

GÖTEBORGS STAD

FASTIGHETSKONTORET, EXPLOATERINGSÄVDELNINGEN

Geoteknisk utredning detaljplan 2 och 3, Backaplan

PM Geoteknik

Planeringsunderlag

Uppdragsnummer	4027-2202
Titel	PM Geoteknik
Dokumentbeteckning	PM-001
Dokumentdatum	2025-05-16
Rev datum	2025-10-24
Revidering	A

Handläggare	Tomas Trapp (TTp)
Granskad av	Johan Bengtsson
Uppdragsansvarig	Tomas Trapp, 070-650 04 03 tomas.trapp@markera.se



MARKERA

Markeragruppen
www.markera.se

Innehållsförteckning

Sida

Förutsättningar	3
Konsekvenser	3
1 Orientering.....	4
2 Allmänt.....	4
2.1 Beskrivning av planområden	5
3 Planerad byggnation	6
3.1 Kvarters- och gatumark.....	6
3.2 Park utmed Kvillebäcken	8
4 Underlag	10
4.1 Geotekniska undersökningar och utredningar	10
4.2 Övrigt underlag	10
5 Befintliga anläggningar	10
6 Geotekniska undersökningar	11
6.1 Geotekniska förhållanden	11
6.2 Topografi.....	11
6.3 Jordlagerföljd	11
6.4 Jordegenskaper	11
6.5 Geohydrologiska förhållanden	12
6.6 Erosion.....	12
6.7 Radon	12
6.8 Risk för blocknedfall.....	12
7 Sättningar	13
8 Stabilitet.....	14
8.1 Val av erforderlig säkerhetsfaktor	14
8.2 Beräkningsresultat.....	14
8.2.1 Parkområde utmed Kvillebäcken	14
8.2.2 Kvarters- och gatumark	14
9 Geotekniska rekommendationer	15
9.1 Mark.....	15
9.1.1 Sättningar.....	15
9.1.2 Stabilitet	15
9.1.3 Radon	15
9.2 Grundläggning av byggnader m m	16
9.3 Schakt- och fyllningsarbeten	16
9.4 Pålnings- och spontningsarbeten	16
9.5 Kontroll och uppföljning	16

Bilageförteckning

Bilaga

Geotekniska restriktioner och åtgärder.....	A
--	----------

Rev A: *Utökad beskrivning avseende erosionsförlopp, belastningsbegränsningar inom park samt verifiering av stabilitet för svämplan längs bäcken*

Förutsättningar

Marknivåerna inom området varierar mellan +1,5 och +3. Bottennivån i Kvillebäcken varierar mellan -1,0 och -0,5. Marklutningarna är över lag mycket små. Närmast Kvillebäcken, utmed strandzonen, finns lokalt brantare partier med släntlutning 1:1 à 1:2.

Jordlagren utgörs av fyllning följt av ett mäktigt lerlager om 40 till 100 m ovan friktionsjord vilande på berg.

Grundvatten- och porttryckmätningar visar på en grundvatten- respektive porttrycksnivå som i stor ligger 0,5 till 1,5 m under markytan och med en tryckfördelning strax över hydrostatisk.

Radonmätningar i fyllning visar låg -till normalriskområde för radon. Leran under bedöms vara lågradonmark.

Mindre erosionsärr finns utmed Kvillebäcken. På grund av omfattande utfyllnad pågår sättningar åtminstone inom delar av planområdet. Stabilitetsförhållandena är tillfredställande för nuvarande förhållanden.

Konsekvenser

Vissa mindre stabilitetståtgärder bedöms vara nödvändiga att genomföra för att hela planområdet ska kunna klassas ha tillfredställande hög säkerhetsmarginal mot stabilitetsbrott. Dessa åtgärder utgörs av förbättrade erosionsskydd och mindre justeringar av strandbrinken utmed Kvillebäcken där släntlutningarna är som brantast.

Inom gatu- och kvartersmark behövs inga särskilda stabilitetsåtgärder utföras för föreslagen höjdsättning eller utformning. Däremot kommer tillfälliga stödkonstruktioner krävas för djupare schakter.

Byggnader grundläggs på spets- eller mantelburna pålar. För att inte besvärande sättningsdifferenser på grund av marksättningar ska uppkomma krävs sannolikt geotekniska sättningsreducerande åtgärder i gator och allmänplatsmark.

Omfattande arbeten med, pålning, spontning och schaktning medför att det finns stor risk för omgivningspåverkan under byggskedet.

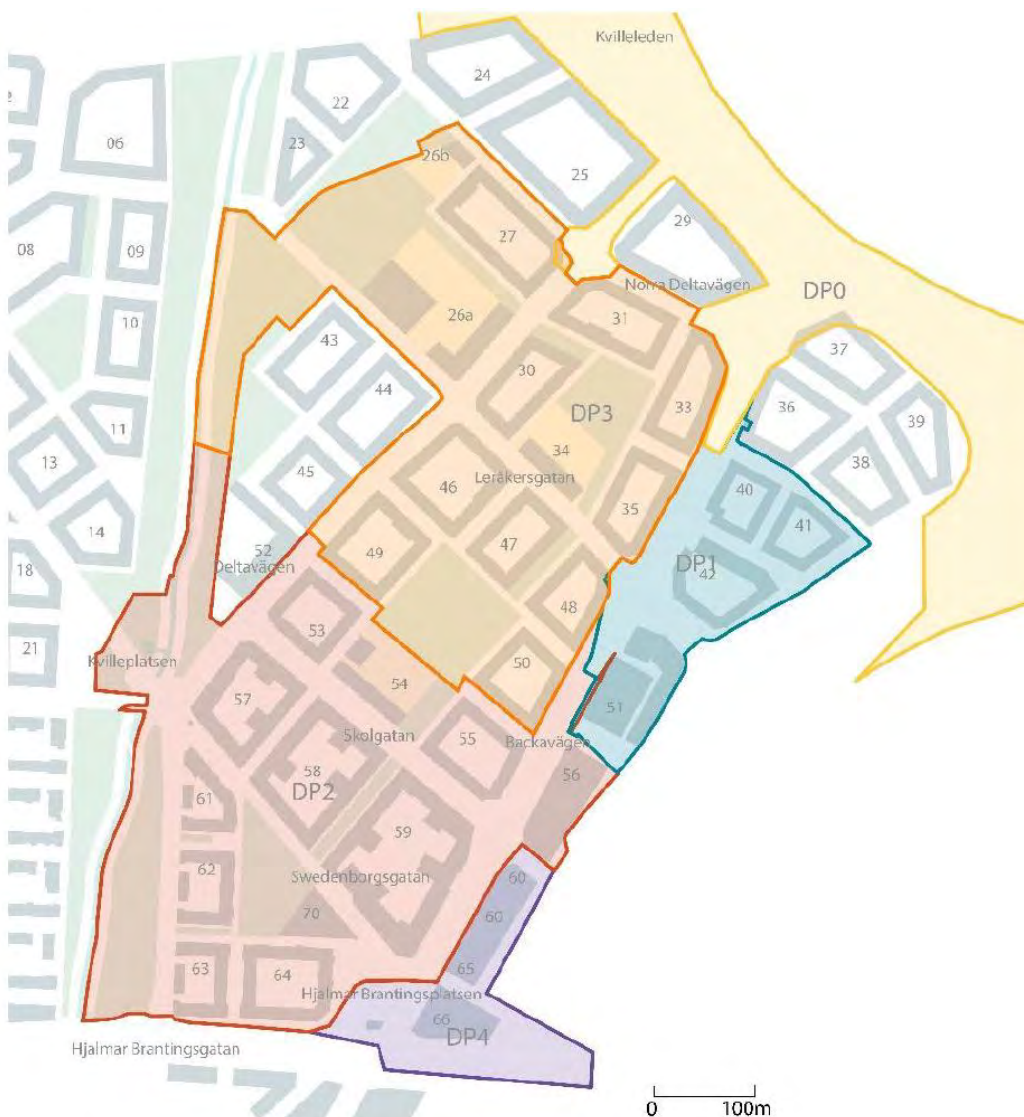
1 Orientering

Göteborgs Stad driver ett detaljplanearbete för centrumbebyggelse inom Backaplan inom stadsdelarna Kvillebäcken, Backa och Tingstadsvassen i Göteborg. I samband med detta har Markera Mark Göteborg AB fått i uppdrag att utföra en fördjupad stabilitetsutredning längs Kvillebäcken för detaljplanerna Backa DP2 och DP3 samt att utföra en övergripande geoteknisk utredning för dessa detaljplaner.

I föreliggande PM beskrivs geotekniska förutsättningar för detaljplaner Backa DP2 och DP3.

2 Allmänt

Inför planläggning har området kring Backaplan delats in i fler etapper, DP0 till DP4, se figur 2-1.



Figur 2-1

Ungefärlig planavgränsning med kvartersnummer och planområden markerade.
Från Planbeskrivning DP3, samrådshandling, daterad 2023-02-21.

2.1 Beskrivning av planområden

DP0 Gator vid Backaplan

Detaljplan för gator i Backaplans norra delar möjliggör en bussgata och pendel-tågstation på Bohusbanan samt ett nytt mot på Lundbyleden, Kvillemotet. Planens genomförande minskar trafikbelastningen på Gustaf Daléngsgatan och underlättar för trafik från Björlanda och att nå Lundbyleden. Planen har vunnit laga kraft.

DP1 Handel mm vid Backavägen

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra byggnation av centrumverksamheter och bostäder. Planen syftar också till att möjliggöra spårväg till Brunnsbo. Planen har vunnit laga kraft.

DP2 Centrumbebyggelse inom Backaplan

Detaljplanen syftar till att utveckla bostäder, verksamheter och centrumhandel vid Hjalmar Brantingsplatsen och norrut längs Kvillebäckens södra del. Planen syftar också till att möjliggöra del av en stadsdelspark längs med Kvillebäcken och skapa en bostadsnära park centralt i området.

DP3 Bostäder, lokaler, grönytor och service vid Backavägen

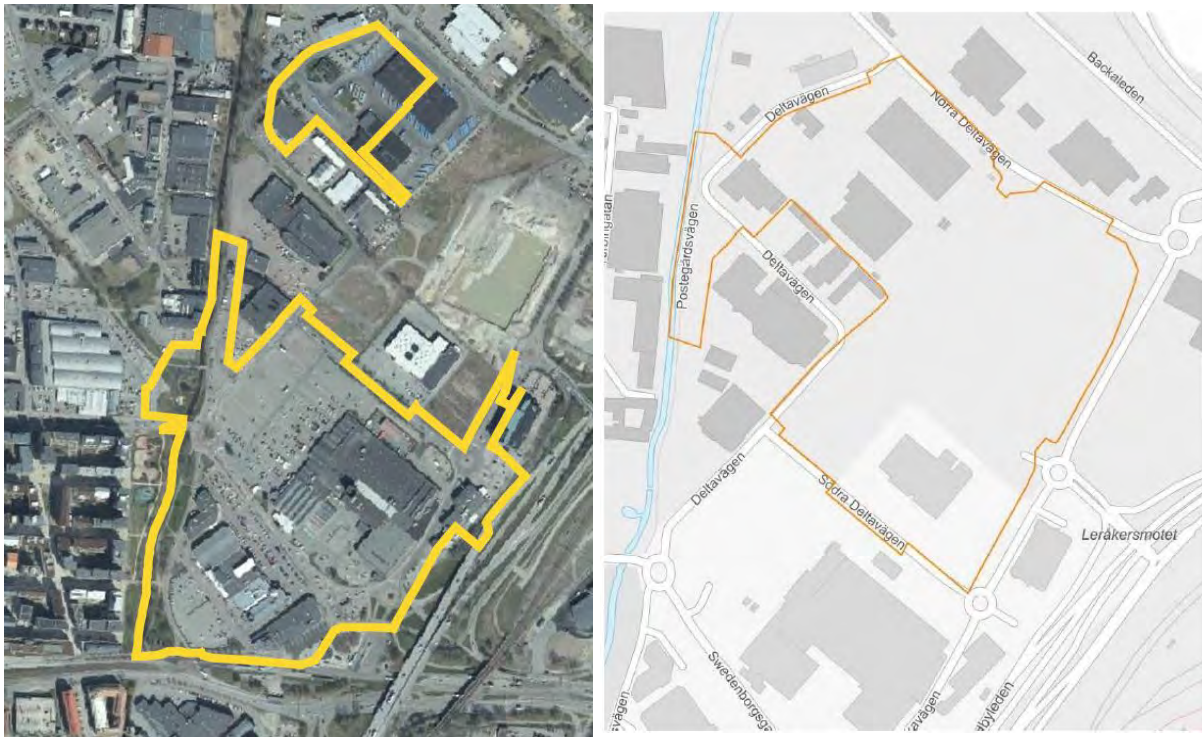
Planen omfattar centrala Backaplan och innehåller övervägande bostadskvarter med lokaler i bottenvåningar mot huvudgator samt skola och park.

DP4 Handel, kontor och verksamheter vid Backavägen

Plan under uppstart. Avser området kring Hjalmar Brantingsplatsen.

3 Planerad byggnation

Planområdena för DP2 och DP3 är belägna vid Backaplan där det aktuella området i princip avgränsas av Kvillebäcken i väster, Hjalmar Brantingsgatan i söder, Lundbyleden i öster samt Deltavägen och Norra Deltavägen mot norr.



Figur 3-1 Planområdenas avgränsning. Den norra delen av DP2 ingår numer i DP3. Från Planbeskrivning, samrådshandling, daterad januari 2022 respektive 2023-02-21.

3.1 Kvarters- och gatumark

I området kommer befintlig bebyggelse att ersättas av ny i en kvartersstruktur. Kvarteren består i huvudsak av bostadsbebyggelse med verksamheter i form av handel, kontor och andra centrumverksamheter i markplan. Vidare kommer förskola, skolor, kulturhus och idrottshall rymmas i planen.

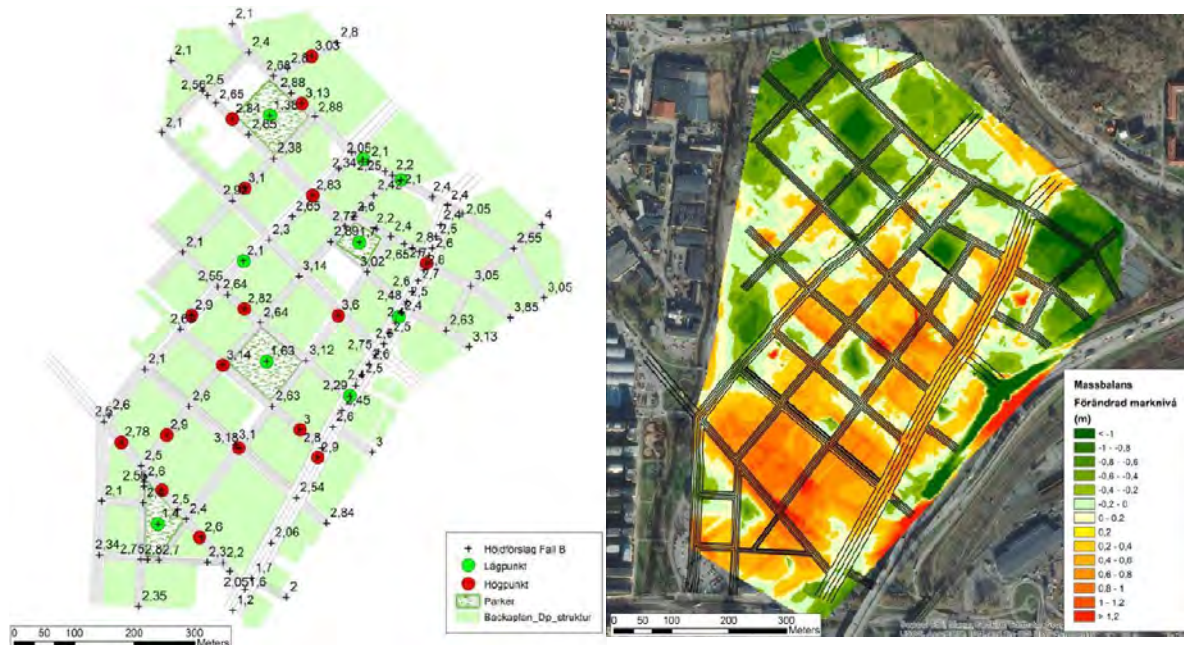
Kvartersstrukturen medför att det befintliga gatunätet förändras. Vidare föreslås det befintliga området utmed Kvillebäcken breddas och omformas till en stadsdelspark. Inom planområdet planeras också för mindre bostadsnära parker. Skyfall och dagvatten ska fördröjas och renas innan vidare avledning till Kvillebäcken. I figur nedan framgår en programillustration över området.



Figur 3-2

Programillustration över hela Backaplan, plangräns för DP3 markerad. Från Planbeskrivning, samrådshandling, daterad 2023-02-21.

Med hänsyn till framtida högvattenstånd och för hantering av skyfall kommer marknivåerna ändras. Stora delar av området kommer få högre marknivåer, som mest ca 1,2 m. Andra delar sänks, som mest ca 1 m.



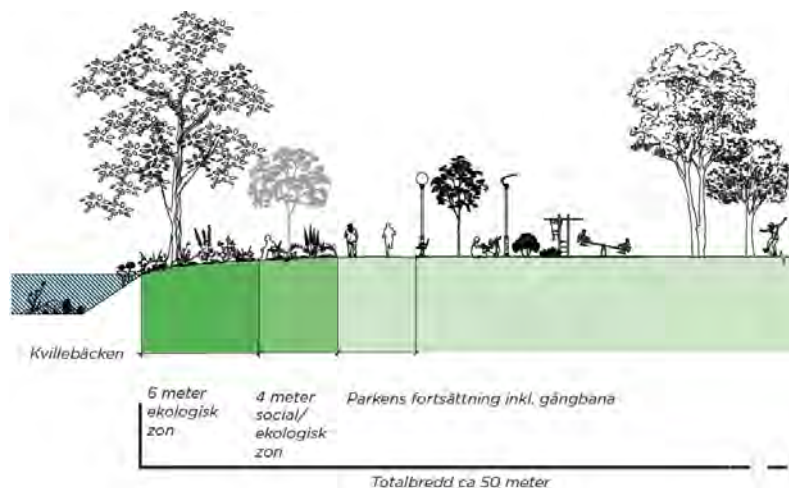
Figur 3-3 Förslag till ny höjdsättning av Backaplan och illustration av förändrad marknivå. Från Uppdaterad höjdsättning samt skyfallsutredning för Backaplan, Sweco, 2021-05-12.

3.2 Park utmed Kvillebäcken

I samband med planläggning av området ska befintligt grönområde utmed Kvillebäcken omdanas. Generellt kommer grönyttorna närmast bäcken att öka i utbredning. Markområdet är inte höjdsatt i detaljplanen. Målbilden för Kvillebäckens och parkens utformning är:

Söder om Färgfabriksqatan

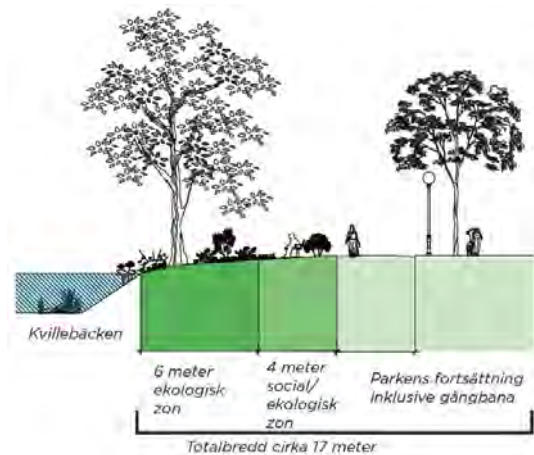
En ekologisk kantzon med växt- och buskskikt kommer etableras. Parkmarken kommer utökas och bli cirka 50 meter bred längs med hela bäckens östra sida.



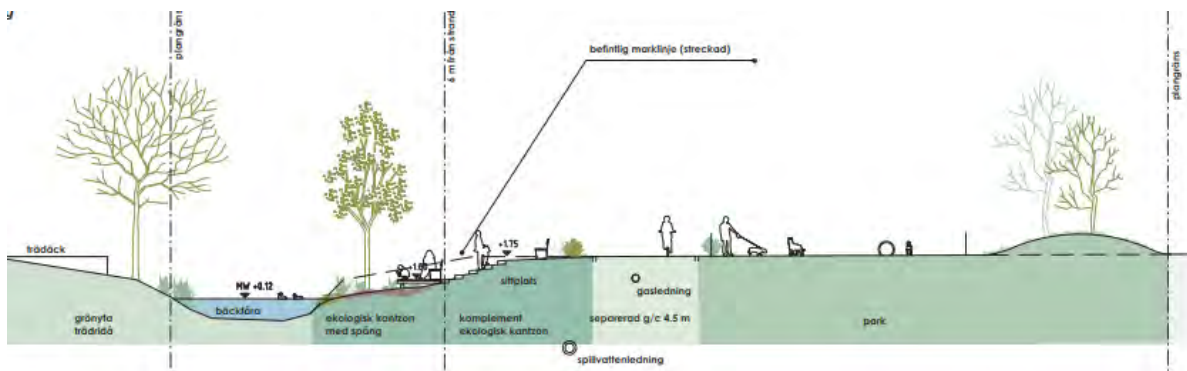
Norr om Färgfabriksgratan

Norr om Färgfabriksgratan löper i dag en gång- och cykelbana längs med Kvillebäcken. En smal grönremsa finns mellan bäcken och gång- och cykelbanan. Grönremsan varierar i bredd men är till största delen max 3 meter bred. Parkmarken kommer utökas till mellan cirka 17 och 40 meters bredd från strandlinjen.

Gångbanan kommer förläggas längre bort från Kvillebäcken än i dag.



I den norra delen finns tankar kring att skapa svämplan utmed bäcken samt att anlägga mindre terrängmodelleringar i form av vallar.



4 Underlag

4.1 Geotekniska undersökningar och utredningar

Inom ramen för detaljplanarbetena har geotekniska utredningar utförts. Nedan listas aktuella utredningar för DP2 och DP3:

1. *Backaplan DP2, Detaljerad geoteknisk utredning för detaljplan*, upprättad av Ramböll, daterad 2021-11-23, uppdragsnummer 1320055505
2. *Backaplan Detaljplan 3, Tekniskt PM Geoteknik*, upprättad av WSP, daterad 2021-08-25 uppdragsnummer 10324574

Markera har utfört en fördjupad stabilitetsutredning för området utmed Kvillebäcken inom områden som berör DP 2 och DP3:

3. PM-002, ”Projekterings-PM/Fördjupad stabilitetsutredning”, upprättad av Markera Mark Göteborg AB för Göteborgs stad, med uppdragsnummer 4027-2202, daterad 2025-05-16, rev A 2025-10-24

Inom ramen för denna utredning har tidigare utförda äldre undersökningar och utredningar, utöver de som räknas upp i (1) och (2), inventerats och i viss mån inarbetats i underlaget.

