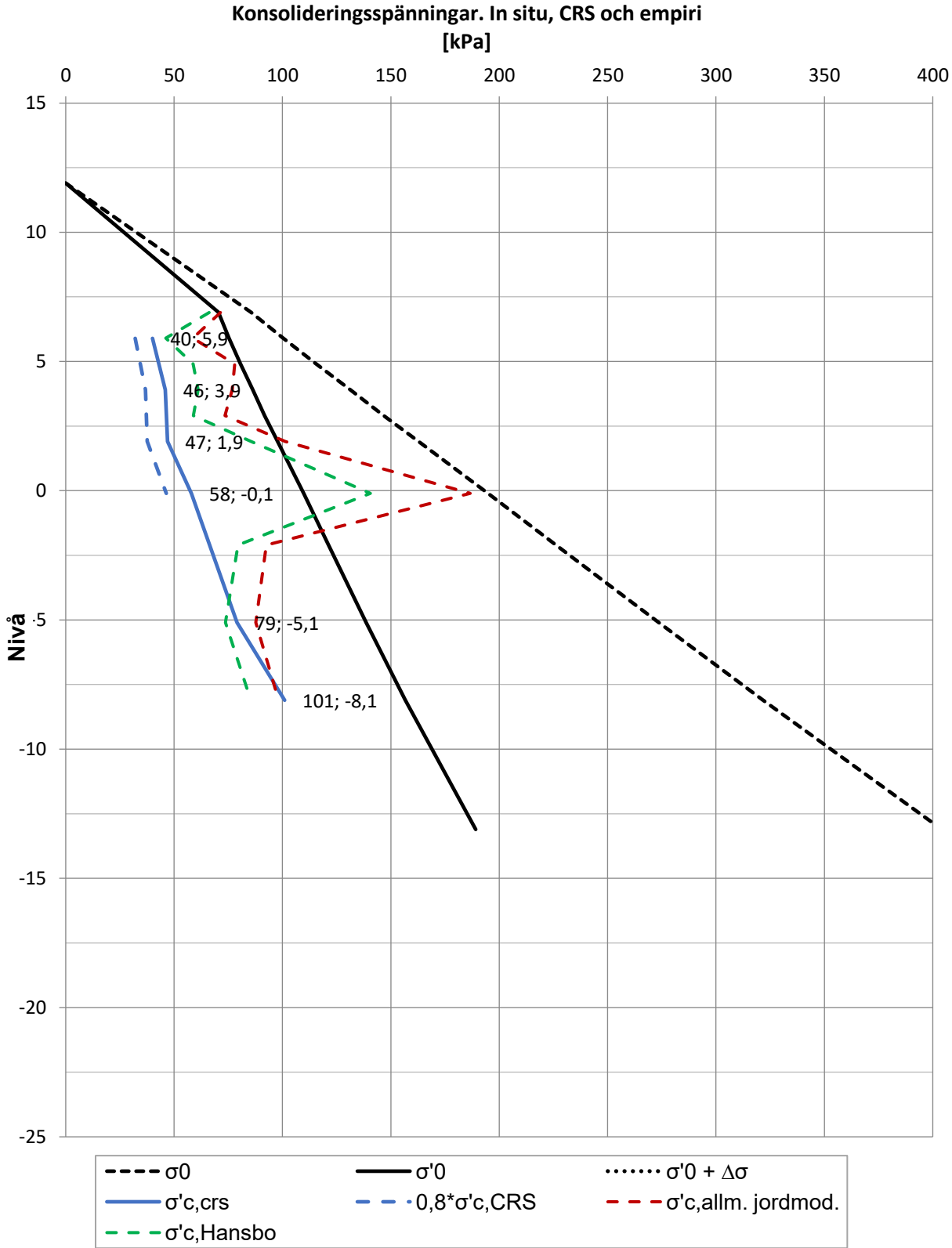