Inventerade geotekniska undersökningar som har arbetats in redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik

4. MUR-001, ”Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/ Geoteknik”, upprättad av Markera Mark Göteborg AB för Göteborgs stad, med uppdragsnummer 4027-2202, daterad 2025-05-16

4.2 Övrigt underlag

Underlag som legat till grund för denna rapport är:

5. Planhandlingar Backaplan–detaljplan 2: Centrumbebyggelse
[https://goteborg.se/wps/portal?uri=gbglnk:gbg.page.bb7386fd-1152-47cb-9da4-d06bd7780a77&projektid=SBN-2023-00738 \(tidigare BN0335/19\)](https://goteborg.se/wps/portal?uri=gbglnk:gbg.page.bb7386fd-1152-47cb-9da4-d06bd7780a77&projektid=SBN-2023-00738 (tidigare BN0335/19))
6. Planhandlingar Backaplan–detaljplan 3: Bostäder, lokaler m.m. vid Backavägen och Norra Deltavägen
<https://goteborg.se/wps/portal?uri=gbglnk:gbg.page.bb7386fd-1152-47cb-9da4-d06bd7780a77&projektid=SBF-2023-00084>
7. Grundvattendata i Göteborg, <https://www.vattenigoteborg.se/>

5 Befintliga anläggningar

Området utgörs till stor del idag av ett handels- och verksamhetsområde fördelat över ett flertal olika byggnader. Ett flertal gator korsar genom området och stora ytor är hårdgjorda för bland annat parkeringsändamål. I området finns ett stort antal ledningar för dricksvatten, dagvatten, avlopp, fjärrvärme, gas, el, tele och opto.

6 Geotekniska undersökningar

I samband med den fördjupade stabilitetsutredningen utmed Kvillebäcken har geotekniska fält- och laboratorieundersökningar utförts i bäckens närhet. Vidare har lodning av Kvillebäcken utförts i omkring 25 sektioner utmed en sträcka om ca 800 m. Resultat redovisas i separat Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, (4).

6.1 Geotekniska förhållanden

Nedan ges en kortfattad beskrivning av planområdets geotekniska förhållanden. För en mer detaljerad beskrivning inom respektive detaljplan hänvisas till (1) och (2). En mer ingående beskrivning av geotekniska förhållanden utmed Kvillebäcken samt beskrivning av stabilitetsförhållanden specifikt utmed bäcken ges i (3).

6.2 Topografi

Marknivåerna inom området i stort varierar mellan +1,5 och +3. Bottennivån i Kvillebäcken varierar mellan -1,0 och -0,5. Närmast Kvillebäcken, utmed strandzonen, finns lokalt brantare partier med släntlutning 1:1 à 1:2. I övrigt är området mycket flackt.

6.3 Jordlagerföljd

I området utgörs jordlagren generellt av fyllning följt av ett mäktigt lerlager ovan friktionsjord vilande på berg. Inom grönytor finns ett tunt lager mulljord ovan fyllningen.

Fyllningens tjocklek uppgår vanligen till 1 à 2 m, men kan lokalt uppgå till mer. Inom hårdgjorda ytor utgörs det översta skiktet generellt av överbyggnadsmaterial. Fyllningen i övrigt är heterogen och består av sand, grus, lera och rivningsrester/avfall. Inom området för DP3 utgörs en del av ytan av en tidigare deponi.

Lerans mäktighet varierar mellan 40 och 100 m. Inom delar av området finns en tunnare torrskorpa bildad i lerans ovankant.

Friktionsjorden mellan lera och berg har inte undersökts i någon större omfattning. Friktionsjordens tjocklek bedöms variera mellan någon enstaka m och drygt 10 m.

6.4 Jordegenskaper

Leran innehåller silt och skalrester. Närmast Kvillebäcken finns även inslag av gyttja. Leran har en densitet som varierar mellan 1,5 och 1,7 ton/m³, generellt högre vid större djup.

Lerans naturliga vattenkvot varierar mellan 40 och 110 %, Lerans konflytgräns uppgår till mellan 50 och 100 % och kan även betecknas som hög- till mycket högplastisk.

Leran är låg- till mellansensitiv.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet är mycket låg i ytan, 10 à 20 kPa. Hållfastheten ökar generellt mot djupet med mellan 0,8 och 1,5 kPa/m.

Kompressionsförsök visar på en överkonsolideringsgrad (OCR) varierande mellan 1 och 1,5. Lerlagren bedöms med hänsyn till rådande förhållanden vara normalkonsoliderade.

6.5 Geohydrologiska förhållanden

I fyllningen ovan leran finns markvatten som kan sägas utgöra en ytlig akvifer ovan leran. Vattennivån varierar över tid och är årstids- och nederbördsberoende. Observationer härrör främst från grunda rör installerade i samband med miljötekniska utredningar. Observationer visar på en grundvattenyta på 1 à 2 m djup.

Nu utförda porttrycksmätningar i leran utmed Kvillebäckens närhet visar på en nolltrycknivå kring 0,5 à 1,0 m under markytan, motsvarande ungefär nivåer +0,2 à +0,7, och med i huvudsak hydrostatisk fördelning mot djupet. Variationen över tid är mycket låg (under 3 månaders mätningar).

I underlagsmaterialet finns data från för äldre porttrycksmätningar utförda på större avstånd från bäcken. Dessa mätningar visar nolltrycknivåer för ytliga spetsar kring 1 m djup under markytan. Djupa belägna porttrycksmätare visat något förhöjt porttryck jämfört med hydrostatiskt tryck (>20 m djup).

Göteborgs Stad har ett antal observationsrör för grundvatten placerade på olika platser i Göteborg, både för övre och undre grundvattenmagasin. Rör GW217 som mäter i undre magasin har använts som referensrör vid prognostisering av maximala porttryck och har mätts från år 1970. I närområdet, vid Kville bangård, finns ett ytligt i fyllningen installerat rör. Röret med id GW1939 har mätts under perioden 1998–2011 och visar på en medelgrundvattennivå kring 1,5 m djup (nivå +1,3).

Det saknas karakteristik på Kvillebäcken. Eftersom utloppet däms av Göta älv kan inte nivåerna bli lägre än så. Göta älvs (Tingstad) karakteristiska vattenståndsnivåer (RH2000) är:

HHW	+1,91
MHW	+1,27
MW	+0,12
MLW	-0,50
LLW	-0,95

6.6 Erosion

Vattenhastigheten i Kvillebäcken är låg. Jordlagren utmed strandbrinken utgörs generellt av lera vilken inte är särskilt erosionsbenägen. Strandbrinken är idag till stora delar täckt av ytlig vegetation i form av gräs och sly, dock finns lokala brantare partier med blottad lera. Sammantaget bedöms pågående erosionsförlopp under rådande samt framtida förhållanden vara långsamt.

6.7 Radon

Utförda mätningar i fyllning visar på låg- till normalriskområde för markradon förutom enstaka mätning som ligger strax över gräns för högrisk. Leran under fyllningen bedöms klassas som lågradonmark.

6.8 Risk för blocknedfall

Inget synligt berg finns i eller i planområdenas närhet och således föreligger ingen risk för blocknedfall.

7 Sättningar

Sättningar pågår inom flera delar av området med mellan någon enstaka mm och närmare 10 mm/år. I figur nedan visas satellitmätningar med medel sättningshastighet för perioden 2017-2021.

Utan någon geoteknisk åtgärd, jordförstärkning eller lastkompensation, medför föreslagen höjdsättning där höjning av marken utförs att sättningar kommer fortgå och inom delar öka. Där markytan sänks kan sättningshastigheten, beroende på sänkningens storlek och utbredning möjligen avta.



Figur 7-1

Utsnitt från Sättningskartan över området i och kring Backaplan. Ju rödare desto större sättningshastighet.

<https://sattningskartan.portal.skygeo.com/portal/sattningskartan/u1/viewers/basic/>

8 Stabilitet

8.1 Val av erforderlig säkerhetsfaktor

Val av erforderlig säkerhetsfaktor har utförts enligt tabell 4.1 i IEG:s rapport 4:2010

”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse” med hänsyn till markanvändning. För området utmed Kvillebäcken görs valet utifrån ett underlag motsvarande en fördjupad stabilitetsutredning. För resterande del av planområdena görs valet utifrån ett underlag motsvarande en detaljerad stabilitetsutredning.

Erforderlig säkerhetsfaktor väljs utifrån den geotekniska utredningens noggrannhetsgrad samt med hänsyn tagen till de gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar som råder för området. Inom aktuellt område rekommenderas att säkerhetsfaktorer minst uppgår till värden enligt tabell nedan.

Tabell 8.1-1 Vald erforderlig säkerhetsfaktor

Skede	Vald erforderlig säkerhetsfaktor	
	F_c	F_{Komb}
Befintlig bebyggelse och anläggning	1,35	1,25
Kvillebäckens närhet, nyexploatering planläggning	1,45	1,35
Planområde i övrigt, nyexploatering planläggning	1,50	1,40

8.2 Beräkningsresultat

Beräkningsresultat från den fördjupade stabilitetsutredningen redovisas i detalj i (3).

8.2.1 Parkområde utmed Kvillebäcken

Säkerheten mot stabilitetsbrott vid nuvarande förhållanden är tillfredsställande.

Markanvändningen längs med Kvillebäcken kommer i framtagna detaljplaner utgöras av parkområden. Marken närmast vattenbrynet är känslig för ökad belastning. Säkerhetsmarginalen för långa (>20 m) glidytor är däremot god. Parkområdet är inte höjdsatt i detaljplanen. Utgångspunkten för utförd utredning avseende nyexploatering har därför varit att analysera en möjlig utformning av parken längs med Kvillebäcken.

Generellt uppnås tillfredsställande säkerhet mot skred för planlagda förhållanden om marknivån närmast bäcken, inom den planerade ekologiska kantzonen, ej belastas permanent. Utmed delar av bäcken behöver den belastningsfria zonen utökas. Säkerhetsfaktorn mot skred för korta glidytor är däremot inte tillfredsställande inom alla delar av området. Inom dessa avsnitt behöver slänten flackas ut till lutningen 1:3. Kvillebäckens slänter kommer behöva erosionsskyddas.

Anläggande av svämplan är möjligt med hänsyn till områdets totalstabilitet. Utformning behöver detaljprojekteras.

8.2.2 Kvarters- och gatumark

Inom blivande kvarters- och gatumark är marknivån i det närmaste plan och det finns i nuläget inga förutsättningar för stabilitetsproblem.

För planerade förhållanden ska markytan höjas respektive sänkas med hänsyn till översvämningsrisker. Fyllningar kommer att utföras med mycket små lutningar.

För delar av parkytorna inom kvartersmarken finns idéer om att skapa lite variation i topografin med några mindre kullar, i storleksordningen upp till 2,5 m högre än angränsande ytor. Överslagsberäkningar visar att det är möjligt att genomföra, men utformning ska studeras i detalj. Hänsyn behöver även tas till sättningar.

Parker används även delvis för fördröjning av skyfall och utgör lågpunkter. Nivåskillnaden mot omgivande mark är liten och innebär inte några stabilitetsproblem.

9 Geotekniska rekommendationer

9.1 Mark

9.1.1 Sättningar

Området är sättningskänsligt med pågående marksättningar. Förändringar av marknivån medför att belastning på jorden ändras och kan, beroende på placering, medföra att relativt omfattande geotekniska förstärkningar behöver utföras.

9.1.2 Stabilitet

Stabilitetsförhållandena är tillfredställande för befintliga förhållanden.

Stabilitetsförhållandena är tillfredställande för planförslaget. I anslutning till korsningspunkter med Kvillebäcken krävs geotekniska åtgärder i anslutning till nya broar, både med hänsyn till stabilitet och sättningar.

Inom blivande parkområde längs Kvillebäcken behöver nu förekommande branta slänter fläckas ut. Vidare ska slänter längs bäcken skyddas mot erosion.

Erosionsskydd kan utformas på olika sätt, genom fyllning av sten, vegetation eller genom träpalissader, alternativt som en kombination. I anslutning till trumutlopp och invid broar bör med hänsyn till lokalt höga vattenhastigheter och konstruktionerna i sig erosionsskydd av sten väljas.

I planen behöver inga belastningsrestriktioner införas om parkområdet beläggs med marklovsplikt. Vid planering av höjdsättning inom parkområdet kan tillåtna belastningar i bilaga A användas som utgångspunkt.

9.1.3 Radon

Radongasmätningar utförda i fyllningsjord visar på huvudsakligen normalradonmark, men i enstaka punkt på högradonmark. Leran under fyllningen bedöms kunna hänföras till lågradonmark.

Eftersom området delvis är förorenat kommer sanering utföras. För byggnader som förses med källare kommer sannolikt merparten av nuvarande fyllning att schaktas bort.

Byggnader, där människor stadigvarande vistas, inom låg- och normalriskområde för radon ska normalt utföras med radonskyddande konstruktion eller motsvarande åtgärder så att högsta tillåtna radonhalt inte kommer att överskridas i byggnaden. Inom högriskområde för radon ska konstruktionen vara radonsäker. Ansvar för att bedöma den faktiska radonrisken på varje byggsplats och vidta tillräckliga skyddsåtgärder åligger dock den som ska bygga.

9.2 Grundläggning av byggnader m m

Med hänsyn till förekommande jordlager och typ av byggnader kommer grundläggning utföras med stöd- eller kohesionspålar. Anslutande ledningar bör utformas med så kallade flexibla anslutningar för att kunna hantera mindre differenssättningar.

Källare ska utföras med så kallad vattentät betong. Inga djupt liggande dräneringar ska anläggas för att undvika att den ytliga grundvattennivån stadigvarande sänks.

Stor vikt behöver läggas vid detaljprojektering av entréer, självfallsledningar och liknande anläggningar som ansluter mot exempelvis pålade byggnader för att minska risken för differenssättningar.

Med hänsyn till pågående marksättningar och planerad höjdsättning kommer sannolikt delar av områdets gator och ledningar att kräva geotekniska förstärkningsåtgärder. Dessa åtgärder kan utgöras av pålning, lättfyllning eller inblandningspelare, alternativt kombinationer av dessa. Samordning av förstärkningsåtgärder inom allmänplatsmark, ledningstråk och kvartersmark är nödvändig.

9.3 Schakt- och fyllningsarbeten

I samband med exploateringsarbeten ska stabilitetsbrott kontrolleras för schakt- och fyllningsarbeten. Sannolikt kommer djupare ledningsförläggning att behöva utföras inom stödkonstruktion och kan även vara aktuellt för djupare saneringsschakter.

Schakt för källare kommer med stor sannolikhet att behöva utföras inom stödkonstruktion.

9.4 Pålnings- och spontningsarbeten

Omfattande pålnings- och spontningsarbeten kommer utföras i området. Det finns en uppenbar risk för omgivningspåverkan på dels befintliga byggnader och anläggningar, dels blivande byggnader och anläggningar beroende på utbyggnadsordning.

9.5 Kontroll och uppföljning

Stora markarbeten planeras att utföras i området. Markrörelser kommer att orsakas av schaktning, spontslagning och spontdragning, pålning samt eventuell grundförstärkning med inblandningspelare.

Påverkansområde vid schaktning kan översiktlig bedömas till motsvarande schaktdjupet, under förutsättning att erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott finns.

Påverkansområde vid spontning, slagning av pålar och installation av inblandningspelare kan översiktligt bedömas motsvara ett avstånd motsvarande 1 till 1,5 gånger neddrivningsdjupet i lera.

Det är lämpligt att bilda en samverkansgrupp samt att ta fram ett övergripande kontrollprogram för styrning och kontroll av markrörelser. Detta för att undvika att närliggande byggnader, gator, ledningar och/eller övriga anläggningar skadas. Mätpunkter för att följa upp markrörelser, vertikala och horisontella, bör installeras inför att arbeten påbörjas och följas upp under byggskedet för att nödvändiga åtgärder ska kunna vidtas vid för stora deformationer.

XREF: Z-01-P-001.dwg
CL.dwg
G-10-P-002.dwg
G-99-T-003.dwg
X-99-T-003.dwg

GRANS DP20DP3.dwg



KOORDINATSYSTEM

PLANSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH 2000

FÖRKLARINGAR

PLANBETECKNINGAR:

- EROSIONSSKYDD
- UTFLÄCKNING AV SLÄNT
- GRÄNSLINJE 0 kPa
- GRÄNSLINJE 10 kPa
- GRÄNSLINJE 20 kPa
- GRÄNSLINJE 40 kPa
- TILLÅTEN BELASTNING, kPa
- DETALJPLANGRÄNS

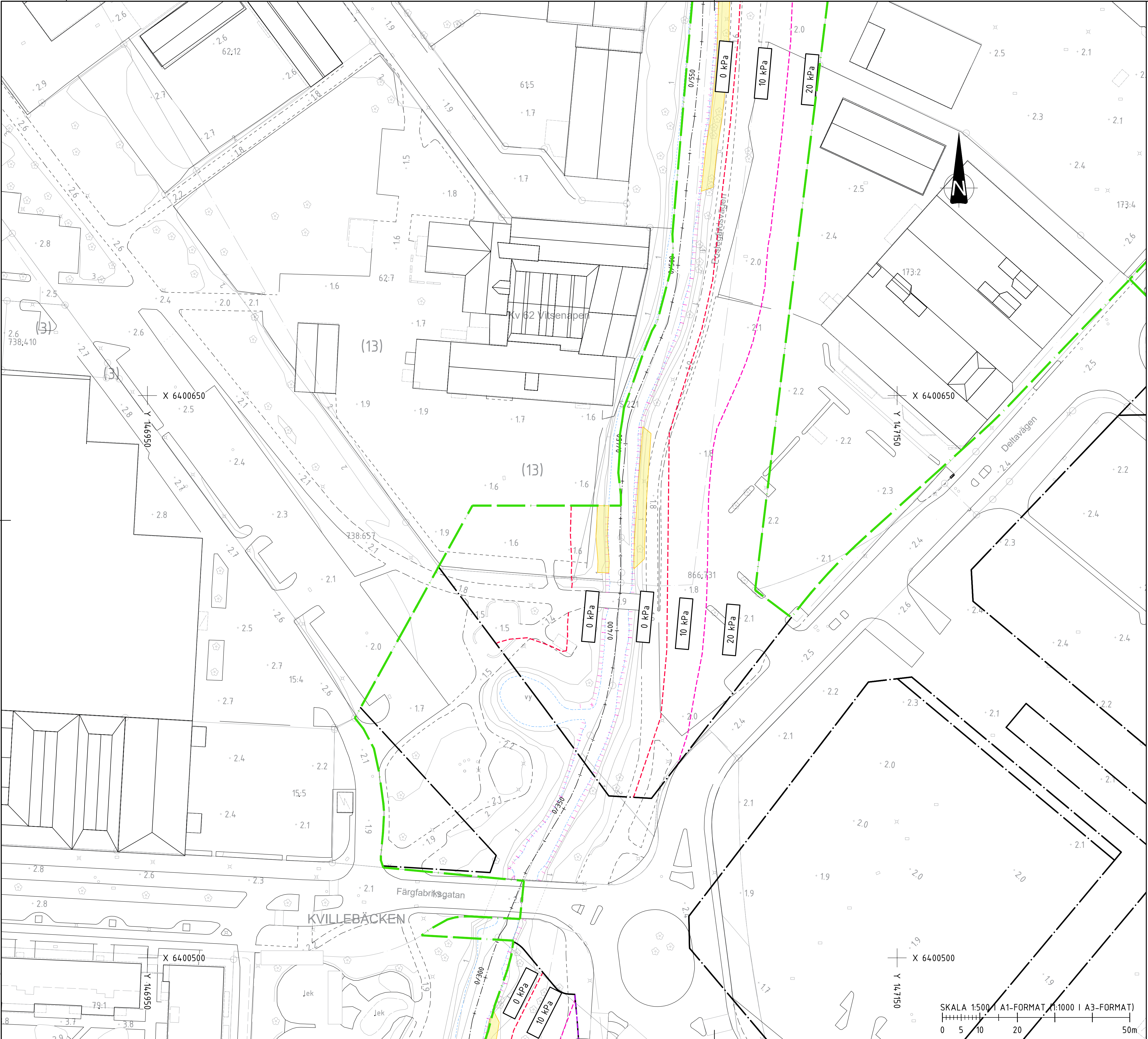
RESTRIKTIONER

MARKEN FÅR INTE HÖJAS JÄMFÖRT MED NUVARANDE MARKNIVÅER
INOM YTAN FÖR GRÄNSLINJE 0 kPa. YTAN FÅR TRAFIKERAS AV
SKÖTSELFORDON.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
STATUS				
GEOTEKNISK UTREDNING				
DETALJPLAN 2 OCH 3 BACKPLAN				
 Göteborgs Stad Fastighetskontoret, Exploateringsavdelningen				
 MARKERA www.markera.se				
☐ M☐ R☐ T☐ L☒ G☐ K☐ Z UTDRAG/KONSTR. AV				
4027-2202		TTP		TTP
DATUM		ANSVARIG		
2025-10-24		TOMAS TRAPP		
GEOTEKNISKA RESTRIKTIONER OCH ÅTGÄRDER				
PLAN 1 (3)				
SKALA	OBJEKTNUMMER	RITNINGNUMMER	BET	
1:500			BILAGA A1	

GRANS DP20DP3.dwg

XREF: Z-01-P-001.dwg
CL.dwg
G-99-T-003.dwg
G-10-P-002.dwg
X-99-T-003.dwg



KOORDINATSYSTEM

PLANSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH 2000

FÖRKLARINGAR

PLANBETECKNINGAR:	
	EROSIONSSKYDD
	UTFLÄCKNING AV SLÄNT
	GRÄNSLINJE 0 kPa
	GRÄNSLINJE 10 kPa
	GRÄNSLINJE 20 kPa
	GRÄNSLINJE 40 kPa
	TILLÅTEN BELASTNING, kPa
	DETALJPLANEGRÄNS

RESTRIKTIONER

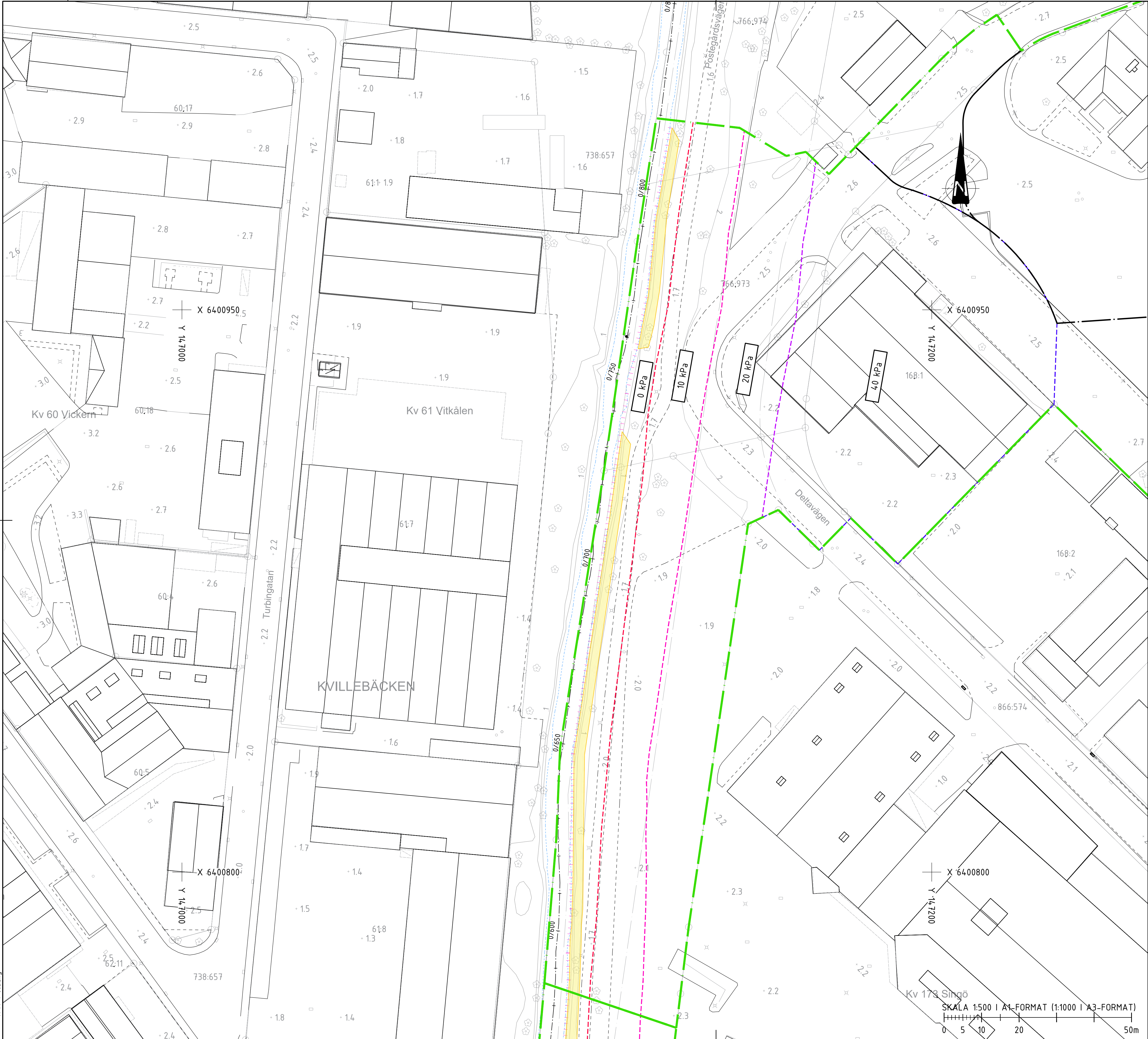
MARKEN FÅR INTE HÖJAS JÄMFÖRT MED NUVARANDE MARKNIVÅER
INOM YTAN FÖR GRÄNSLINJE 0 kPa. YTAN FÅR TRAFIKERAS AV
SKÖTSELFORDON.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
STATUS				
GEOTEKNISK UTREDNING				
DETALJPLAN 2 OCH 3 BACKPLAN				
 Göteborgs Stad Fastighetskontoret, Exploateringsavdelningen				
 MARKERA www.markera.se				
☐ M ☐ R ☐ T ☐ L ☒ G ☐ K ☐ Z				
UPDRAG NR 4027-2202		RITAD/KONSTR. AV TTP		HANDLÄGGARE TTP
DATUM 2025-10-24		ANSVARIG TOMAS TRAPP		
GEOTEKNISKA RESTRIKTIONER OCH ÅTGÄRDER				
PLAN 2 (3)				
SKALA 1:500	OBJEKTNUMMER	RITNINGNUMMER		BET
BILAGA A2				

SKALA 1:500 | A1-FORMAT | 1:1000 | A3-FORMAT |
0 5 10 20 50m

XREF: Z-01-P-001.dwg
CL.dwg
G-99-T-003.dwg
G-10-P-002.dwg
X-99-T-003.dwg

GRANS DP20DP3.dwg



KOORDINATSYSTEM

PLANSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH 2000

FÖRKLARINGAR

PLANBETECKNINGAR:

- EROSIONSSKYDD
- UTFLÄCKNING AV SLÄNT
- GRÄNSLINJE 0 kPa
- GRÄNSLINJE 10 kPa
- GRÄNSLINJE 20 kPa
- GRÄNSLINJE 40 kPa
- TILLÅTEN BELASTNING, kPa
- DETALJPLANEGRÄNS

RESTRIKTIONER

MARKEN FÅR INTE HÖJAS JÄMFÖRT MED NUVARANDE MARKNIVÅER
INOM YTAN FÖR GRÄNSLINJE 0 kPa. YTAN FÅR TRAFIKERAS AV
SKÖTSELFORDON.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN		
STATUS						
GEOTEKNISK UTREDNING						
DETALJPLAN 2 OCH 3 BACKAPLAN						
 Göteborgs Stad Fastighetskontoret, Exploateringsavdelningen						
 MARKERA www.markera.se						
☐ M	☐ R	☐ T	☐ L	☒ G	☐ K	☐ Z
UPPDRAGS NR		RT AD/KONSTR. AV	HANDLÄGGARE			
4027-2202		TTP	TTP			
DATUM		ANSVARIG				
2025-10-24		TOMAS TRAPP				
GEOTEKNISKA RESTRIKTIONER OCH ÅTGÄRDER						
PLAN 3 (3)						
SKALA	OBJEKTNUMMER	RITNINGNUMMER	BET			
1:500			BILAGA A3			

SKALA 1:500 I A1-FORMAT (1:1000 I A3-FORMAT)
0 5 10 20 50m

GÖTEBORGS STAD

FASTIGHETSKONTORET, EXPLOATERINGSAVDELNINGEN

Geoteknisk utredning detaljplan 2 och 3, Backaplan

Projekterings-PM/ Fördjupad stabilitetsutredning

Planeringsunderlag

Uppdragsnummer	4027-2202
Titel	Projekterings-PM
Dokumentbeteckning	PM-002
Dokumentdatum	2025-05-16
Rev datum	2025-10-24
Revidering	A
Handläggare	Johan Bengtsson (JBn) Simon Larsson (SLn)
Granskad av	Tomas Trapp
Uppdragsansvarig	Tomas Trapp, 070-650 04 03 tomas.trapp@markera.se



Markeragruppen
www.markera.se

Innehållsförteckning	Sida
1 Orientering.....	3
2 Allmänna förutsättningar	5
2.1 Styrande dokument.....	5
2.2 Programvaror	5
3 Underlag	5
3.1 Geotekniska undersökningar	5
3.2 Slänt- och bottengeometri.....	5
3.3 Vattenståndsnivåer och bedömning av erosion	5
3.4 Planerad markanvändning	6
4 Geotekniska förhållanden	8
4.1 Topografi.....	8
4.2 Jordlagerföljd	8
4.3 Jordens tekniska egenskaper.....	8
4.4 Yt- och grundvatten	9
4.5 Erosion	9
5 Stabilitetsförhållanden	12
5.1 Allmänna beräkningsförutsättningar	12
5.2 Val av jordmodell	14
5.2.1 Materialegenskaper	14
5.2.2 Yt- och grundvatten.....	14
5.2.3 Geometri och materialgränser	14
5.3 Val av laster	14
5.4 Val av erforderlig säkerhetsfaktor	15
5.5 Beräkningar	16
5.5.1 Befintlig bebyggelse och anläggning	16
5.5.2 Nyexploatering, planläggning	17
5.5.3 Känslighetsanalys	18
5.6 Åtgärder och belastningsrestriktioner.....	20
5.7 Föreslagna markmodelleringar	21
6 Slutsats och rekommendationer	22
6.1 Befintlig bebyggelse och anläggning	22
6.2 Nyexploatering, planläggning.....	22

Bilageförteckning	Bilaga
Jordens tekniska egenskaper.....	A
Karakteristiska värden	A1
Utvärderade jordparametrar	A2
Samvariation och extremvärdesanalys portryck.....	A3
Fotografier längs Kvillebäcken.....	B
Stabilitetsberäkningar	C
Befintlig bebyggelse och anläggning	C1
Nyexploatering	C2
Känslighetsanalys	C3
Åtgärder och belastningsrestriktioner	C4
Föreslagna markmodelleringar	C5

Rev A: Utökad beskrivning avseende erosionsförlopp, belastningsbegränsningar inom park samt verifiering av stabilitet för svämplan längs bäcken

1 Orientering

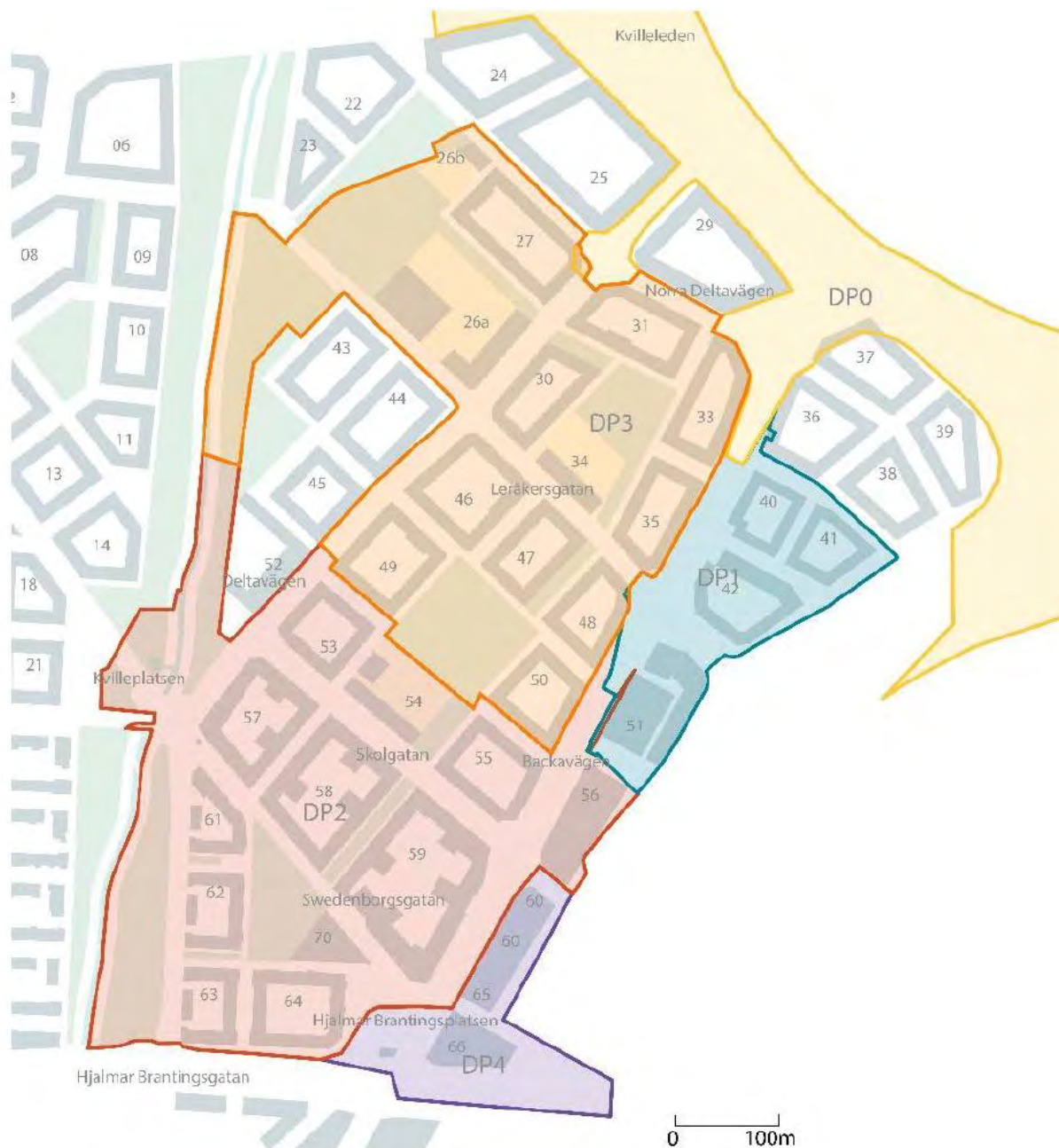
Göteborgs Stad driver ett detaljplanearbete för centrumbebyggelse inom Backaplan inom stadsdelarna Kvillebäcken, Backa och Tingstadsvassen i Göteborg. Området är uppdelat i fem detaljplaner: 0, 1, 2, 3 och 4, se figur 1-1. Väster om detaljplan 2 och 3 rinner Kvillebäcken i en två till tre meter djup bäckfåra. Stabilitetsförhållandena ned mot Kvillebäcken har utretts av ett flertal konsulter vid ett flertal tidigare tillfällen. Tidigare utförda stabilitetsutredningar motsvarar detaljerad utredningsnivå.

På uppdrag av Göteborgs stad, Fastighetskontoret Exploateringsavdelningen, har Markera Mark Göteborg AB utfört en fördjupad stabilitetsutredning för detaljplanerna DP2 och DP3.

Beskrivning av de geotekniska förhållandena inom detaljplanerna DP2 och DP3 redovisas i separat handling:

- o PM-001, ”PM Geoteknik, Planeringsunderlag”

I föreliggande promemoria beskrivs utförd fördjupad stabilitetsutredning.



Figur 1-1

Ungefärlig planavgränsning med kvartersnummer och planområden markerade.
Från Planbeskrivning DP3, samrådshandling, daterad 2023-02-21.

2 Allmänna förutsättningar

2.1 Styrande dokument

Följande styrande dokument har tillämpats:

- Skredkommissionens Rapport 3:95, "Anvisningar för släntstabilitetsutredningar"
- IEG Rapport 4:2010, "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar"

Följande stödjande dokument har tillämpats:

- TDOK 2013:0667 version 2.0, "Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner-TK Geo 13"

2.2 Programvaror

För stabilitetsberäkningar har datorprogrammet Geostudio 2016 version 8.16.5.15361 samt GeoStudio 2024.2.1 version 24.2.1.28 använts.

3 Underlag

3.1 Geotekniska undersökningar

Tidigare utförda och kompletterande geotekniska undersökningar, längs med Kvillebäcken, redovisas i separat handling:

- MUR-001, "Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/ Geoteknik", upprättad av Markera Mark Göteborg AB för Göteborgs stad, med uppdragsnummer 4027-2202, daterad 2025-05-16

3.2 Slänt- och bottengeometri

Kvillebäckens slänter och bottenprofil har mätts i samband med att de geotekniska undersökningspunkternas lägen har mätts in. Resultat redovisas i MUR/ Geoteknik. I övrigt har baskarta med höjder och nivåkurvor (ekvidistans 0,5 m) nyttjats.

3.3 Vattenståndsnivåer och bedömning av erosion

Vid framtagande av vattenståndsnivåer i Kvillebäcken har huvudsakligen följande underlag nyttjats:

- Broritningar, utdrag från BaTMan
- Flöden för Kvillebäckens avrinningsområde, avrinningsområde 3196, SMHI, data hämtad 2025-09-25
- Havs- och älvnivåer i dagens och i ett framtida klimat, Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen 2025-04-23
- Erosionsindex för vattendrag, Indikatorer för erosion i vattendrag, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2025-08-06

3.4 Planerad markanvändning

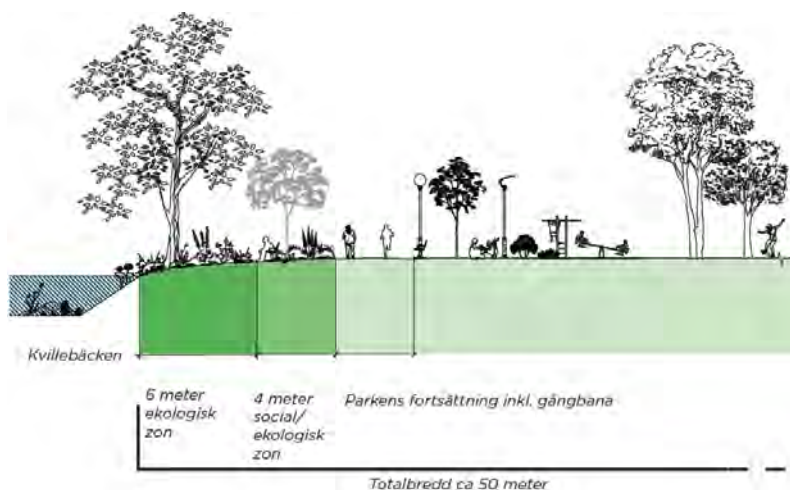
Detaljplanehandlingar och underlagsrapporter som denna utredning är baserad på utgörs av:

- o "Parker i Backaplan (DP2), Stadsdelsparken", förslagshandling upprättad av Mareld Landskapsarkitekter, daterad 2021-10-19
- o "PM Kvillebäckens kantzoner inom Backaplan detaljplan 2", upprättad av Park- och naturförvaltningen, Göteborgs stad, daterad 2021-01

Målbilden för Kvillebäckens och parkens utformning är:

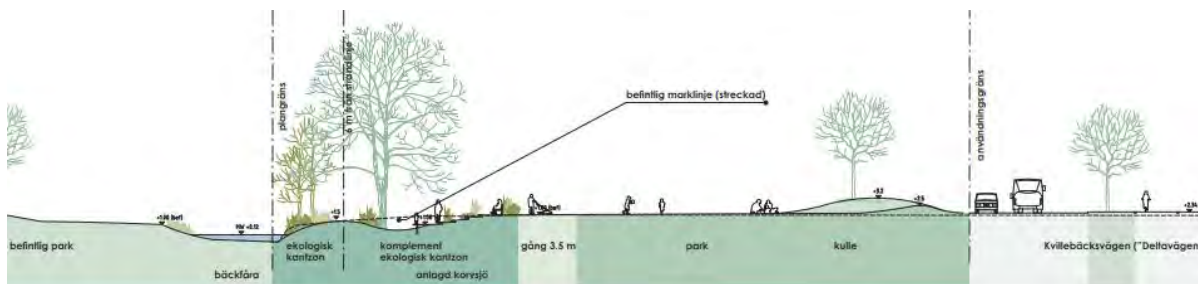
Söder om Färgfabriksgratan

En ekologisk kantzons med växt- och buskskikt kommer etableras. Parkmarken kommer utökas och bli cirka 50 meter bred längs med hela bäckens östra sida. Principutformning enligt figur 3.4-1.



Figur 3.4-1 Princip för parkområde söder om Färgfabriksgratan.

Närmast kvarters- och gatumarken i öster kommer mindre terrängmodelleringar i form av vallar utföras. Lokalt önskas även en korvsjö i bäckens närhet anordnas, se förslag till utformning i figur 3.4-2.

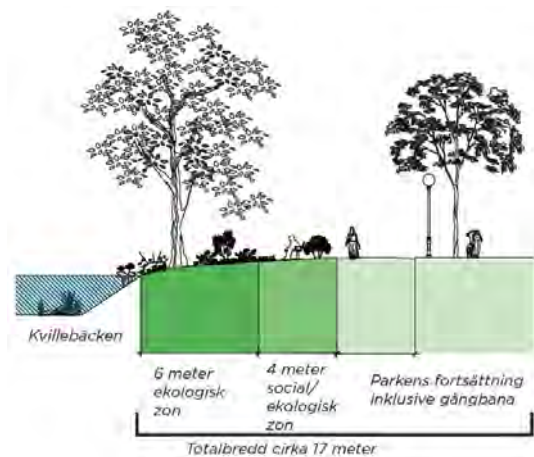


Figur 3.4-2 Förslag till utformning vid korvsjö samt vallar mot öster.

Norr om Färgfabriksgratan

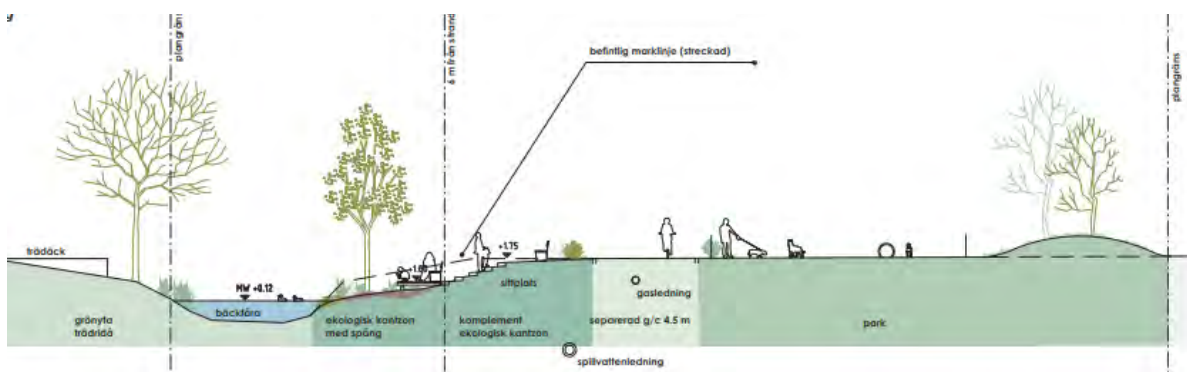
Norr om Färgfabriksgratan löper i dag en gång- och cykelbana längs med Kvillebäcken. En smal grönremsa finns mellan bäcken och gång- och cykelbanan. Grönremsan varierar i bredd men är till största delen max 3 meter bred. Parkmarken kommer utökas till mellan cirka 17 och 40 meters bredd från strandlinjen enligt princip i figur 3.4-3.

Gångbanan kommer förläggas längre bort från Kvillebäcken än i dag.



Figur 3.4-3 Princip för parkområde norr om Färgfabriksgratan.

I den norra delen finns tankar kring att skapa svämplan utmed bäcken samt att anlägga mindre terrängmodelleringar i form av vallar, se förslag till utformning i figur 3.4-4.



Figur 3.4-4 Förslag till utformning av svämplan samt vall mot öster.

4 Geotekniska förhållanden

4.1 Topografi

Området i stort har mycket små nivåvariationer. Marknivåerna varierar mellan +1,5 och +3. Bottennivån i Kvillebäcken har lodats i 26 sektioner och varierar mellan -0,5 och -1,0. Närmast Kvillebäcken, utmed strandzonen, finns lokalt brantare partier med släntlutning 1:1 à 1:2.

4.2 Jordlagerföljd

I området utgörs jordlagren av fyllning följt av ett mäktigt lerlager ovan friktionsjord vilandes på berg. Fyllningens tjocklek uppgår vanligen till 1 à 2 m, men kan lokalt uppgå till mer. I grönområden längs Kvillebäcken är fyllningslagret tunnare. Inom hårdgjorda ytor utgörs det översta skiktet generellt av överbyggnadsmaterial. Fyllningen i övrigt är heterogen och består av sand, grus, lera och rivningsrester/avfall.

Lerans mäktighet varierar mellan 40 och 100 m. Inom delar finns en tunnare torrskorpa bildad i lerans ovkant.

Friktionsjorden mellan lera och berg har inte undersökts i någon större omfattning.

4.3 Jordens tekniska egenskaper

Leran är siltig och har i allmänhet en utbildad torrskorpa ned till nivån ca -0,5. Därunder följer lera som klassificeras som något gyttjig ned till nivån ca -5. Leran innehåller generellt skal.

Lerans densitet ligger generellt kring 1,6 ton/m³. Lagret med den något gyttjiga leran har en densitet som ligger kring 1,5 ton/m³.

Lerans naturliga vattenkvot varierar generellt mellan ca 60 och 80 procent. I lagret med den något gyttjiga leran ligger vattenkvoten kring 90 procent.

Lerans konflytgräns varierar generellt mellan ca 60 och 70 procent. I lagret med den något gyttjiga leran ligger vattenkvoten kring 80 procent. Leran är därmed höglastisk.

Längs Kvillebäcken är leran mellansensitiv med uppmätta sensitivitetkvoter som ligger i spannet 10–30.

I de övre lerlagerna är den odränerade skjuvhållfastheten extremt låg till mycket låg. Den odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats från ett stort antal vingförsök, konförsök, CPT-sonderingar och direkta skjuvförsök som utförts i närheten av Kvillebäcken. Resultat från vingförsök och direkta skjuvförsök är samstämmiga med varandra och med vad som empiriskt kan förväntas utifrån utförda CRS-försök. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet anses vara representativ för området närmast och under Kvillebäcken.