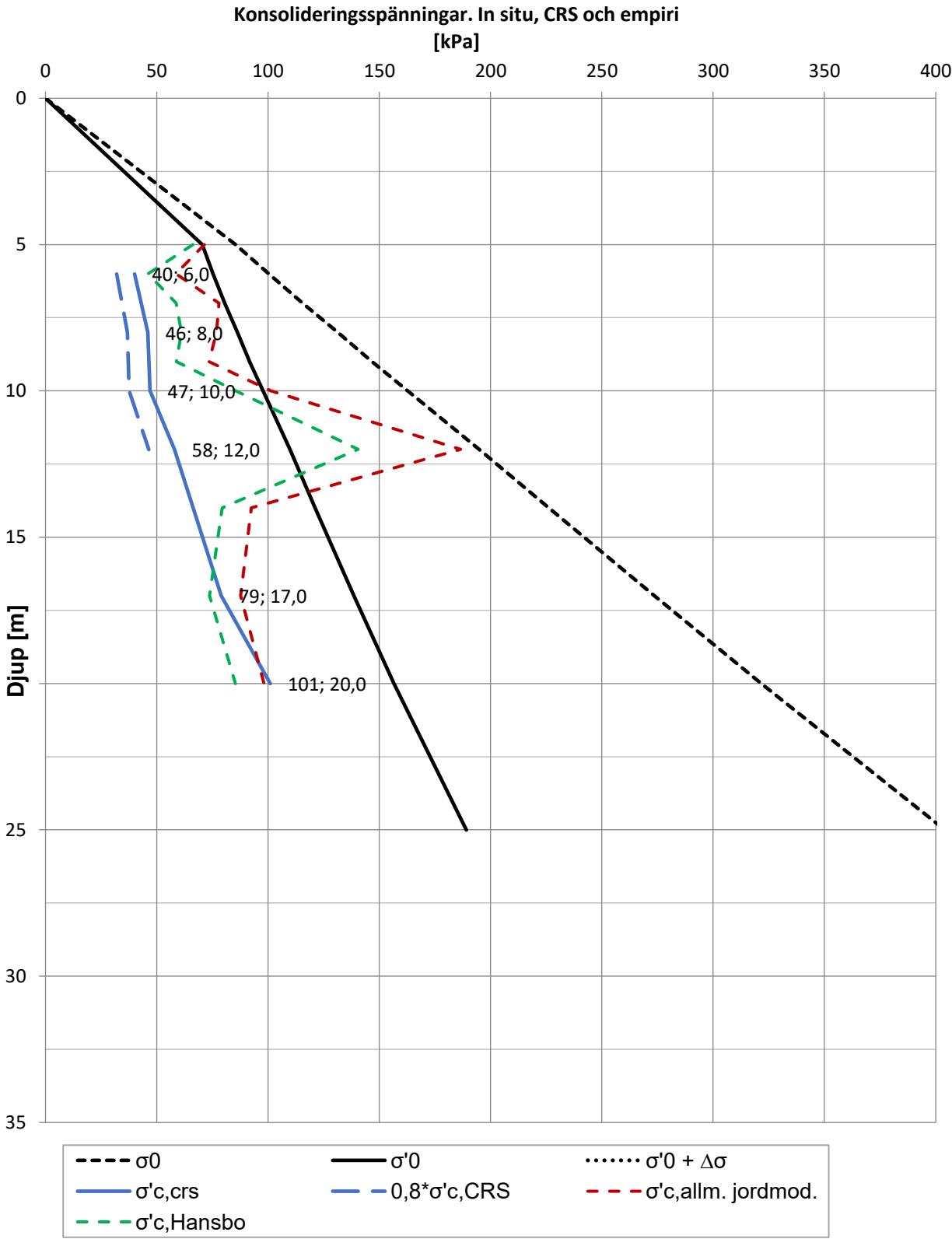
PROJEKTNAMN