Närmast Kvillebäcken är lerans överkonsolideringsgrad nära 1 i den övre delen av jordprofilen. På större djup (> 10 m) bedöms överkonsolideringsgraden ligga kring 1,2 à 1,3.

Utvärderade tekniska egenskaper på leran redovisas grafiskt i bilaga A.

4.4 Yt- och grundvatten

Det saknas karakteristik på Kvillebäcken. Eftersom utloppet däms av Göta älv kan inte nivåerna bli lägre än så. Göta älvs (Tingstad) karakteristiska vattenståndsnivåer (RH2000) är:

HHW	+1,91
MHW	+1,27
MW	+0,12
MLW	-0,50
LLW	-0,95

Längs Kvillebäcken finns ett antal befintliga broar. Nedan listas de vattenståndsnivåer som framgår av relationshandlingarna för dessa. Nivåerna är omräknade till RH2000:

	<i>Bro 1480-1628-3</i>	<i>Bro 1480-2672-1</i>	<i>Bro 1480-2675-1</i>
HHW	+0,57 (+10,52)	+1,75 (+11,70)	+1,75 (+11,70)
MW	+0,07 (+10,02)	+0,25 (+10,20)	+0,25 (+10,20)
LLW	-1,13 (+8,82)	-0,75 (+9,20)	-0,95 (+9,00)

Uppmätta porvattentryck tyder på en nolltrycksnivå vid $\pm 0,0$ à $+0,5$ med en portrycksfördelning därunder som är något mer än hydrostatisk (ca 10,5 kPa/m) mot djupet.

Uppmätta och prognostiserade höga trycknivåer, med 100 års återkomsttid, är:

22M01P1	+0,4	+0,45
22M01P2	+0,7	+0,80
22M02P1	+0,6	+0,65
22M02P2	+0,8	N/A
22M03P1	+0,7	+0,75
22M03P2	+0,9	+0,95

I fyllningen ligger grundvattennivån på cirka 1 till 2 m djup, det vill säga kring nivån $+0,0$ till $+1,0$ längs med Kvillebäcken.

Utförd prognostisering redovisas i bilaga A3.

4.5 Erosion

Utifrån platsbesök, förekommande jordlager och uppgifter på vattenhastigheten bedöms erosionsförloppet vara långsamt. Lokalt har erosionsskydd anordnats vid broar och utlopp.

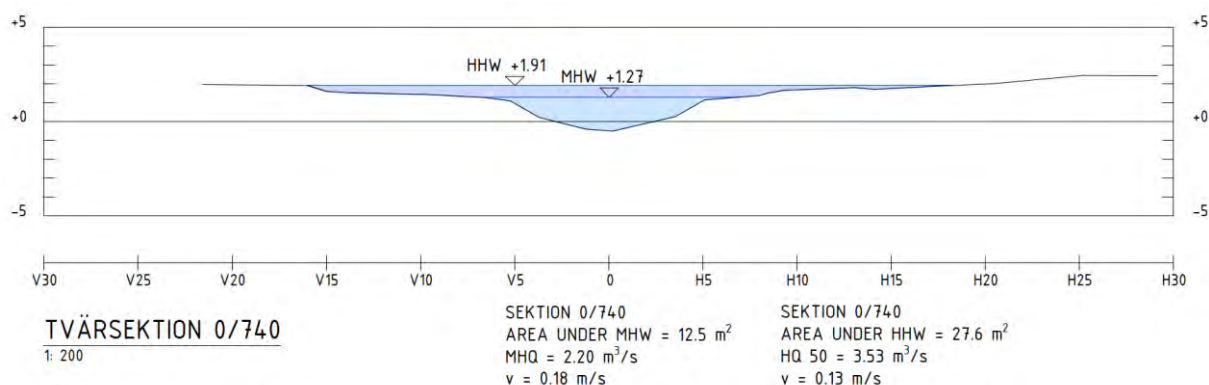
Fotografier tagna längs med Kvillebäcken redovisas i bilaga B.

För bedömning av vattenhastigheter i Kvillebäcken har flöden från SMHI:s teoretiska SHYPE-modell för Kvillebäckens avrinningsområde används tillsammans med vattenståndsuppgifter vid Tingstad.

Karakteristiska flöden (perioden 1991–2020) för Kvillebäcken är:

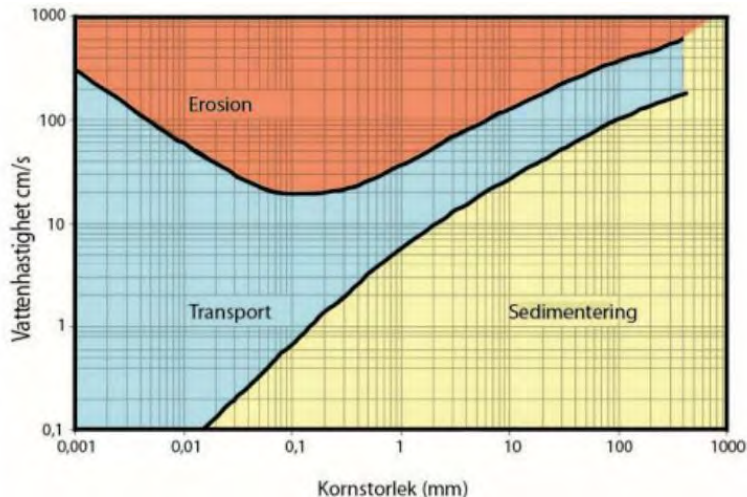
HQ50	3,53 m ³ /s
HQ25	3,25 m ³ /s
HQ10	2,87 m ³ /s
HQ5	2,57 m ³ /s
HQ2	2,11 m ³ /s
MHQ	2,20 m ³ /s
MQ	0,30 m ³ /s
MLQ	0

Av inmätningar och grundkarta framgår att vid högre vattenstånd än medelhögvatten bräddar bäcken. Området är mycket flackt varvid tvärsnittsarean för vattenförande sektion ökar mycket vid vattenstånd över medelhögvatten. Med hänsyn till de geometriska förutsättningarna fås därför störst vattenhastighet vid flöden som motsvarar medelhögvatten. Vid jämförelse av ett tjugotal sektioner framgår att geometrierna är snarlika och beräknade vattenhastigheter har således låg spridning inom aktuellt område. Beräkning visar på tämligen låga hastigheter med i storleksordningen 0,2 m/s eller lägre. I figur 4.5-1 nedan visas sektion 0/740 som är den trängsta inmätta sektionen.



Figur 4.5-1 Vattenstånd, flöden och beräknade medelvattenhastigheter för sektion 0/740.

Jords erosionskänslighet är starkt kopplad till vattenhastighet och kornstorlek. Jord med lerfraktion är, liksom grovkornig jord, mindre känslig för erosion se figur 4.5-2.



Figur 4.5-2

Diagram som visar erosion vid olika kornstorlekar och vattenhastigheter (cm/ s) i ett vattendrag (Groop, 2011 efter Hjulström 1935) ur SGI erosionsindex för vattendrag.

Utmed bäcken utgörs jordlagren i bäckfåran av siltig och gyttjig lera. Inom högre belägen terräng, både inom grönytor och övriga hårdgjorda ytor, finns fyllning. Inom parkområdena består fyllningen huvudsakligen av lera med inslag av mull, silt och sand.

I framtida klimat och i samband med exploatering kan flödena i Kvillebäcken antas öka. Med ett antagande om dubbling av flödet, utan hänsyn till att vattennivå då rimligen stiger, bedöms vattenhastigheten fortsatt vara för låg för att orsaka nämnvärt mer erosion i bäcken.

5 Stabilitetsförhållanden

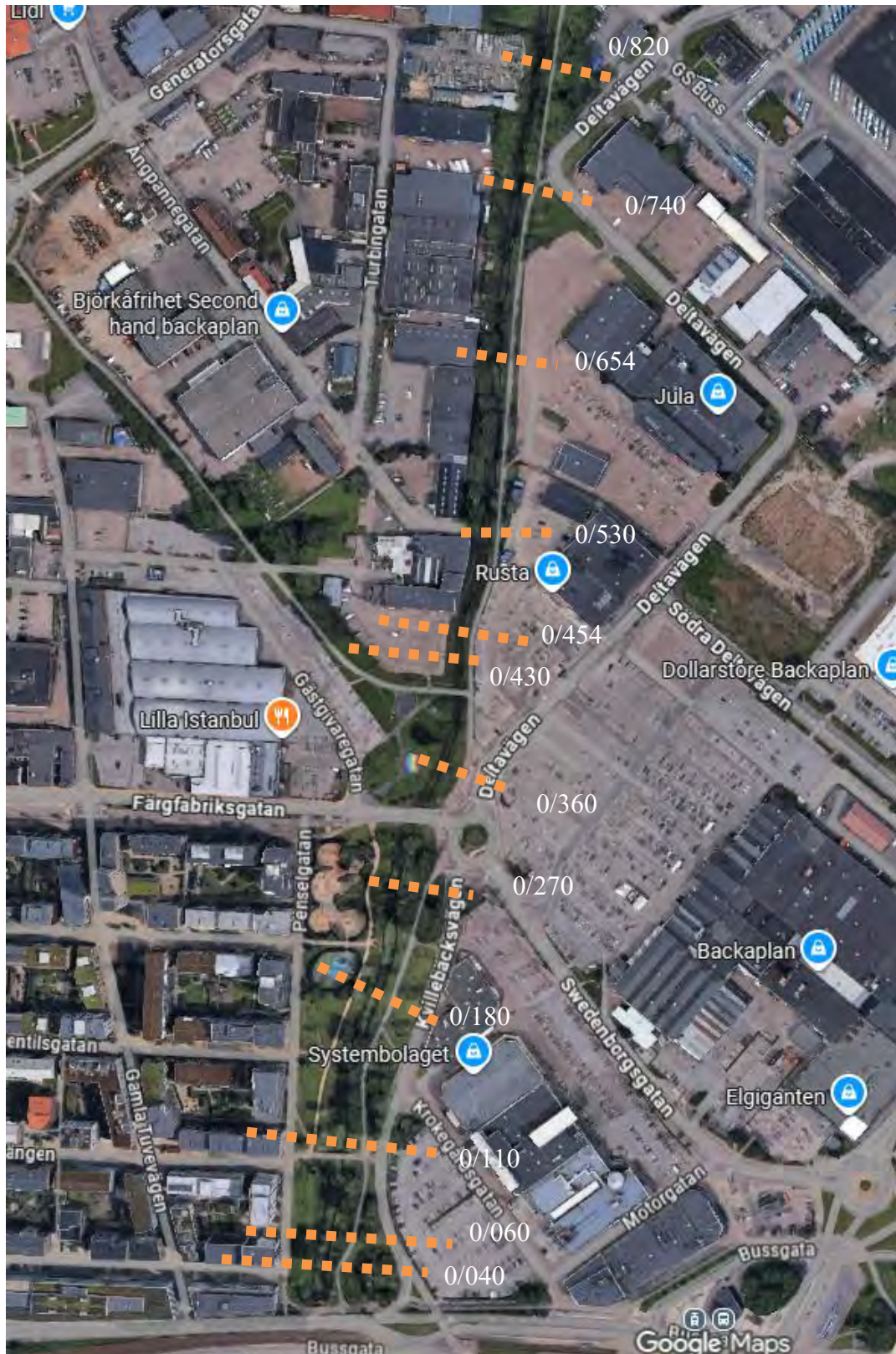
5.1 Allmänna beräkningsförutsättningar

Beräkning av cirkulär cylindriska glidytor har utförts i odränerad och kombinerad analys med Morgenstern-Prices lamellmetod. En räknad linje har genererats för Kvillebäcken, sträckan som har utretts mäter cirka 800 m.

Valda beräkningssektioner redovisas i plan i figur 5.1-1.

I utförda stabilitetsanalyser för aktuellt område har följande skeden kontrollerats:

- Inledande kontroll av samtliga sektioner avseende befintlig bebyggelse och anläggning
- Kontroll av den markanvändning som de nya detaljplanerna tillåter (nyexploatering)
- Känslighetsanalys av porvattentryck i utvalda sektioner
- Åtgärder och belastningsrestriktioner i utvalda sektioner
- Kontroll av föreslagna markmodelleringar inom parkområde i utvalda sektioner



Figur 5.1-1 Valda beräkningssektioner

5.2 Val av jordmodell

5.2.1 Materialegenskaper

Materialegenskaper har utvärderats utifrån utförda geotekniska fält- och laboratorieundersökningar längs med Kvillebäcken.

För kohesionsjord har odränerad skjuvhållfasthet (c_u) och densitet (ρ) utvärderats direkt från sammanställningen av bestämda jordegenskaper. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet anses vara representativ för området närmast och under Kvillebäcken.

Den dränerade skjuvhållfastheten har för kohesionsjord valts enligt Skredkommissionens riktlinjer med hjälp av en friktionsvinkel (ϕ') på 30° samt med ett kohesionsintercept som är 10 % av den utvärderade odränerade skjuvhållfastheten ($c' = 0.1 \cdot c_u$).

För friktionsjord har materialegenskaperna (hållfasthet och densitet) valts främst utifrån jordartsbenämning enligt praxis (SGI Information 1, TK och TR Geo).

Karakteristiska värden som använts i beräkningarna redovisas i tabellformat i bilaga A.

5.2.2 Yt- och grundvatten

I odränerad analys är dimensionerande ytvattenstånd valt som lägsta lågvatten (LLW). Lägsta lågvattennivå varierar längs med sträckan, från cirka -1,1 nedströms (nära utloppet i Göta älv) till cirka -0,8 i km 0/400 (strax uppströms Färgfabriksgatan). Vidare uppströms antas, på säker sida, lägsta lågvattennivån vara -0,8. Förhållandet mellan LLW och MLW antas vara detsamma som i Göta älv, det vill säga att MLW är 0,5 m högre.

Grundvattenytan närmast Kvillebäcken har valts baserat på högst uppmätta portryck och portrycksgradienter: cirka +0,2 i söder, cirka +0,4 i mitten av området och cirka +0,5 i norr. På längre avstånd från bäcken har grundvattenytan lagts på nivå cirka +0,8 i söder och cirka +1,0 i norr.

I kombinerad analys har inledningsvis beräkningarna utförts med LLW som ytvattennivå. Porvattentryckets nolltrycksnivå har valts enligt ovan och med tryckfördelningen 10,5 kPa/m mot djupet, vilket motsvarar högst uppmätta portryck.

Valet att inte utgå från extremvärden på portrycken motiveras med att det inte bedöms sannolikt att en portryckshöjning kvarstår när vattenytan i Kvillebäcken sjunker mot LLW. En känslighetsanalys har dock utförts, med prognostiserade höga portryck i kombination med MLW i bäckfåran, se separat avsnitt.

5.2.3 Geometri och materialgränser

Geometri och materialgränser har bestämts utifrån inmätta botten- och marknivåer, samt utvärderade jordarter, lagertjocklekar och egenskaper från de geotekniska undersökningarna.

5.3 Val av laster

På grundlagda byggnader förutsätts ej ge något lasttillskott i stabilitetsberäkningarna. På parkeringsytor har vid stabilitetsberäkningar en permanent utbredd last över parkeringsytan om 5 kPa antagits.

Last från vägtrafik har beaktats i odränerad analys och valts som 10 kPa för nuvarande förhållanden och 20 kPa för planläggning.

Last på befintliga gång- och cykelbanor har i odränerad analys valts som 5 kPa.

Last inom grönyta från skötselfordon, till exempel gräsklippare eller traktorer, har i odränerad analys valts som 3 kPa över 2 m bredd och placerats där den verkar mest ogynnsamt.

Samtliga laster har modellerats så att de inte verkar som mothållande.

5.4 Val av erforderlig säkerhetsfaktor

Val av erforderlig säkerhetsfaktor har utförts enligt tabell 4.1 i IEG:s rapport 4:2010

”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse” och fördjupad utredning.

Slänt med **kohesionsjord** vid **befintlig bebyggelse och anläggning** kan vid **fördjupad utredning** klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i odränerad analys är större än 1,3–1,4 ($F_c > 1,3-1,4$), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,2–1,3 ($F_{Komb} > 1,2-1,3$). Slänt med **kohesionsjord** vid **annan mark** kan vid **fördjupad utredning** klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i odränerad analys är större än 1,2–1,3 ($F_c > 1,2-1,3$), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,2 ($F_{Komb} > 1,2$). I det här fallet bedöms befintligt parkområde, inklusive gc-vägar, utgöra annan mark. Övrig mark hänförs som befintlig bebyggelse och anläggning.

Slänt med **kohesionsjord** vid **nyexploatering** kan vid **fördjupad utredning** klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i odränerad analys är större än 1,4–1,5 ($F_c > 1,4-1,5$), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,3–1,4 ($F_{Komb} > 1,3-1,4$).

För aktuellt område och utförd utredning har gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar värderats enligt tabell 5.4-1.

Tabell 5.4-1 *Värdering av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar*

<i>Förutsättning</i>	<i>Gynnsam</i>	<i>Ogynnsam</i>
Konsekvens av skred	Ej kvicklera	Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan
Släntens beständighet	Inga tecken på rörelser i slänten	
Tidigare förändringar i slänten	Låg risk för erosion	
Jordens egenskaper	Lokalt förekommande erosionsskydd	Erosionsskydd saknas på hela sträckan
	Låg sensitivitet	Kohesionsjord
	Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	
	Homogen jord	
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet	Stort antal beräknade glidytor	
Fält- och laboratorieundersökningar	Bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet	
	CPT-sonderingar är utförda	
	Stort antal undersökta prover i lab	
	Kompressionsförsök utförda	
	Direkta skjuvförsök är utförda	
	Vingförsök är utförda	
Släntens geometri	Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar etc.)	Lokala branta partier finns i slänten
Grundvatten- och portrycksförhållanden	Portrycksmätningar utförda	
	Känslighetsanalys med avseende på portrycksförhållandena utförd	
	Begränsade förväntade tryckvariationer	
Ytvattenförhållanden		Karaktäristiska vattenstånd är inte verifierade

Den sammanvägda bedömningen är att erforderlig säkerhetsfaktor kan väljas i mitten till den nedre delen av rekommenderade intervall.

Valda erforderliga säkerhetsfaktorer redovisas i tabell 5.4-2.

Tabell 5.4-2 *Valda erforderliga säkerhetsfaktorer*

Förhållanden	Vald erforderlig säkerhetsfaktor	
	F_c	F_{Komb}
Befintlig bebyggelse och anläggning	1,35	1,25
Nyexploatering, planläggning	1,45	1,35

5.5 Beräkningar

5.5.1 Befintlig bebyggelse och anläggning

Säkerhetsfaktorn mot skred vid befintliga förhållanden har analyserats i nio sektioner utmed den östra sidan respektive i en sektion utmed den västra sidan av Kvillebäcken.

Resultaten framgår i tabell 5.5.1-1.

*Tabell 5.5.1-1 Beräknade säkerhetsfaktorer vid befintliga förhållanden. **Röda** siffror avser ej tillfredsställande säkerhetsfaktorer*

Sektion	Beräknad säkerhetsfaktor	
	F_c	F_{Komb}
0/040	1,92	1,64
0/110	1,78	1,25
0/180	1,98	1,66
0/270	2,34	1,97
0/360	1,60	1,51
0/430 (från väster)	1,54	1,27
0/454 (från öster)	1,48	1,26
0/530	1,54	1,31
0/654	1,63	1,40
0/740	1,90	1,76
0/820 (utanför detaljplan)	1,81	1,54
0/454 (från väster, utanför detaljplan)	1,36	1,18

Som framgår av resultaten är säkerheten mot stabilitetsbrott vid nuvarande förhållanden tillfredsställande förutom mot väster vid km 0/454.

Resultat från utförda stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden redovisas i bilaga C1.

5.5.2 Nyexploatering, planläggning

Markanvändningen längs med Kvillebäcken kommer i framtagna detaljplaner utgöras av parkområden. Som framgår av beräknade säkerhetsfaktorer mot brott vid befintliga förhållanden är marken närmast vattenbrynet känslig för ökad belastning. Säkerhetsmarginalen för långa (>20 m) glidytor är däremot god.

Inom kvarters- och gatumark har marknivån justerats till planlagda nivåer. I odränerad analys har dessutom en variabel last om 20 kPa ansatts över hela ytan utanför parkområdet.

Parkområdet är inte höjdsatt i detaljplanen. Utgångspunkten för beräkningarna avseende nyexploatering har därför varit att analysera en möjlig utformning av parken längs med Kvillebäcken. Beräkningar har utförts där marken delats i olika lastzoner. Utgångspunkten har varit att den 6 m breda ekologiska zonen är fri från permanent last. Bortanför denna zon har permanenta laster om 10, 20 och 40 kPa modellerats med ökande avstånd från bäcken. Zonernas bredd har anpassats utifrån vad som är geotekniskt möjligt.

I odränerad analys har en variabel last om 5 kPa ansatts i läget för gångvägen utöver den permanenta lasten. Vidare har trafiklast från skötsfordon (3 kPa) ansatts inom den ekologiska kantzonen.

Resultaten framgår i tabell 5.5.2-1.

*Tabell 5.5.2-1 Beräknade säkerhetsfaktorer vid planerade förhållanden. **Röda** siffror avser ej tillfredsställande säkerhetsfaktorer*

Sektion	Beräknad säkerhetsfaktor	
	F_c	F_{Komb}
0/060	1,77	1,80
0/110	1,49	1,27
0/180	1,67	1,65
0/270	1,74	1,60
0/360	1,45	1,43
0/430 (från väster)	1,64	1,27
0/454 (från öster)	1,46	1,29
0/530	1,78	1,90
0/654	1,45	1,43
0/740	1,50	1,56

Generellt uppnås tillfredsställande säkerhet mot skred för planlagda förhållanden om marknivån närmast bäcken, inom den planerade ekologiska kantzonen, ej höjs. Utmed delar av bäcken behöver dock denna zon utökas. Säkerhetsfaktorn mot skred för korta glidytor är däremot inte tillfredsställande i sektionerna 0/110, 0/430 och 0/454. I dessa sektioner behöver slänten beräkningsmässigt flackas ut.

Notera att sektion 0/430 representerar både stabiliteten inom planområdet och utanför planområdet i väster. Stabiliteten för befintlig bebyggelse och anläggning, utanför planområdet, är tillfredsställande i sektion 0/430 och 0/820.

Resultat från utförda stabilitetsanalyser för planlagd nyexploatering redovisas i bilaga C2.

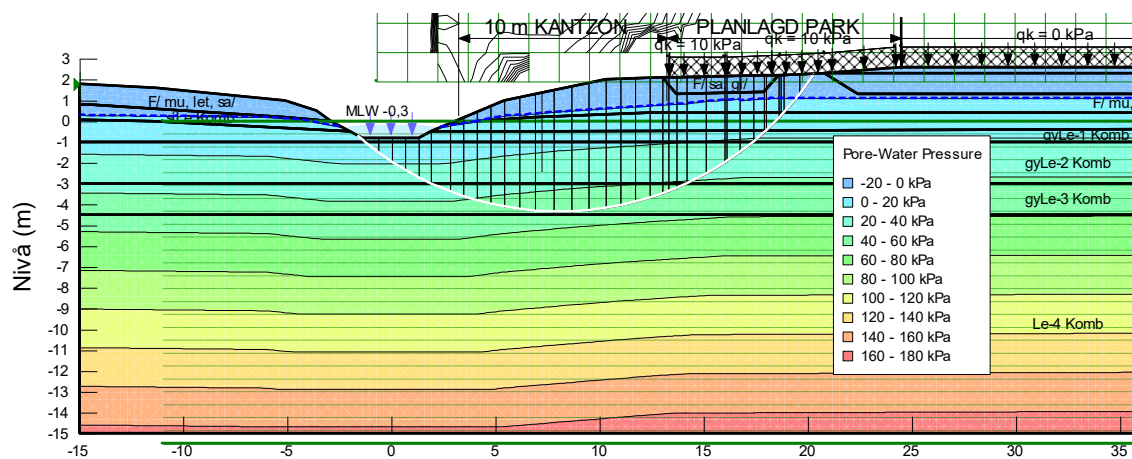
För möjlighet att anlägga vallar, korvsjö i söder och svämplan i norr se separat avsnitt.

5.5.3 Känslighetsanalys

Uppmätta porvattentryck tyder på liten årstidsvariation. Mätning har dock utförts under en relativt kort tidsperiod (3 månader). En prognostisering har därför utförts, se bilaga A3. Resultatet är att prognostiserade höga nivåer ligger cirka 0,1 m över högst uppmätta nivåer.

I läget för portrycksstationerna innebär det en nolltrycksnivå kring +0,4 och därunder en ökning med ca 10,6 kPa/m mot djupet.

I händelse av höga vattenstånd i Kvillebäcken, som en effekt av klimatförändringar, bedöms portrycken kunna stiga något. En känslighetsanalys har därför utförts i km 0/360, där säkerheten för längre och djupare glidytor är som lägst i kombinerad analys. I analysen har ytvattennivån i Kvillebäcken antagits återgå ned till en nivå motsvarande MLW samtidigt som portrycken i jorden förblir höga. Nolltrycksnivån har ansatts på nivån cirka +0,4 i läget för portrycksstationerna och kring +1,1 på längre avstånd från bäcken. Portrycksfördelningen därunder har valts som 11 kPa/m mot djupet, se figur 5.5.3-1. Modellerade portryck är 0,1 m högre än högt prognostiserade nivåer.



Figur 5.5.3-1 Portrycksfördelning baserat på prognostiserade portryck och MLW

Utifrån utförd analys görs bedömning att det dimensionerande yt- och grundvattenfallet fortsatt är LLW med fördelningen 10,5 kPa/m mot djupet.

Resultat från utförda analys redovisas i bilaga C3.

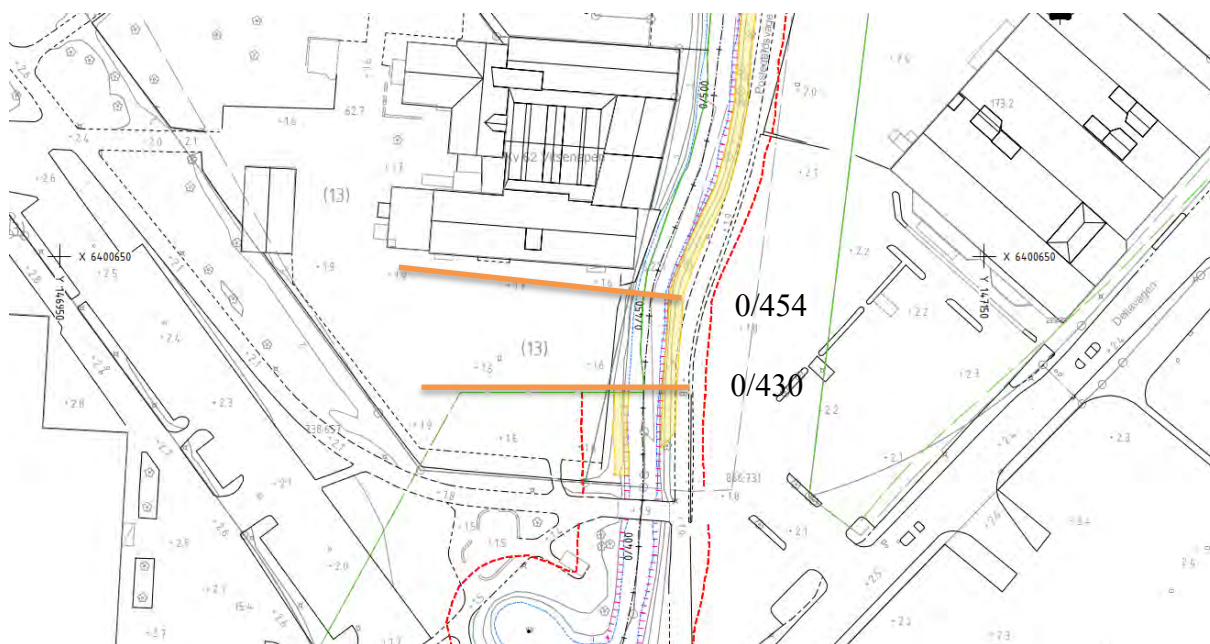
5.6 Åtgärder och belastningsrestriktioner

Säkerhetsfaktorn för korta glidytor är i många avsnitt tillfredsställande om marknivån inom den blivande ekologiska kantzonen, 6 m, inte höjs. Avståndet behöver dock längs några sträckor ökas till 10 respektive 12 m.

Slänten ned mot Kvillebäcken behöver lokalt flackas ut till 1:3 längs de avsnitt där säkerhetsfaktorn mot skred för korta glidytor är för låg. Eftersom bäckens utformning ska göras om rekommenderas vidare att alla slänter brantare än 1:1,5 å 1:2 flackas ut.

Det ska tillses att ett sammanhängande erosionsskydd finns utmed hela bäckens sträckning. Med erosionsskydd avses härvid både mjuka och hårda skydd. Vid utlopp och broar rekommenderas ett erosionsskydd av stenmaterial.

Beräkningssektion 0/430 representerar stabiliteten för marken både inom och utanför planområdet i väster. Vidare har stabiliteten något utanför planområdet kontrollerats i sektion 0/454, se figur 5.6-1.



Figur 5.6-1 Beräkningssektioner, område utanför planen

Beräknad säkerhet mot stabilitetsbrott i kombinerad analys uppgår till 1,27 i km 0/430 och till 1,18 i km 0/454. För området inom detaljplanen kan säkerheten höjas i km 0/430 genom utflackning av slänt och erosionsskydd enligt ovan. För området omedelbart norr om detaljplanen bedöms att säkerheten är tillfredsställande för nuvarande förhållanden och markanvändning. Vidare bedöms att den något lägre stabiliteten i km 0/454 inte påverkar planområdet.

I bilaga C4 redovisas resultat från utförda analyser av åtgärder för att nå tillfredsställande säkerhetsfaktorer mot skred. Föreslagen utflackning redovisas i sektion 0/430 (västra sidan), 0/454 (östra sidan) och 0/110. Med ledning av resultat från dessa beräkningar bedöms att motsvarande utflackning (1:3) är tillräcklig även för sektion 0/110 och 0/530

Åtgärder och belastningsrestriktioner redovisas i bilagor till PM-001, ”PM Geoteknik, Planeringsunderlag”.

5.7 Föreslagna markmodelleringar

I parkförslaget finns förslag till mindre terrängmodelleringar i form av vallar. Vallarnas höjd uppgår till som mest 2 m och kommer utföras med flacka slänter. Vidare föreslås en korvsjö i söder och ett antal svämplan i norr.

Utifrån utförda analyser bedöms vallarna rymmas inom de belastningszoner som studerats.

Möjligheten att anlägga korvsjö respektive svämplan har kontrollerats i fyra sektioner. Resultat från utförda beräkningar redovisas i tabell 5.7-1. I sektion 0/530 och 0/654 behöver zonen med begränsning av permanentlast 0 kPa utökas för att erhålla erforderlig säkerhetsmarginal. Exakt utformning kommer behöva studeras i detaljprojekteringsskedet. Det bedöms dock att man kommer kunna åstadkomma tillfredställande totalstabilitet även med hänsyn till planerade svämplan och korvsjö.

Tabell 5.7-1 Beräknade säkerhetsfaktorer

Sektion	Beräknad säkerhetsfaktor	
	F_c	F_{Komb}
0/060	1,72	1,53
0/530	1,48	1,46
0/654	1,45	1,43
0/740	1,47	1,53

Resultat från utförda analyser redovisas i bilaga C5.

6 Slutsats och rekommendationer

6.1 Befintlig bebyggelse och anläggning

Stabiliteten för nuvarande förhållanden är tillfredsställande inom och i direkt anslutning till detaljplanen. De kritiska glidytorerna är korta och omfattar generellt enbart nuvarande grönområde och gång- och cykelbanor.

För att säkerställa nuvarande situation behöver Kvillebäcken skyddas mot erosion. Det innebär att kompletteringar av nuvarande erosionsskydd behövs. Med ledning av de vattenhastigheter som beräknats kan så kallade mjuka, växtbaserade, erosionsskydd användas i stor utsträckning. Lokalt vid trumutlopp samt under och i anslutning till broar kommer dock erosionsskydd av sten erfordras.

6.2 Nyexploatering, planläggning

Markanvändningen längs med Kvillebäcken kommer i framtagna detaljplaner utgöras av parkområden. Marken närmast vattenbrynet är känslig för ökad belastning. Säkerhetsmarginalen för långa (>20 m) glidytor är däremot god. Parkområdet är inte höjdsatt i detaljplanen. Utgångspunkten för utförd utredning avseende nyexploatering har därför varit att analysera en möjlig utformning av parken längs med Kvillebäcken.

Generellt uppnås tillfredsställande säkerhet mot skred för planlagda förhållanden om marknivån närmast bäcken, inom den planerade ekologiska kantzonen, ej belastas permanent. Utmed delar av bäcken behöver den belastningsfria zonen utökas. Säkerhetsfaktorn mot skred för korta glidytor är däremot inte tillfredsställande inom alla delar av området. Inom dessa avsnitt behöver slänten fläckas ut till lutningen 1:3. Kvillebäckens slänter kommer behöva erosionsskyddas.

Anläggande av svämplan är möjligt med hänsyn till områdets totalstabilitet. Utformning behöver detaljprojekteras.

För sammantagen värdering av de geotekniska förhållandena inom detaljplanerna DP2 och DP3 hänvisas till separat handling:

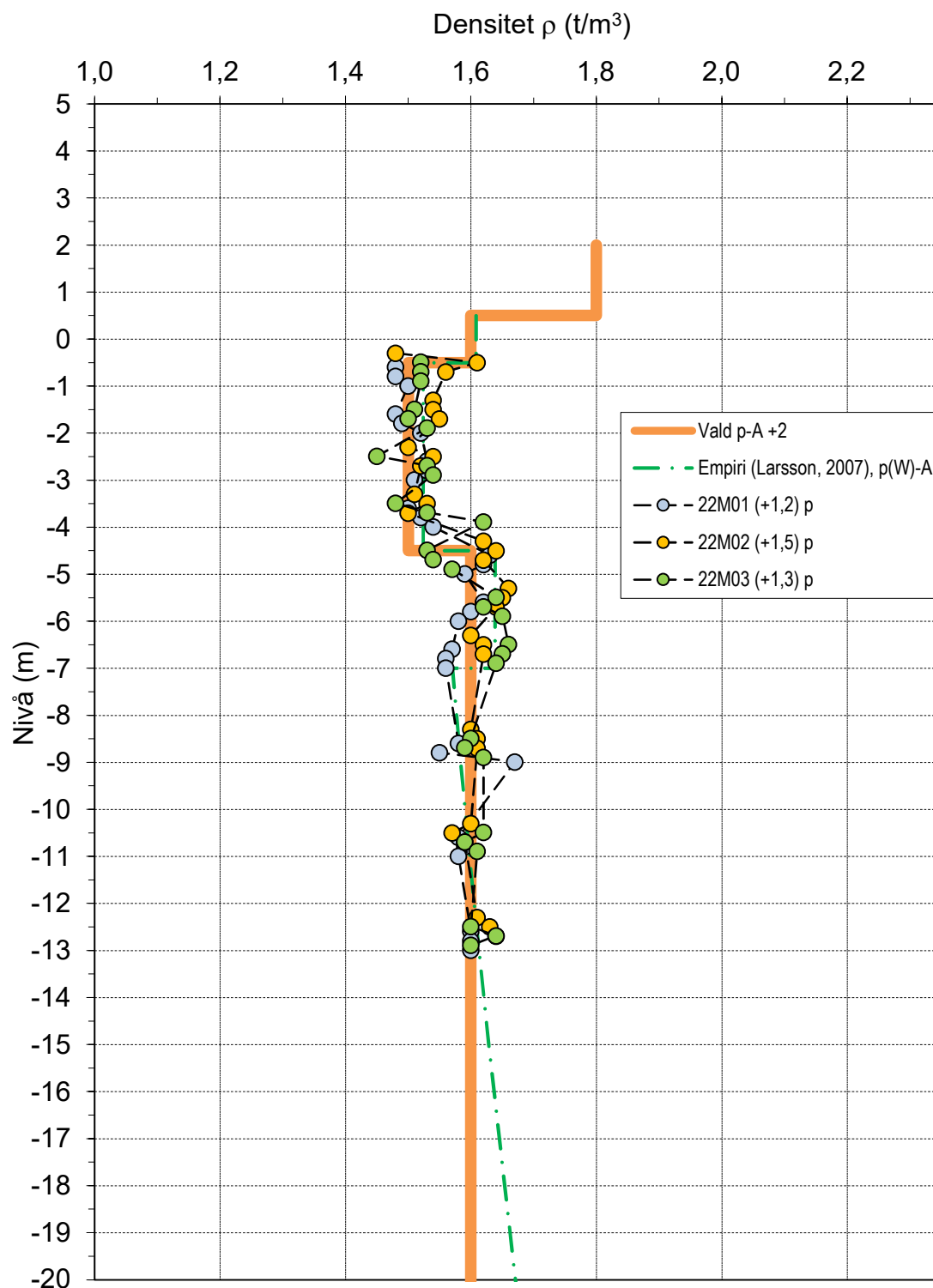
- o PM-001, ”PM Geoteknik, Planeringsunderlag”

Karakteristiska värden

Tabell A1-1 Karakteristiska värden för totalstabilitetsberäkningar längs med Kvillebäcken

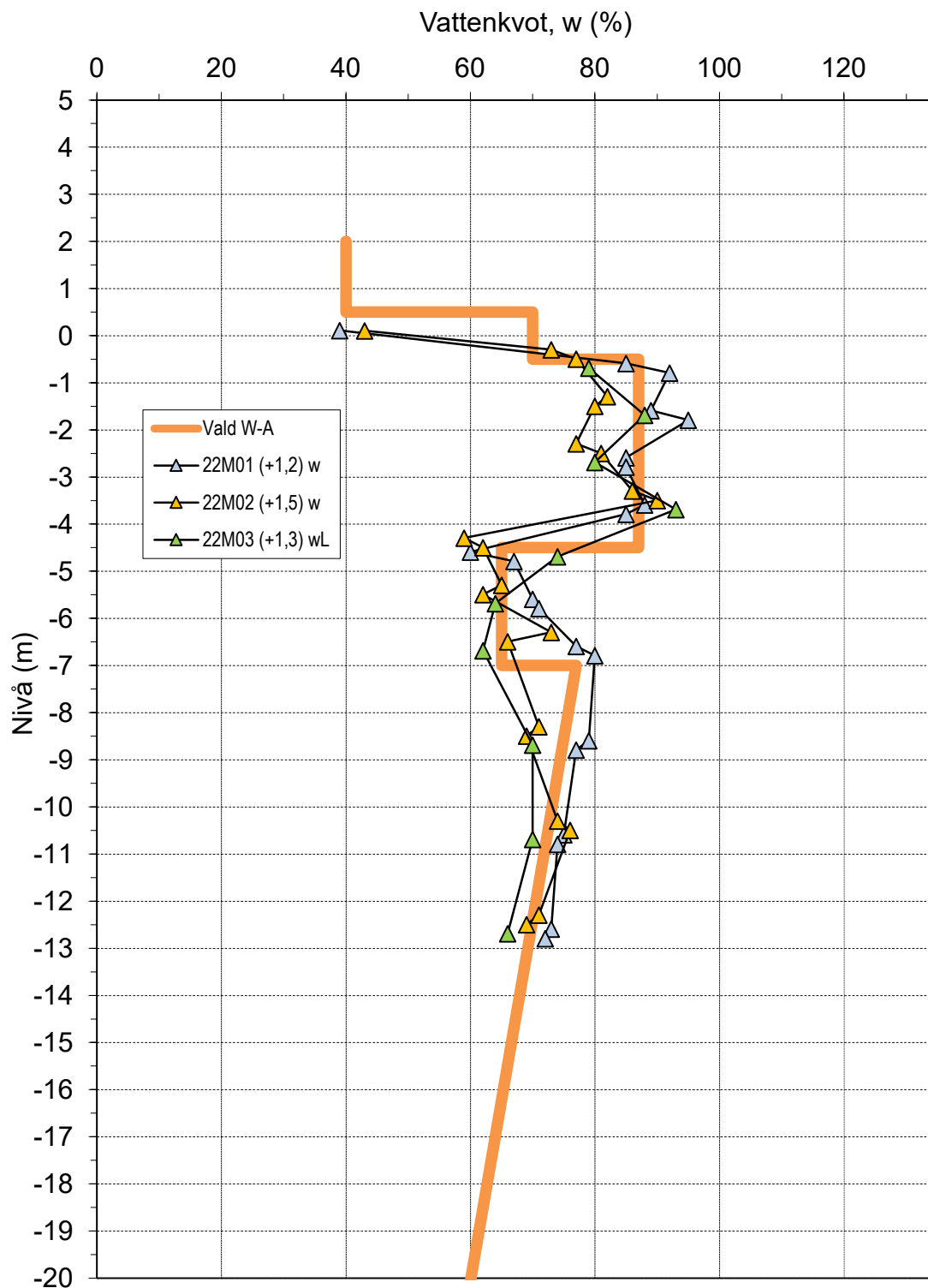
<i>Jordlager</i>	<i>Parameter</i>	<i>Karakteristiskt värde</i>
Fyllning (sa, gr)	Tunghet Hållfasthet	$\gamma_k/\gamma_{mk} = 18/20 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 38^\circ$
Fyllning (mu, let, sa)	Tunghet Hållfasthet	$\gamma_k/\gamma_{mk} = 16/18 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 33^\circ$
siltig Lera Ned till nivå ca -0,5	Tunghet Hållfasthet	$\gamma_k = 16 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 15 \text{ kPa}$
gyttjig Lera-1 Ned till nivå -1	Tunghet Hållfasthet	$\gamma_k = 15 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 10 \text{ kPa}$
gyttjig Lera-2 Ned till nivå -3	Tunghet Hållfasthet $d = 0 \text{ vid nivå } -3,0$	$\gamma_k = 15 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 10 \text{ kPa} + 2,0 \cdot d \text{ kPa/m}$
gyttjig Lera-3 Ned till nivå -4,5	Tunghet Hållfasthet	$\gamma_k = 15 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 14 \text{ kPa}$
Lera-4 Från nivå -4,5	Tunghet Hållfasthet $d = 0 \text{ vid nivå } -4,5$	$\gamma_k = 16 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 14 \text{ kPa} + 1,5 \cdot d \text{ kPa/m}$