Borrhål: 19
Delområde: Hugo Hammars kaj
Datum: 2022-12-13

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

11,9
3,5 m
Hydrostatisk



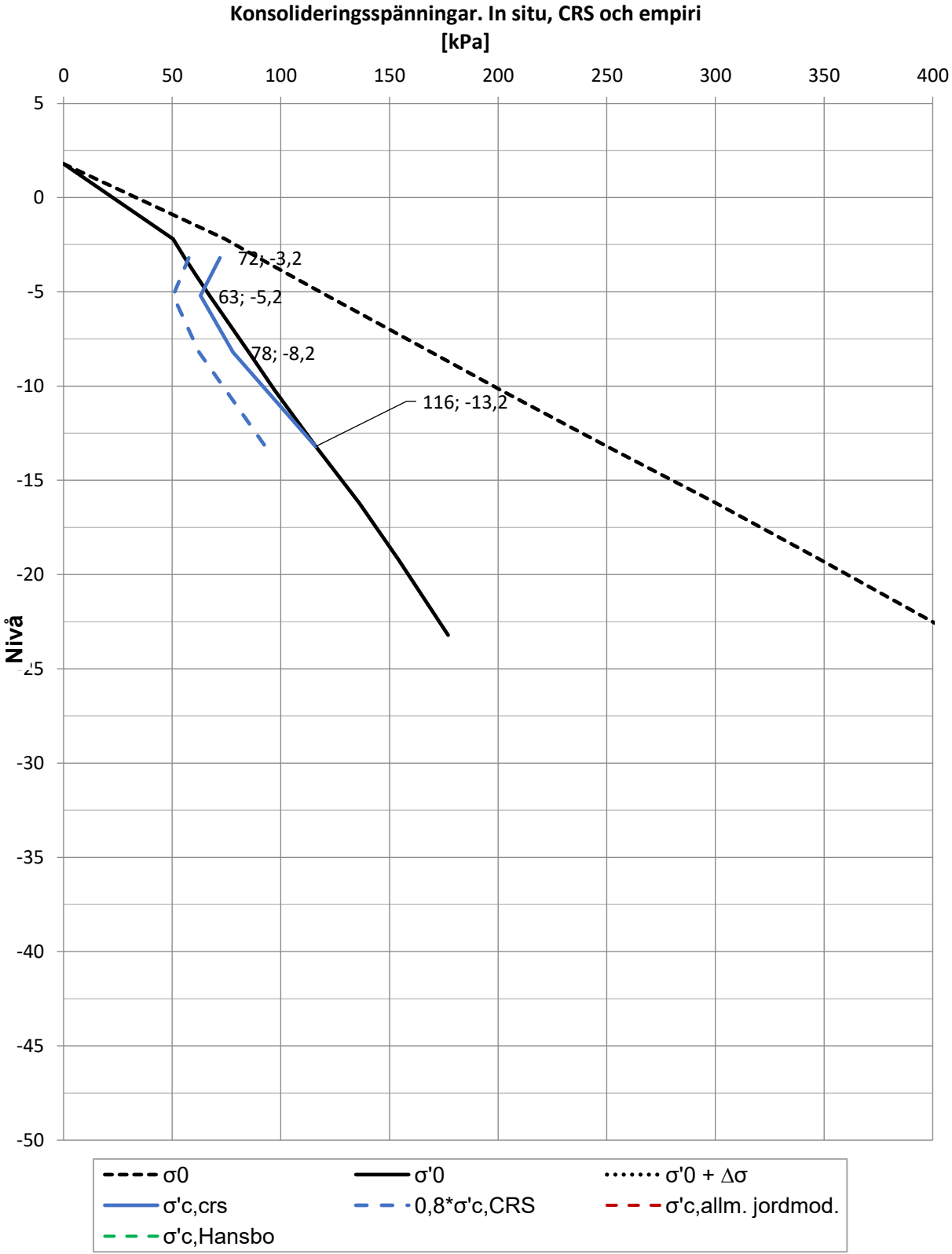
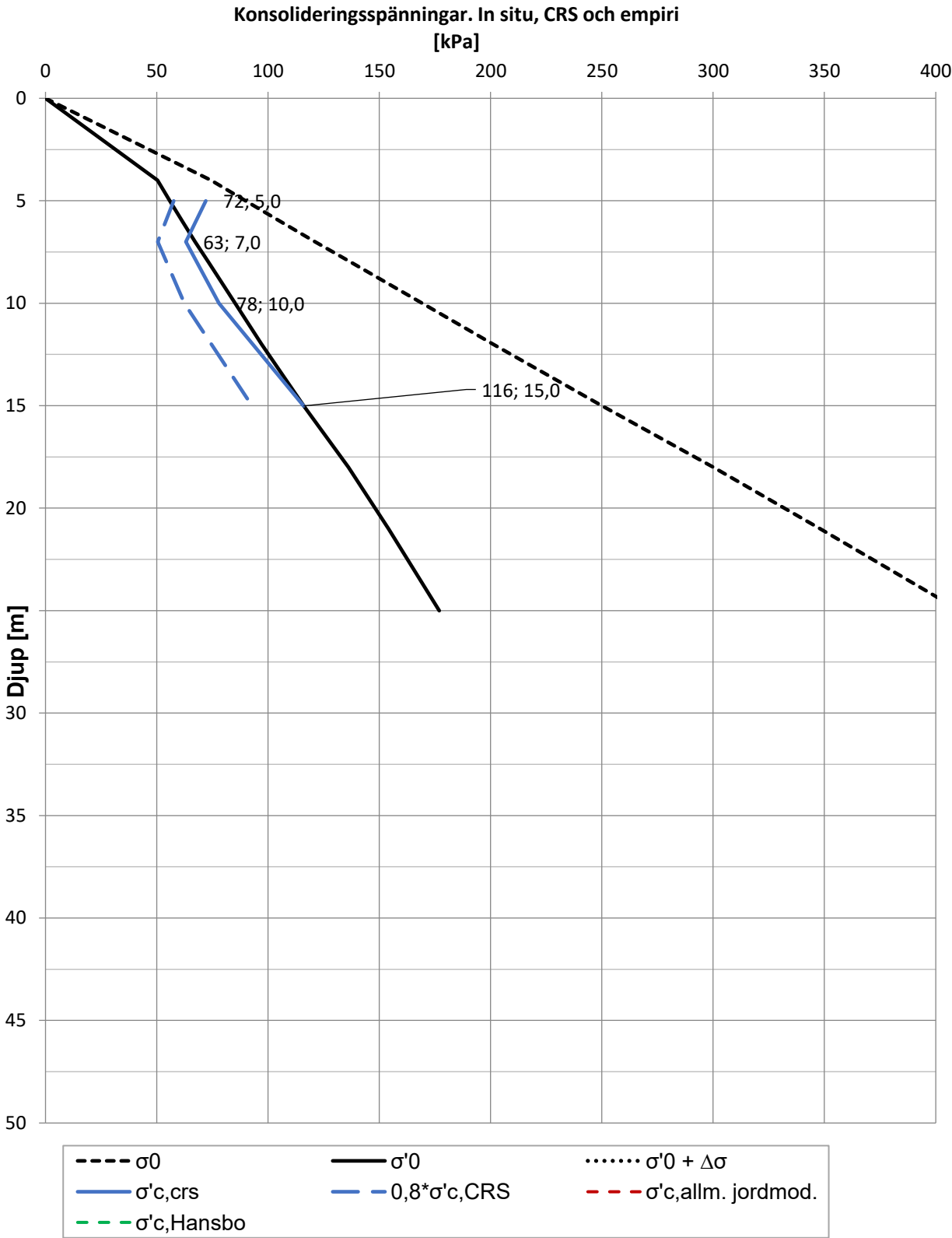
PROJEKTNAMN