Utvärderade jordparameterar



Figur A2-1 Utvärderad densitet

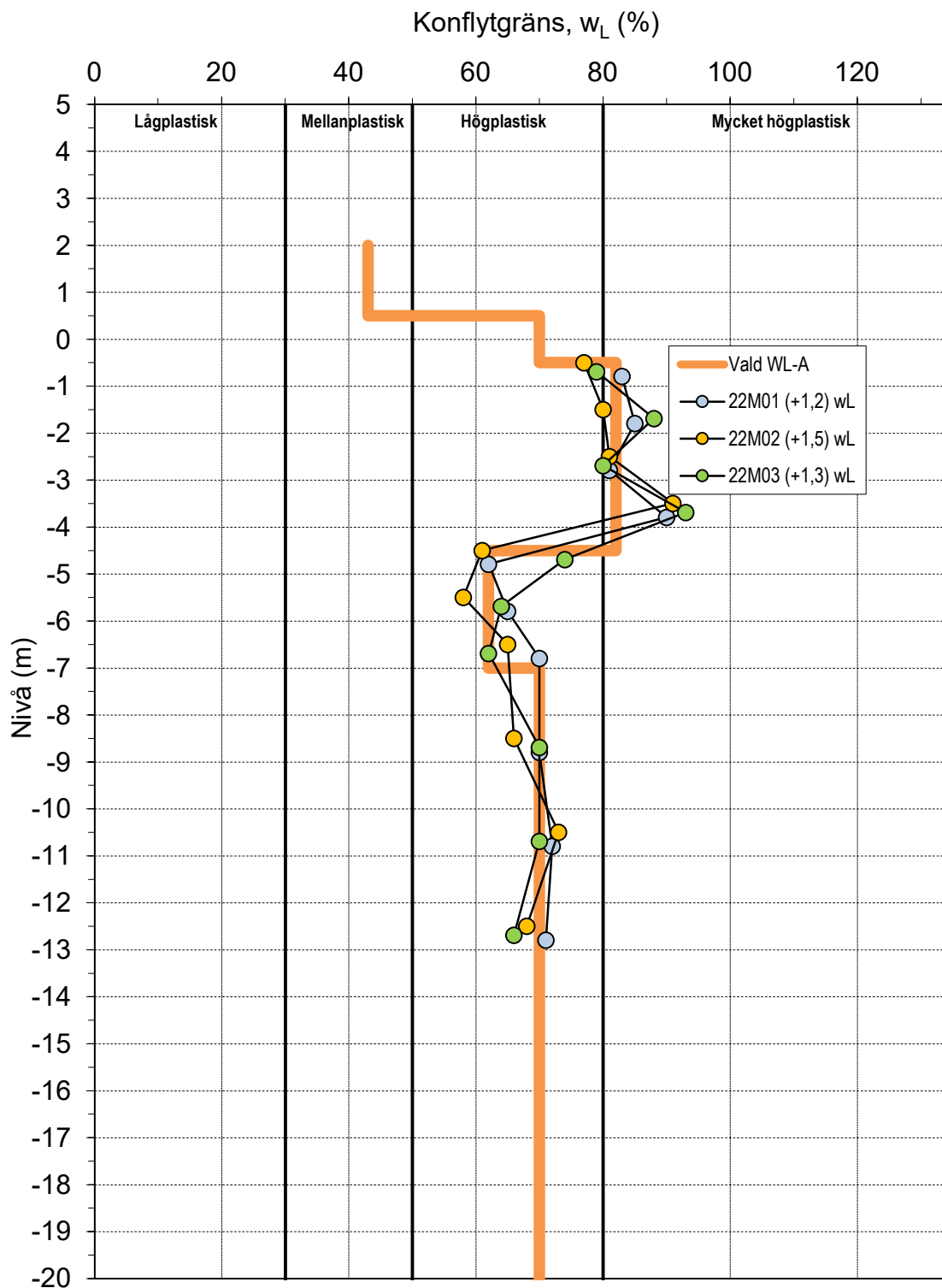
Utvärderade jordparameterar



Figur A2-2

Utvärderad vattenkvot

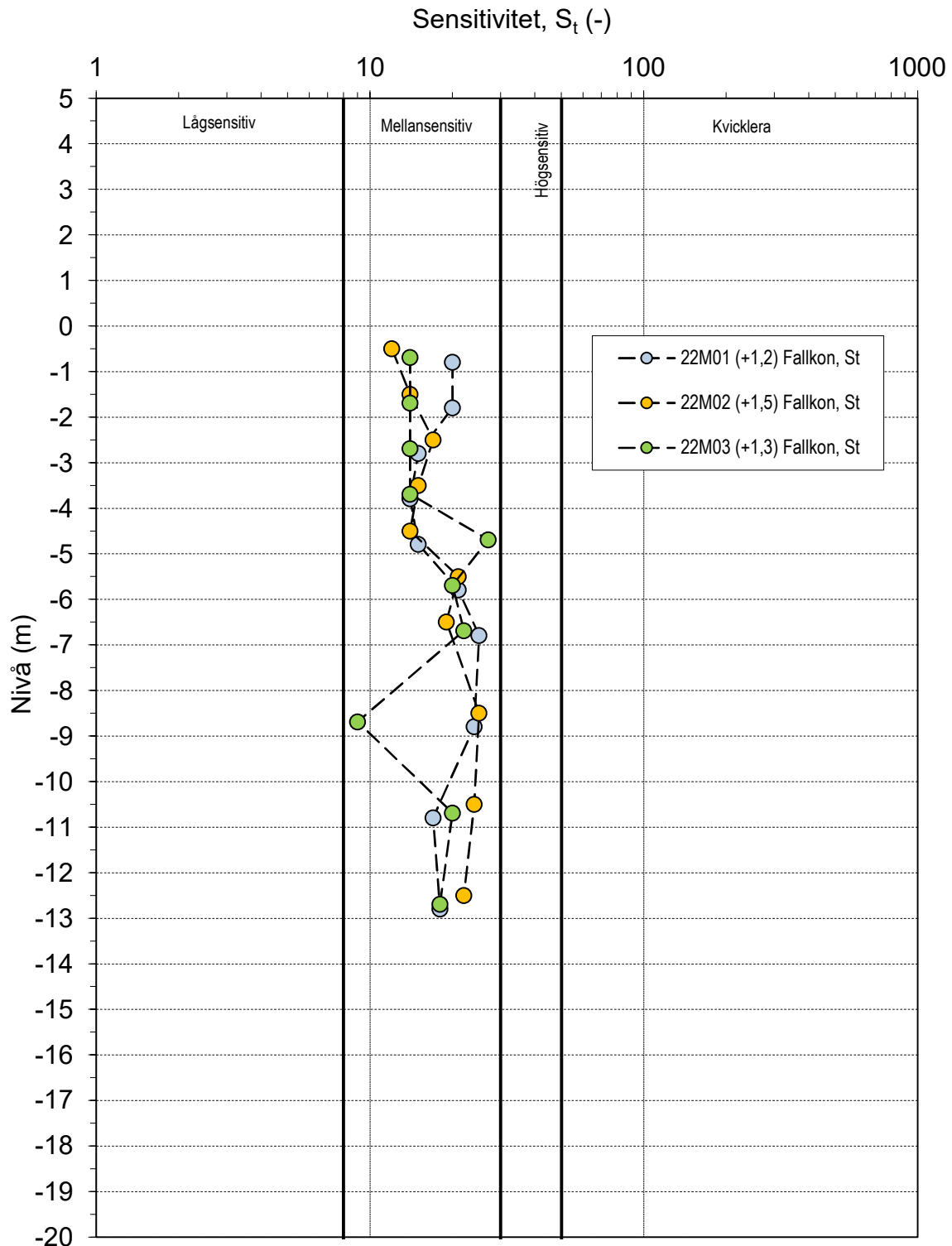
Utvärderade jordparameterar



Figur A2-3

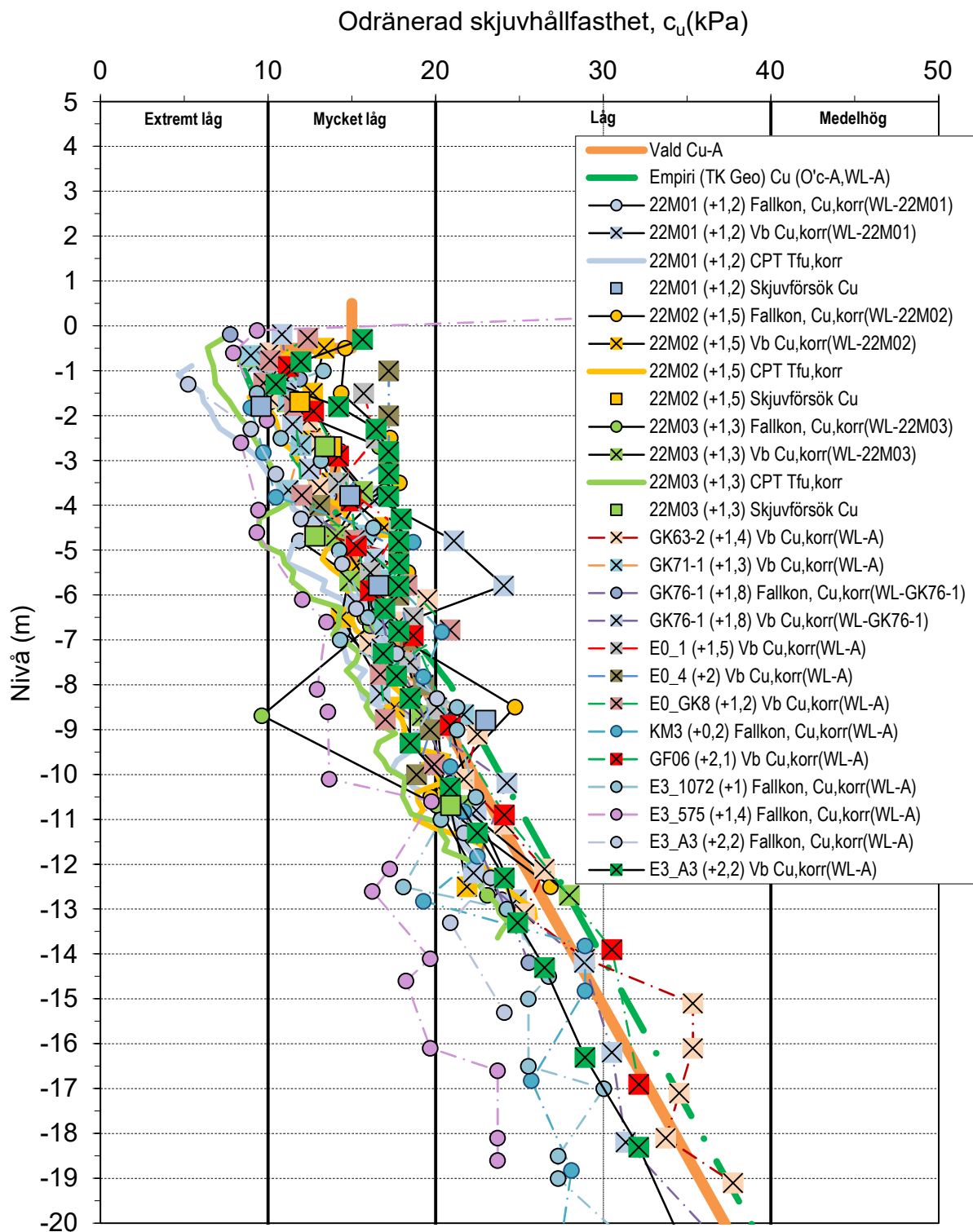
Utvärderad konflytgräns

Utvärderade jordparameterar



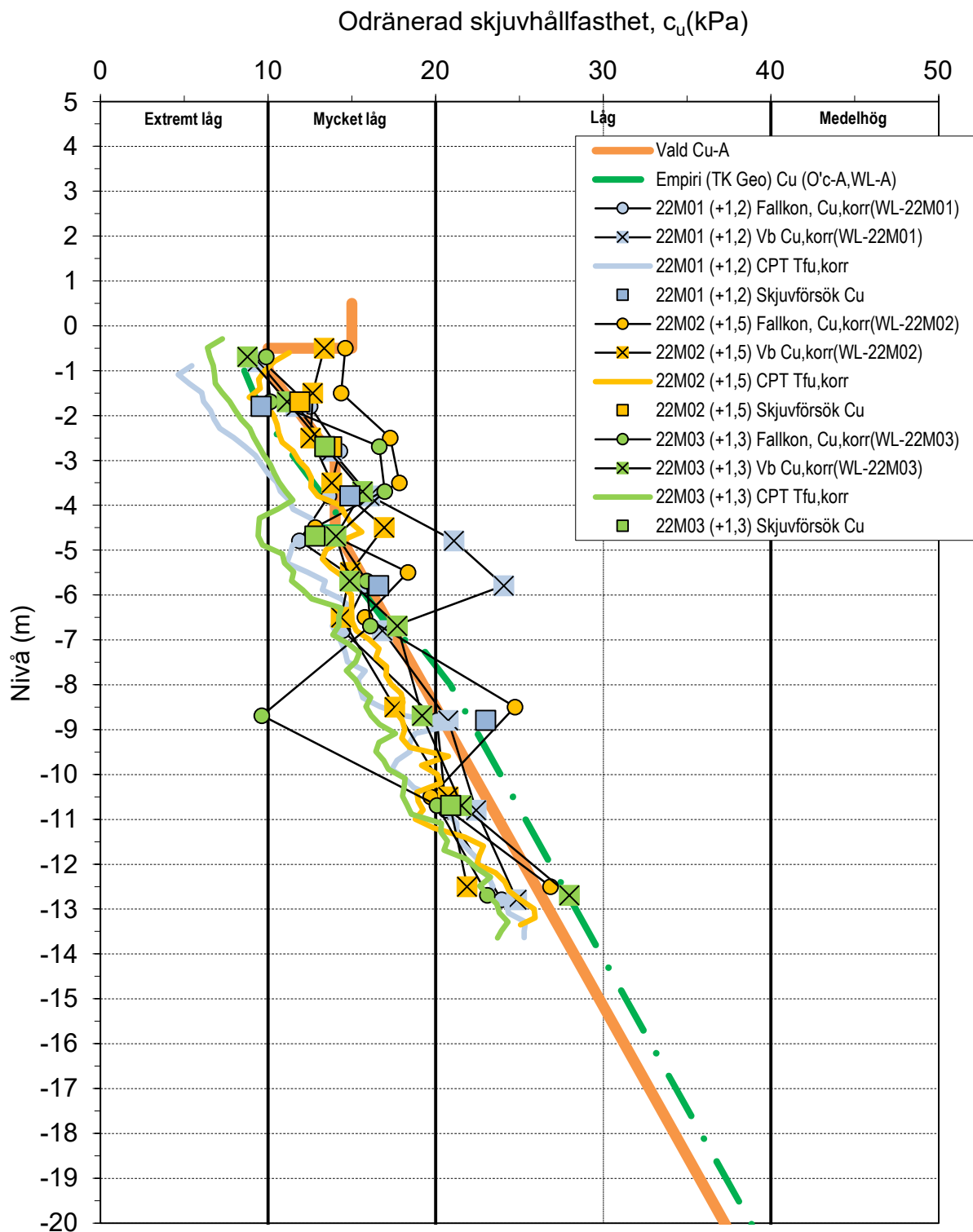
Figur A2-4 Utvärderad sensitivitet

Utvärderade jordparametrar



Figur A2-5 Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet, samtliga undersökningspunkter längs med Kvillebäcken

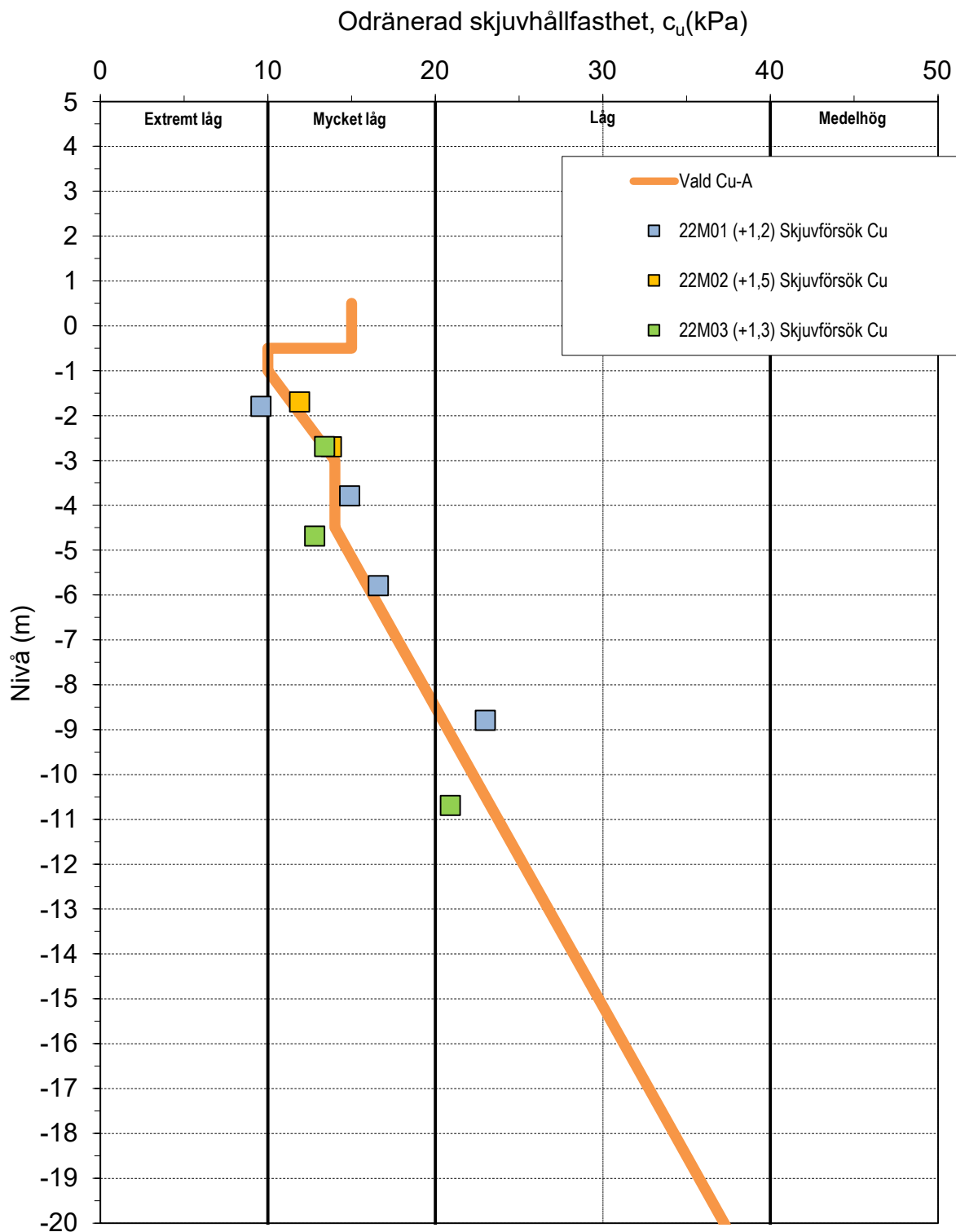
Utvärderade jordparametrar



Figur A2-6

Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet, kompletterande undersökningspunkter längs med Kvillebäcken

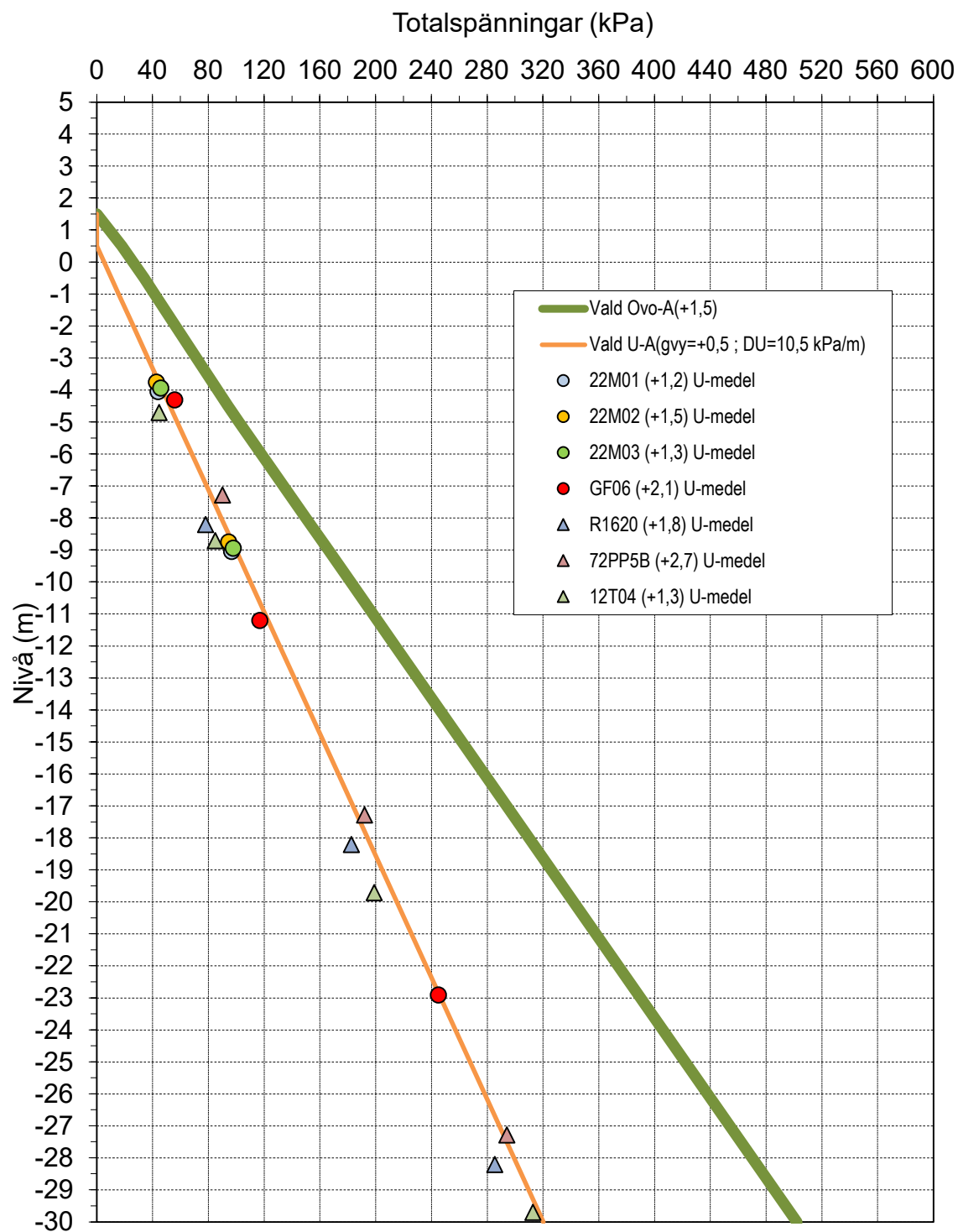
Utvärderade jordparametrar



Figur A2-7

Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet, enbart utförda direkta skjuvförsök

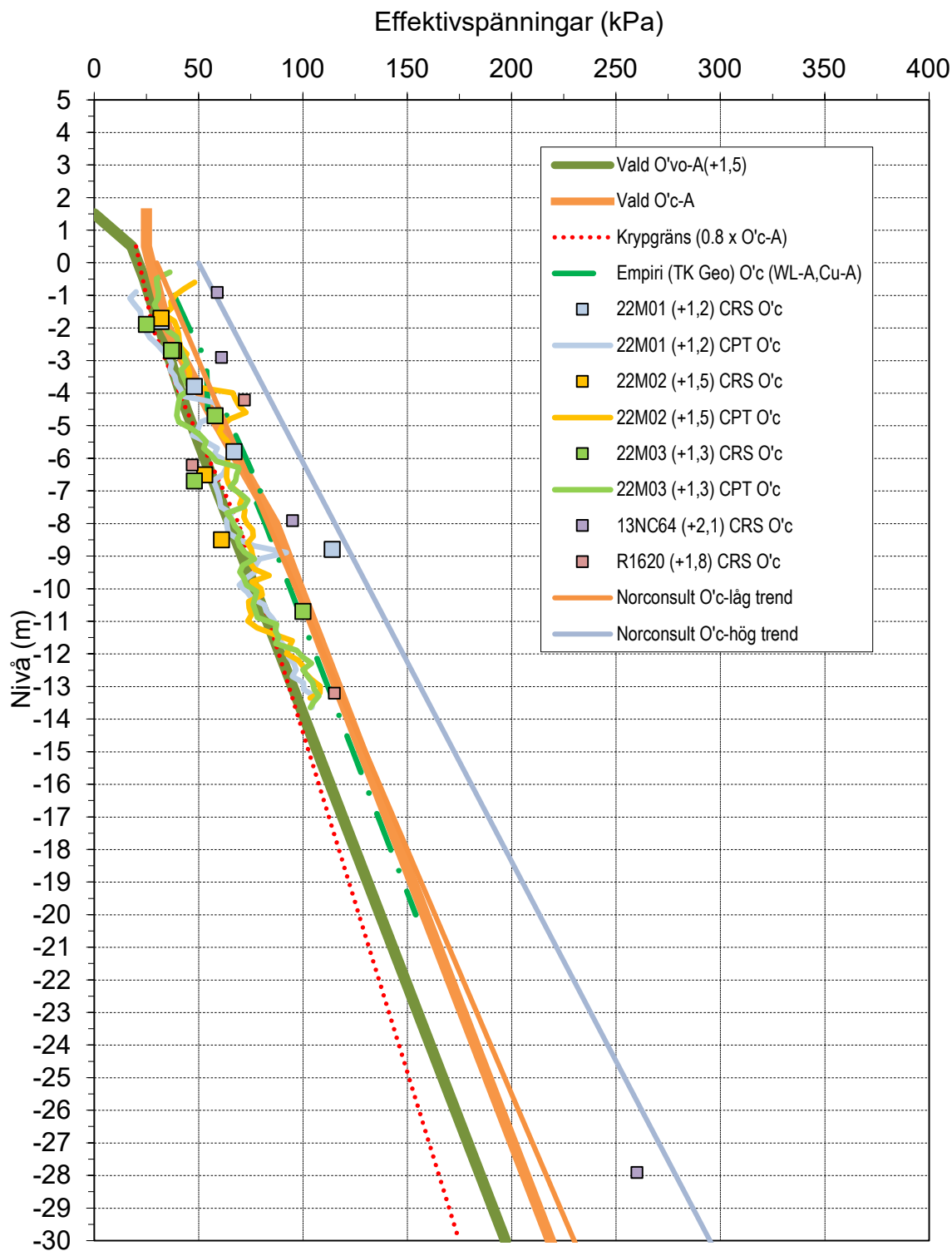
Utvärderade jordparametrar



Figur A2-8

Utvärderat överlagringstryck och porvattentryck

Utvärderade jordparametrar



Figur A2-9

Utvärderad effektivspänning och förkonsolideringstryck

Samvariation och extremvärdesprognos portryck

Som referensrör har Göteborgs stads rör GW217 beläget strax öster om Älvsborgsbron. Röret är installerat i ett slutet magasin och har mätts sedan 1970. Antalet avläsningar per år har varierat. Sedan juni 2020 loggas röret kontinuerligt.

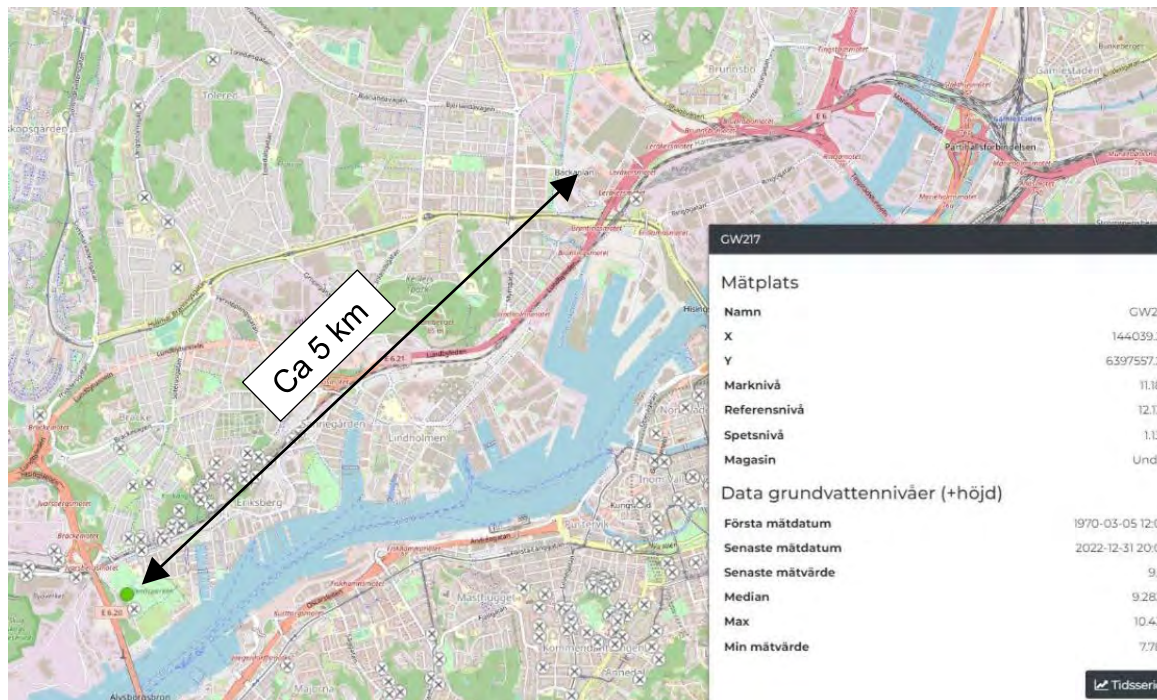
Prognosrör är BAT-mätare 22M01P1 -P2, 22M02P1 och -P2 samt 22M03P1 och -P2. Rören har mätts vid 6 tillfällen under perioden december 2022–februari 2023.

Vid jämförelse mellan mätserierna har referensrörets mätserie korrigerats för att passa prognosröret. Därefter har en extremvärdesanalys utförts på den korrigerade mätserien.

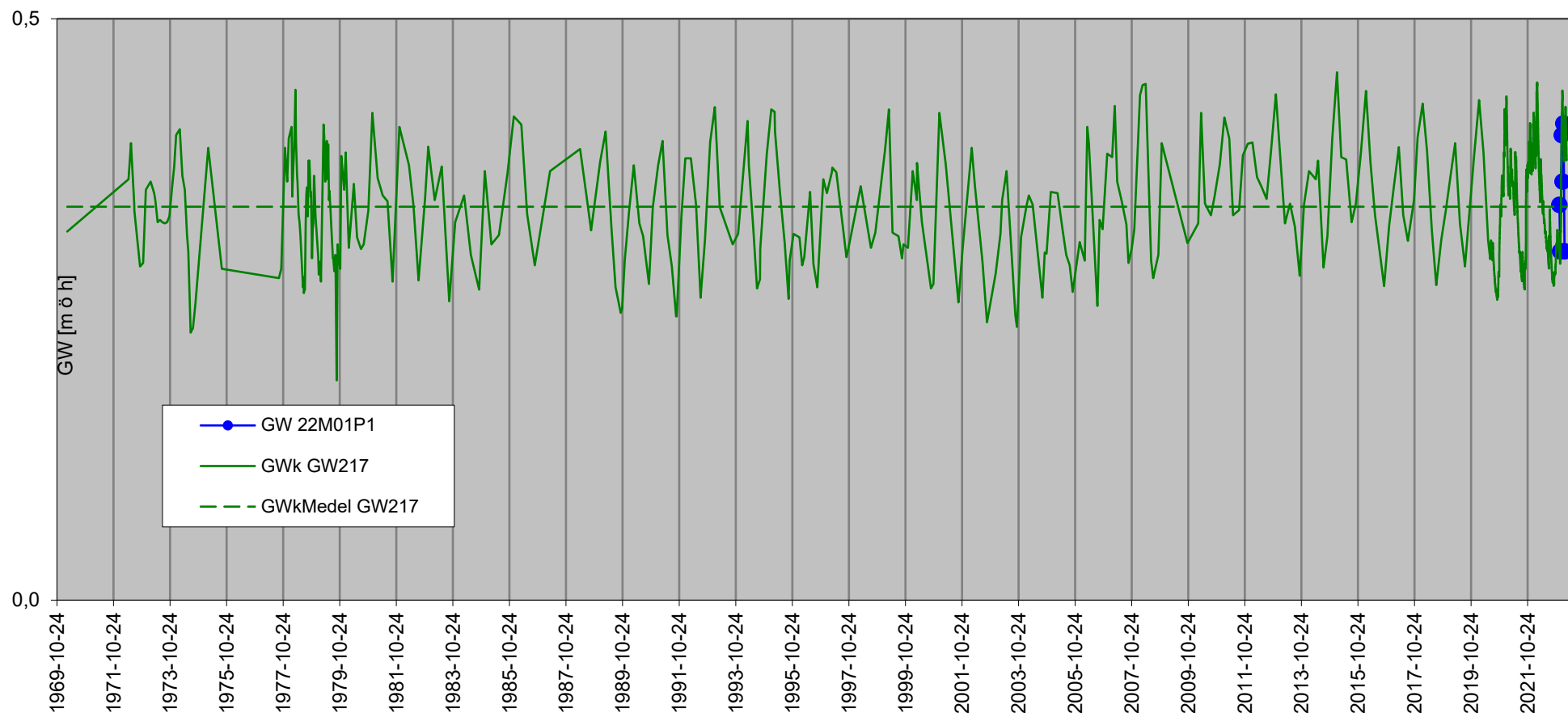
I figurer nedan redovisas resultat för 22MP01 och -P02:s mätserier tillsammans med referensrörets korrigerade serie. Mätserierna samvarierar någorlunda men inte fullt ut. Variation i portryck är normalt mindre och inträffar långsammare jämfört med grundvattenrör. Resultaten är likvärdiga för övriga mätare och redovisas därför ej.

Korrigerig har utförts enligt:

	22M01P1	22M01P2	22M02P1	22M02P2	22M03P1	22M03P2
Amplitud	0,10	0,15	0,10	0,10	0,08	0,10
Absolutvärde	-8,75	-8,50	-8,55	-8,40	-8,45	-8,25

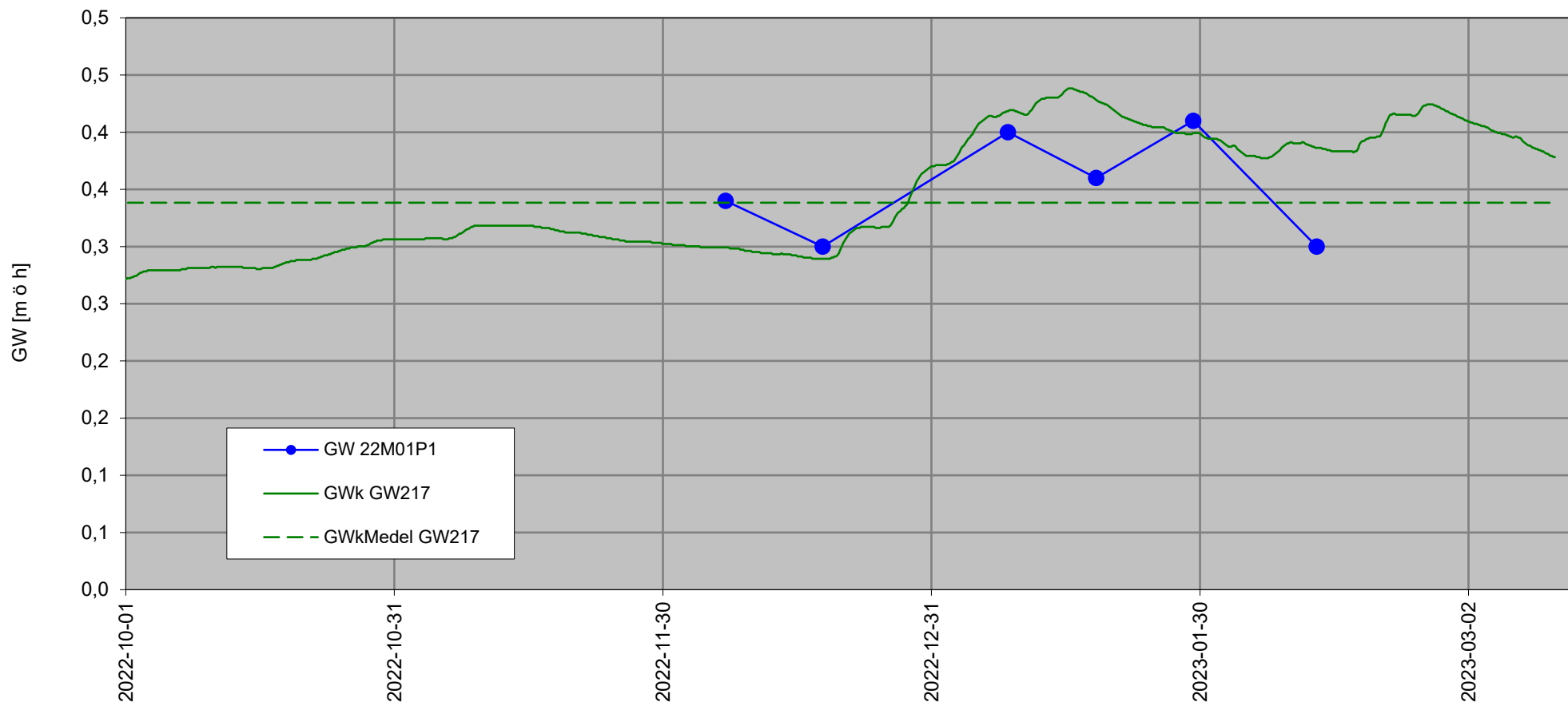


Samvariation och extremvärdesprognos portryck



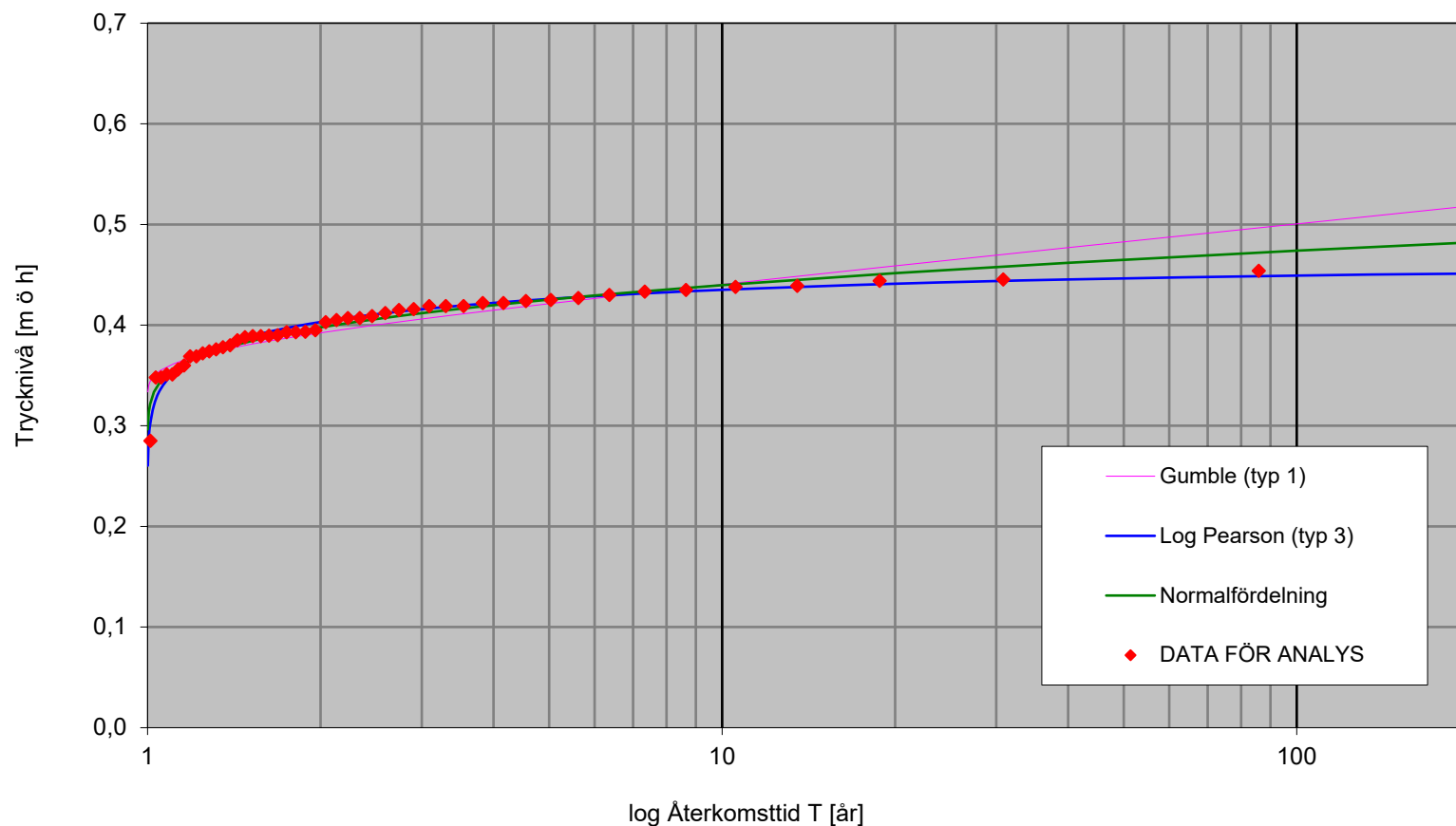
Figur A3-1 Mätserier perioden 1970 till och med 10 mars 2023, GW217 och 22M01P1.

Samvariation och extremvärdesprognos portryck



Figur A3-2 Mätserier perioden oktober 2022 till 10 mars 2023, GW217 och 22M01P1.

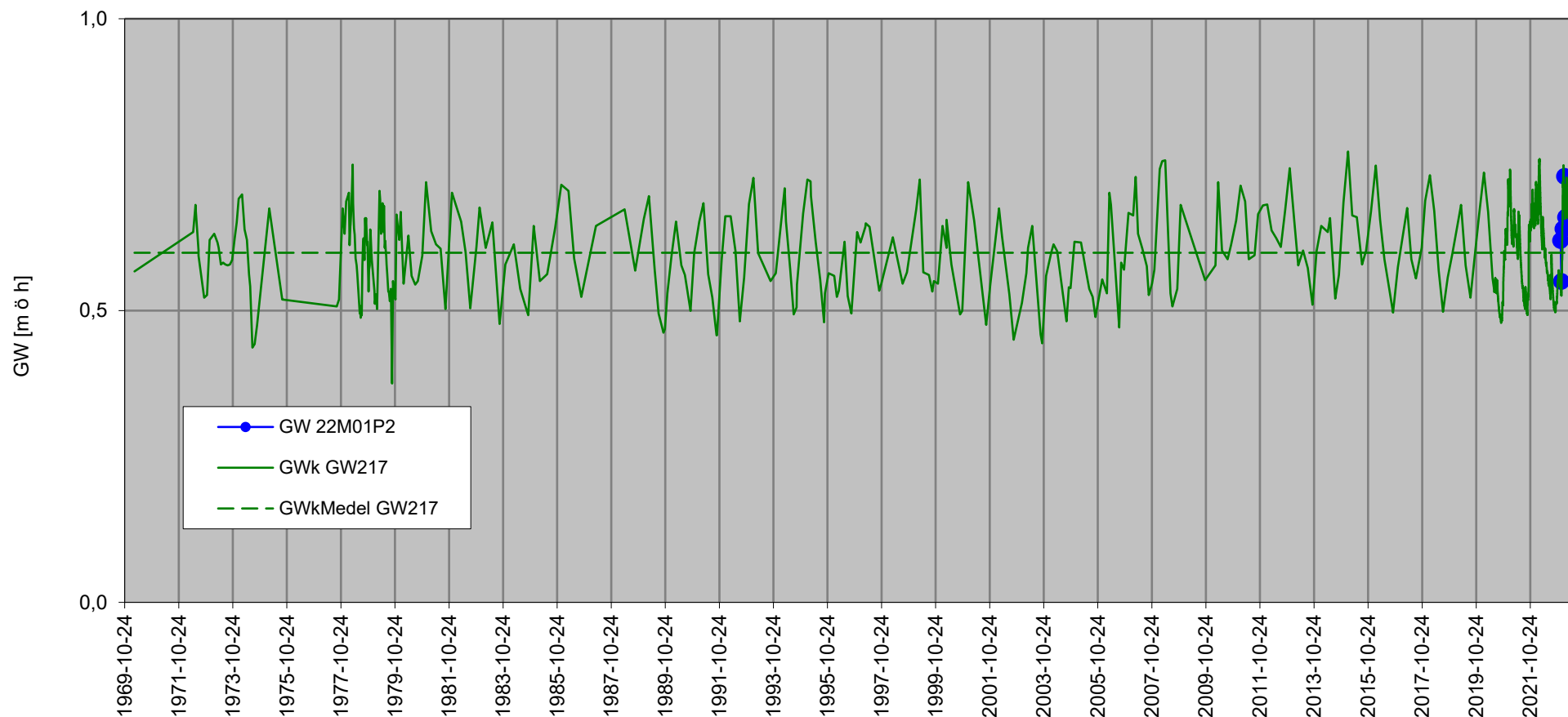
Samvariation och extremvärdesprognos porttryck



	Normal	Log Pearson	Gumble
T	H	H*	H*
5	0,43	0,43	0,42
10	0,44	0,44	0,44
25	0,46	0,44	0,46
50	0,47	0,45	0,48
100	0,47	0,45	0,50
200	0,48	0,45	0,52
1000	0,50	0,45	0,56
10000	0,52	0,46	0,62

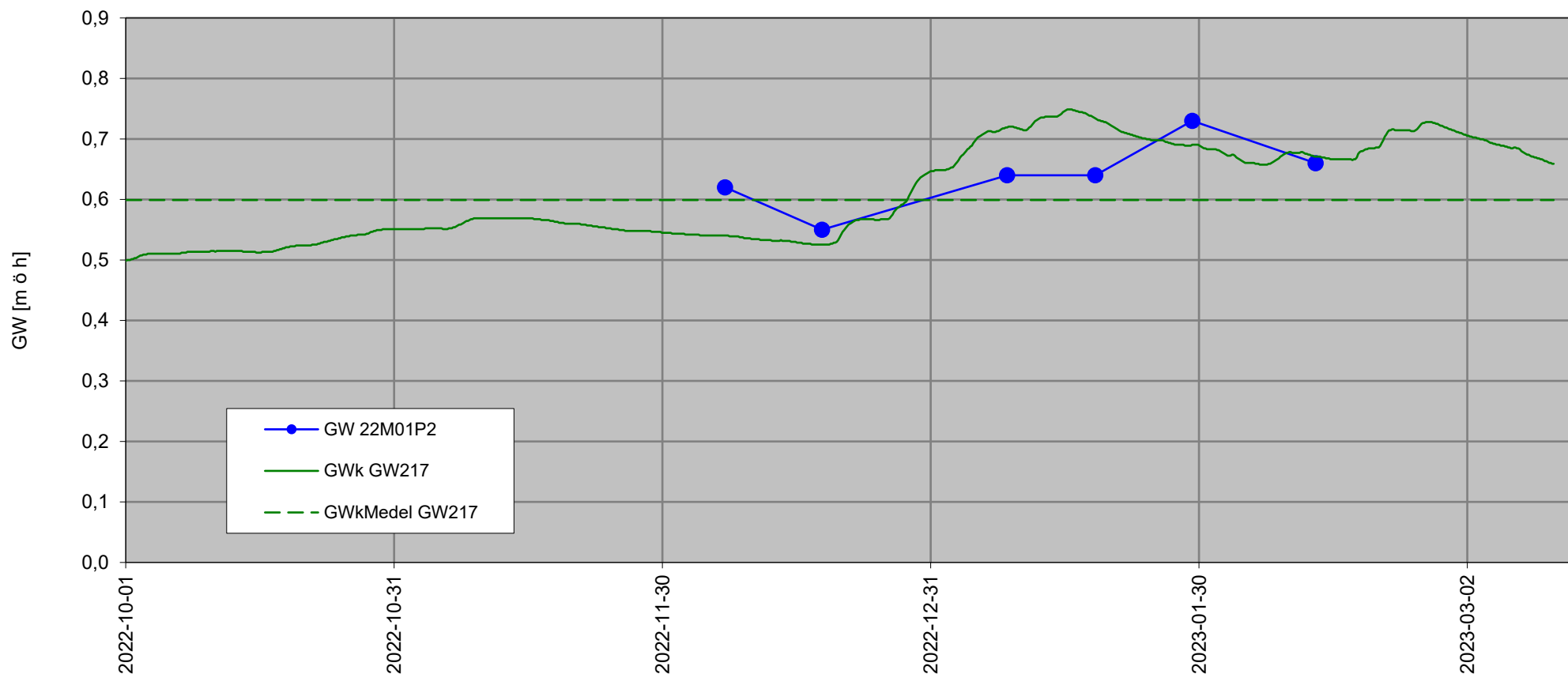
Figur A3-3 Utförd extremvärdesanalys på korrigerad mätserie, 22M01P1.