Borrhål: NC5
Delområde: Hugo Hammars kaj
Datum: 2023-09-18

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,8
1,6 m
Hydrostatisk



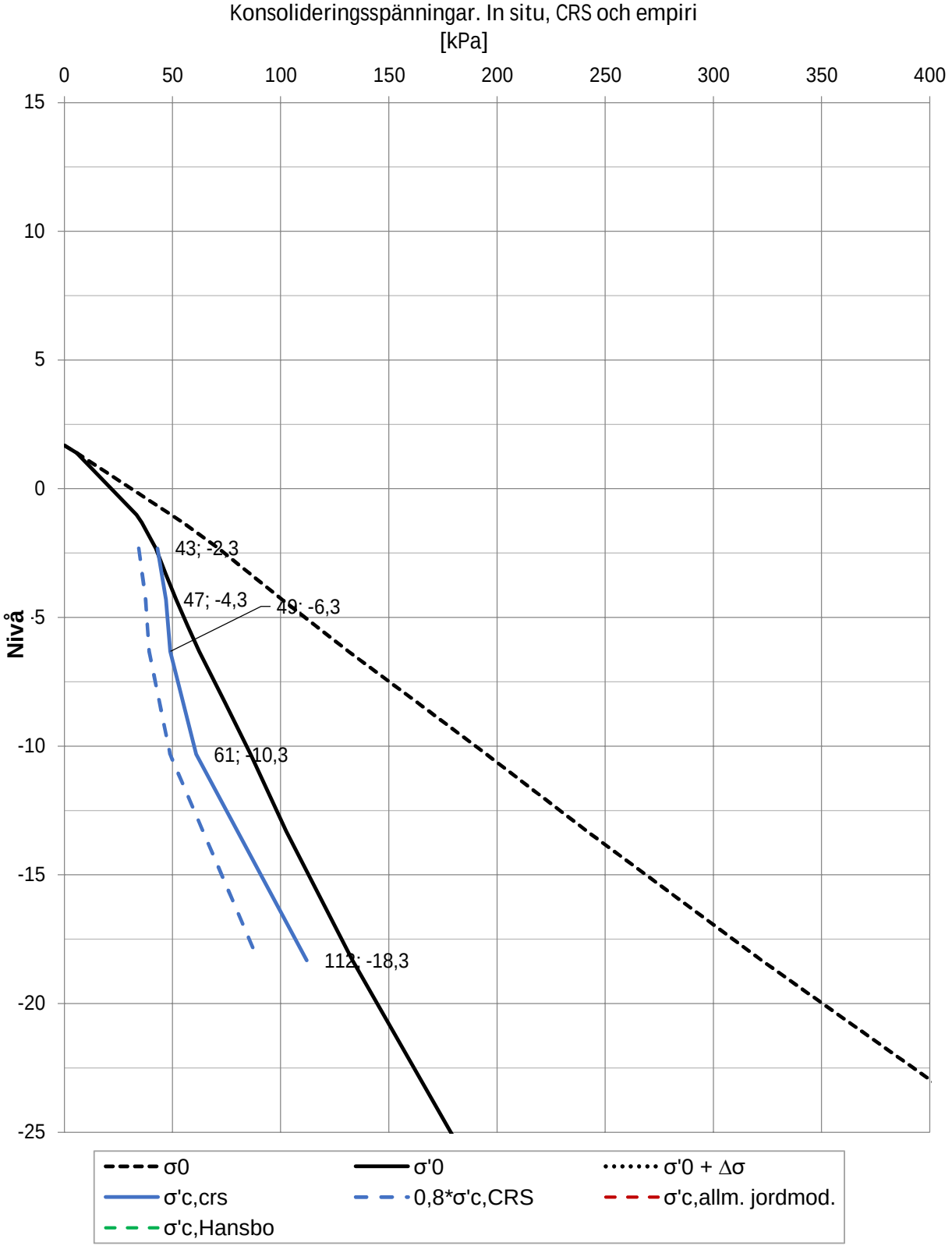
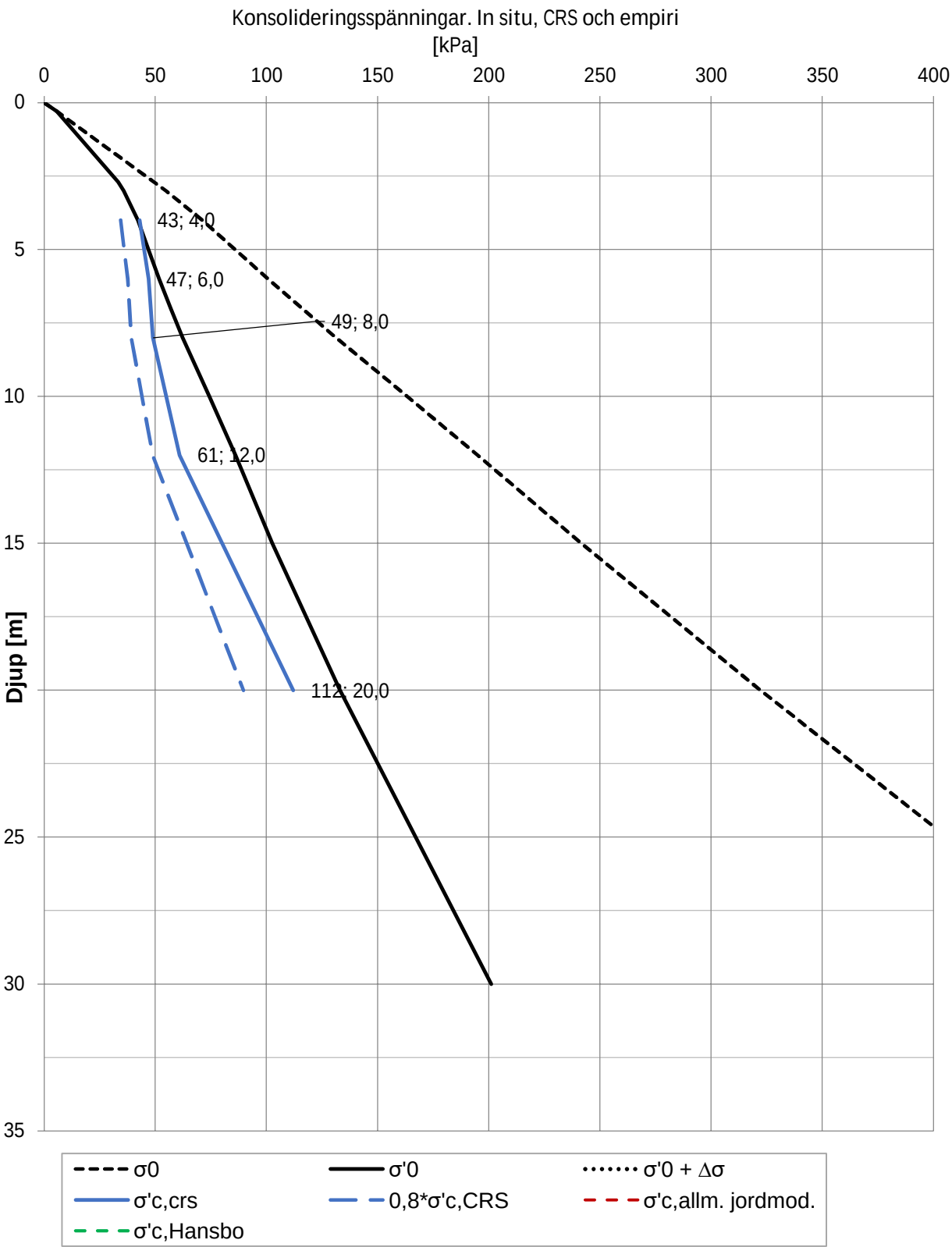
PROJEKTNAMN

Borrhål: SW2302
Delområde: Hugo Hammars kaj
Datum: 2023-11-02

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,6862
1,1 m
Hydrostatisk



PROJEKTNAMN

Borrhål: SW2304
Delområde: Hugo Hammars kaj
Datum: 2023-11-01

INDATA

Nivå markyta (RH2000):
Grundvattenyta (djup umy):
Aktuell portrycksfördelning (Hydrostatisk/Vald)

1,7624
0,9 m
Hydrostatisk