Samvariation och extremvärdesprognos portryck



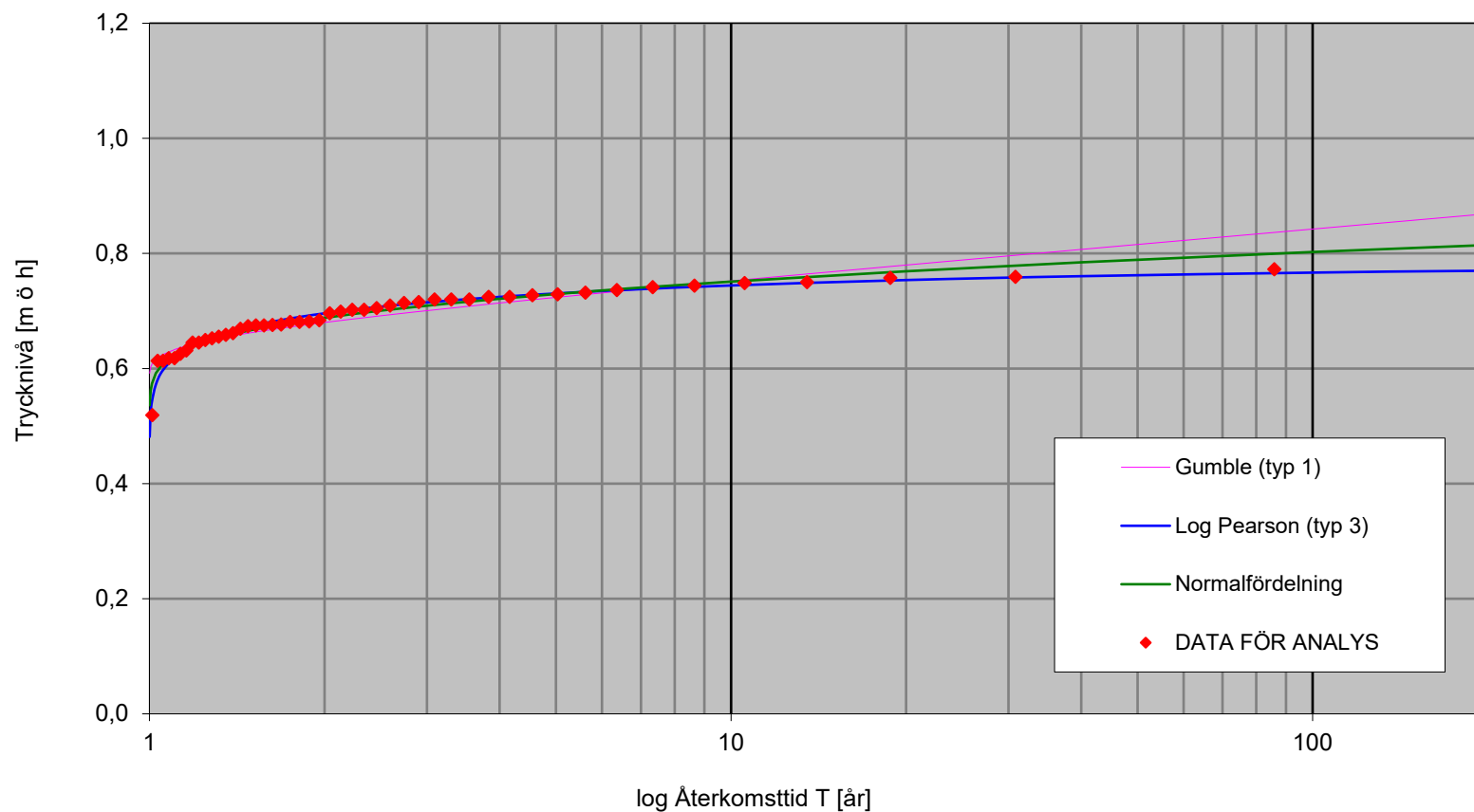
Figur A3-4 Mätserier perioden 1970 till och med 10 mars 2023, GW217 och 22M01P2.

Samvariation och extremvärdesprognos portryck



Figur A3-5 Mätserier perioden oktober 2022 till 10 mars 2023, GW217 och 22M01P2.

Samvariation och extremvärdesprognos porttryck



T	Normal	Log Pearson	Gumble
	H	H*	H*
5	0,73	0,73	0,72
10	0,75	0,74	0,75
25	0,77	0,76	0,79
50	0,79	0,76	0,82
100	0,80	0,77	0,84
200	0,81	0,77	0,87
1000	0,84	0,77	0,93
10000	0,87	0,78	1,02

Figur A3-6 Utförd extremvärdesanalys på korrigerad mätserie, 22M01P2.



MARKERA

Titel

Projekterings-PM/ Fördjupad stabilitetsutredning

Uppdragsnummer

4027-2202

Dokumentbeteckning

PM-002

Projekt

**Geoteknisk utredning
detaljplan 2 och 3, Backaplan**

Dokumentdatum

se PM-002

Rev. datum

Rev.

Handläggare

SLn

Bilaga

B

Sidnr.

1 (13)

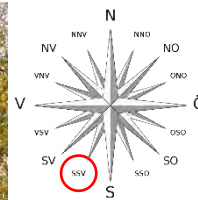
Fotografier längs Kvillebäcken



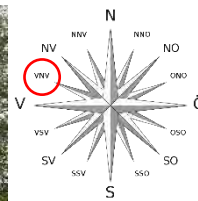
Figur B-1

Översiktsplan

Fotografier längs Kvillebäcken

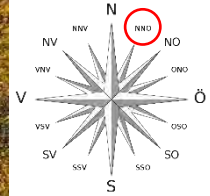


Figur B-2. Foto över Kvillebäcken, område 1. Foto från 2022-10-27.

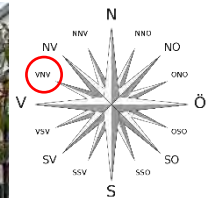


Figur B-3. Foto över Kvillebäcken, område 1. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-4. Foto över Kvillebäcken, område 1. Foto från 2022-10-27.



Figur B-5. Foto över Kvillebäcken, område 2. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-6.

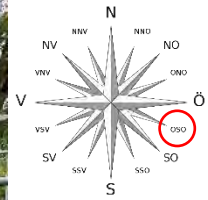
T.v.

Foto över Kvillebäcken, område 3. Foto från 2022-10-27.

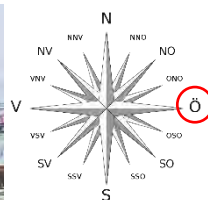
T.h.

Foto över Kvillebäcken, område 3. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-8. Foto över bro vid Kvillebäcken, område 4. Foto från 2022-10-27.



Figur B-9. Foto över bro vid Kvillebäcken, område 4. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken

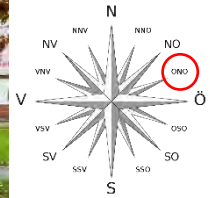


Figur B-10. Foto över bro vid Kvillebäcken, område 4. Foto från 2022-10-27.



Figur B-13. Foto över Kvillebäcken, område 5. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-14. Foto över Kvillebäcken, område 5. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-15. Foto över Kvillebäcken, område 6. Foto från 2022-10-27.



Figur B-15. Foto över Kvillebäcken, område 6. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-16.

T.v.

Foto över bro vid Kvillebäcken, område 7. Foto från 2022-10-27.

T.h.

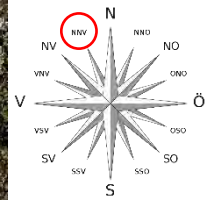
Foto över Kvillebäcken, område 8. Foto från 2022-10-27.



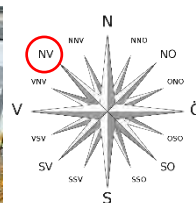
Figur B-18.

Foto över Kvillebäcken, område 8. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken

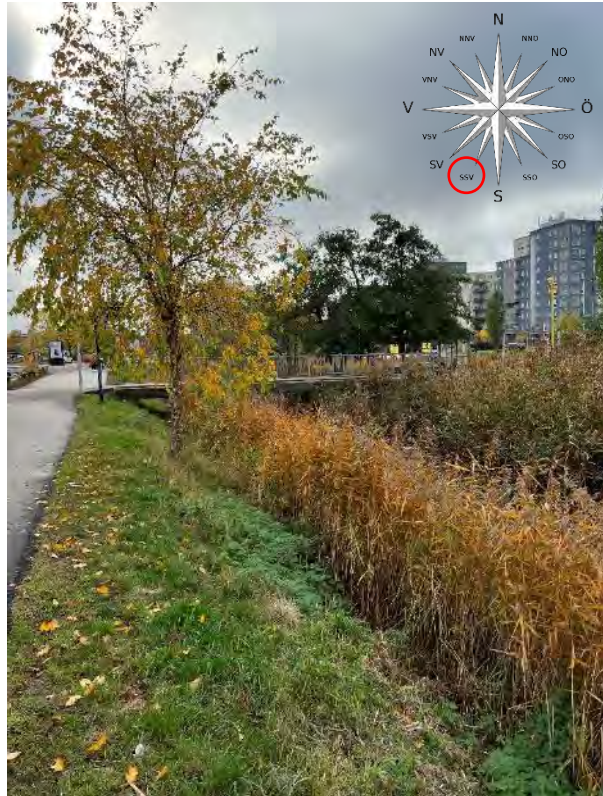


Figur B-19. Foto över bro vid Kvillebäcken, område 9. Foto från 2022-10-27.



Figur B-20. Foto över bro vid Kvillebäcken, område 10. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-21.

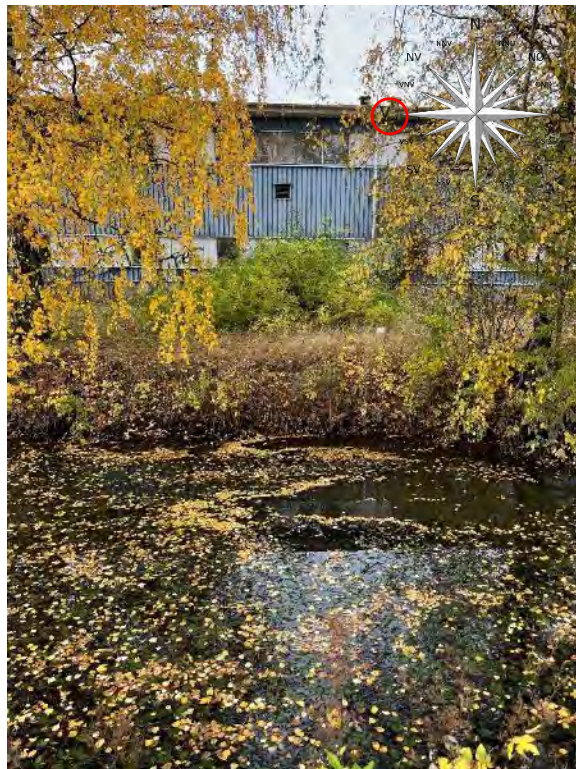
T.v.

Foto över Kvillebäcken, område 11. Foto från 2022-10-27.

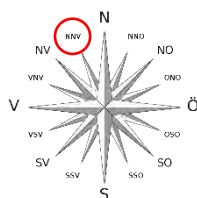
T.h.

Foto över Kvillebäcken, område 11. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-21. T.v. Foto över Kvillebäcken, område 12. Foto från 2022-10-27.
T.h. Foto över Kvillebäcken, område 12. Foto från 2022-10-27.



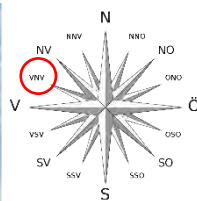
Figur B-25. Foto över Kvillebäcken, område 12. Foto från 2022-10-27.

Fotografier längs Kvillebäcken



Figur B-21. T.v. Foto över Kvillebäcken, område 13. Foto från 2022-11-30.

T.h. Foto över Kvillebäcken, område 13. Foto från 2022-11-30.



Figur B-28. Foto över Kvillebäcken, område 13. Foto från 2022-11-30.

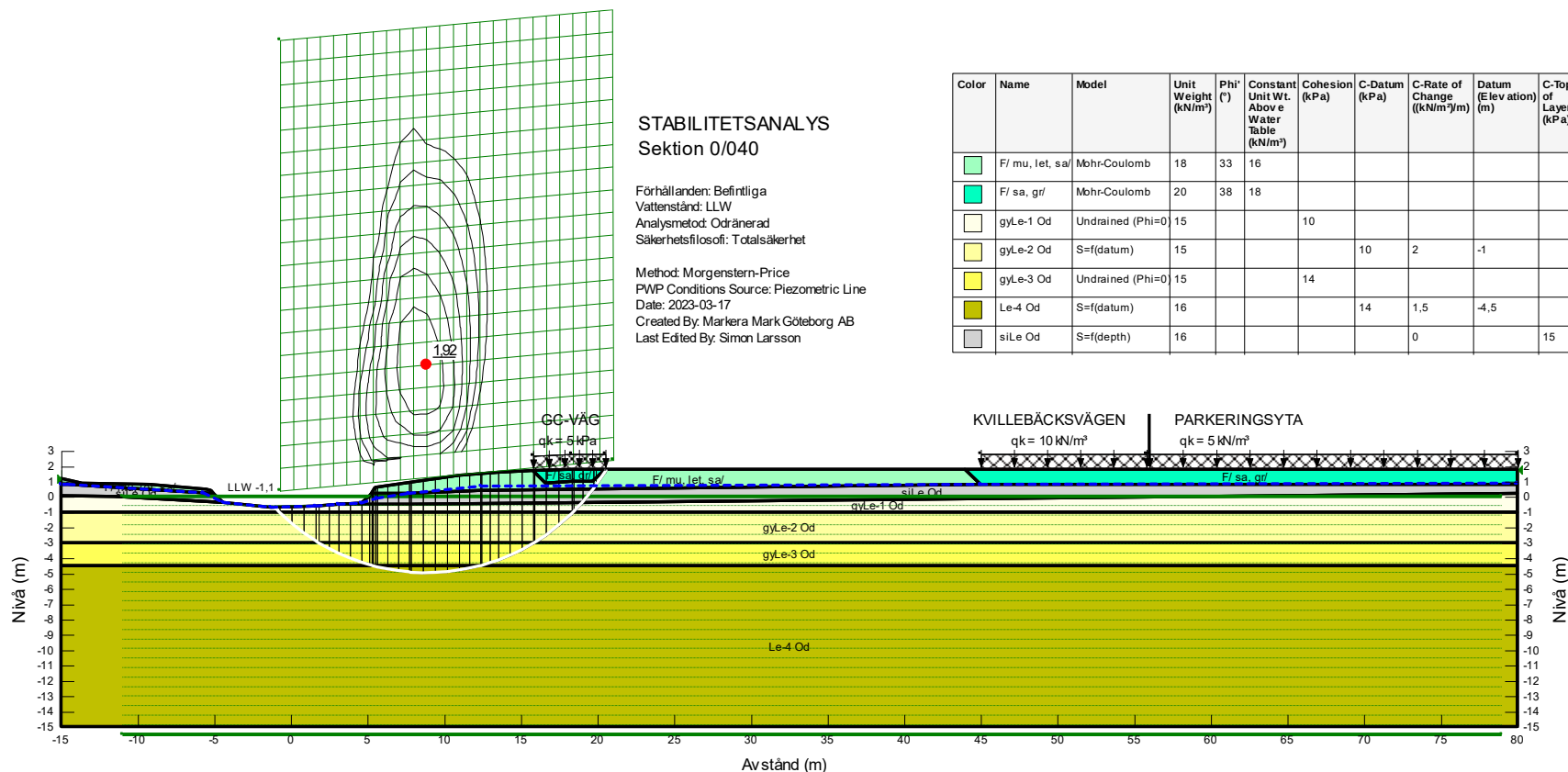
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/040

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Datum (Elevation) (m)	C-Top of Layer (kPa)
	F/ mu, let, sa/	Mohr-Coulomb	18	33	16					
	F/ sa, gr/	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	gyLe-1 Od	Undrained (Phi=0)	15			10				
	gyLe-2 Od	S=f(datum)	15				10	2	-1	
	gyLe-3 Od	Undrained (Phi=0)	15			14				
	Le-4 Od	S=f(datum)	16				14	1,5	-4,5	
	siLe Od	S=f(depth)	16					0		15



Figur C1-1 Sektion 0/040, odränerad analys

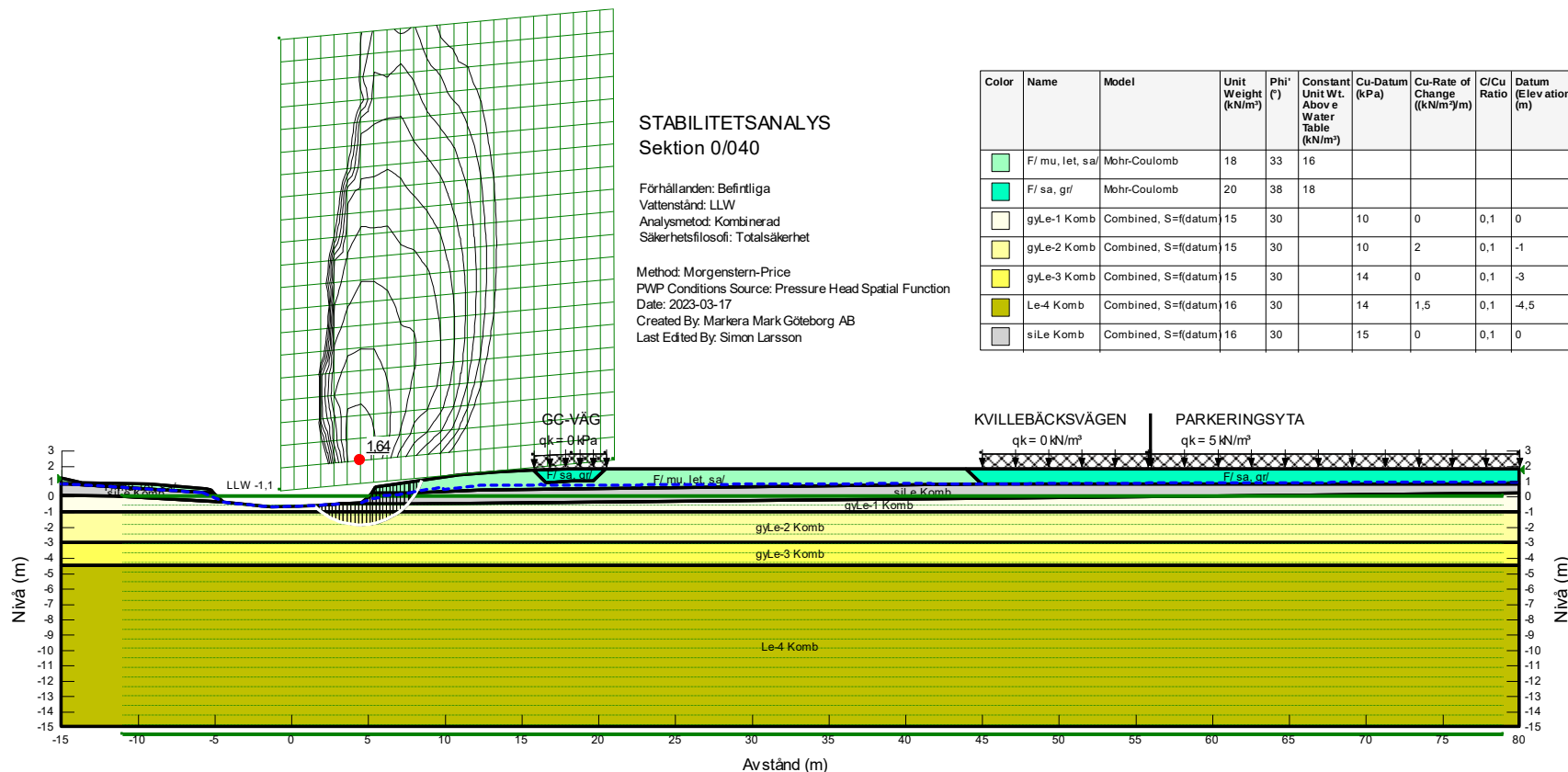
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/040

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial Function
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ³)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	F/ mu, let, sa/	Mohr-Coulomb	18	33	16				
	F/ sa, gr/	Mohr-Coulomb	20	38	18				
	gyle-1 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	0	0,1	0
	gyle-2 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	2	0,1	-1
	gyle-3 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		14	0	0,1	-3
	Le-4 Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		14	1,5	0,1	-4,5
	siLe Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		15	0	0,1	0



Figur C1-2 Sektion 0/040, kombinerad analys

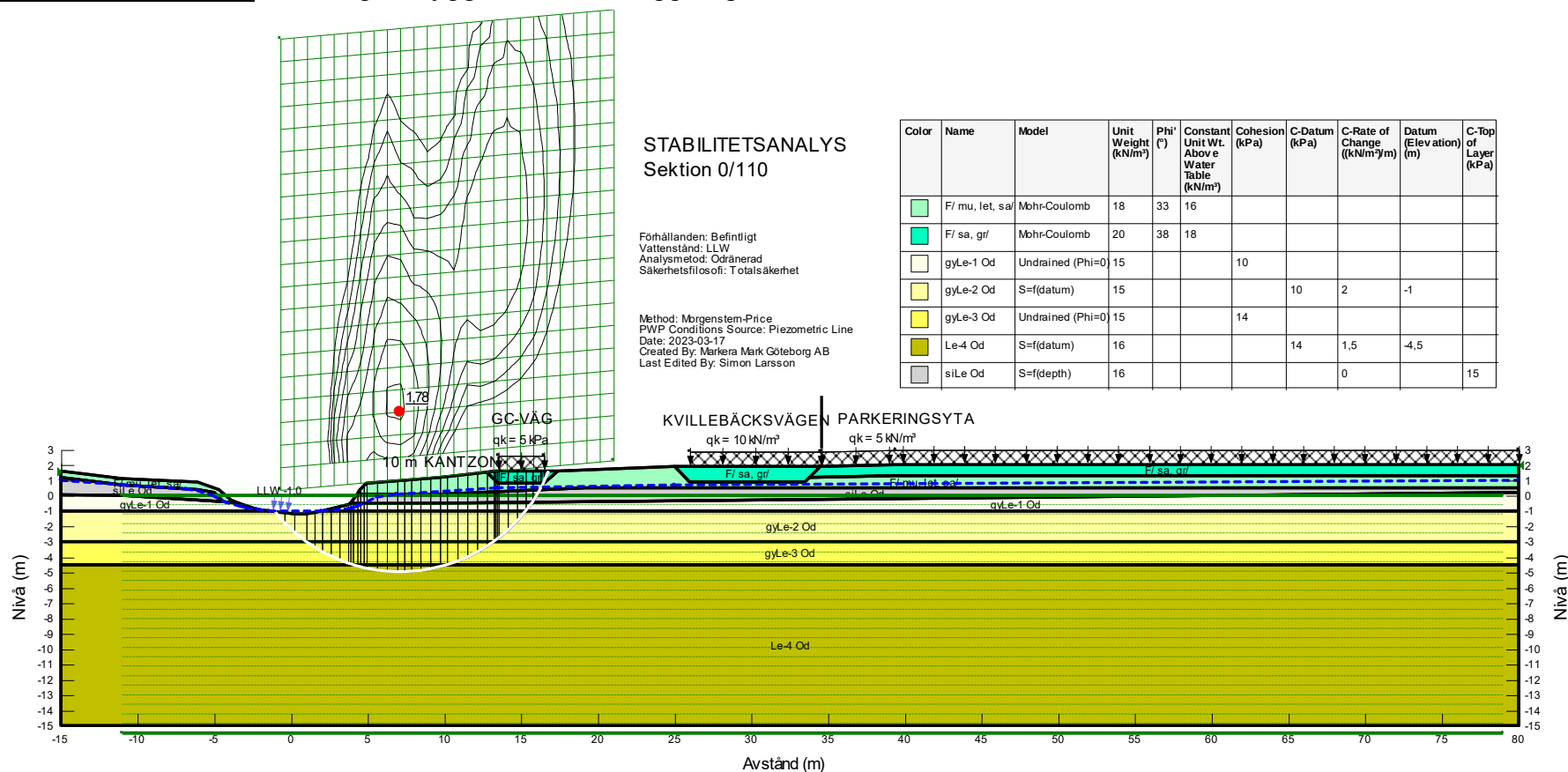
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/110

Förhållanden: Befintligt
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Datum (Elevation) (m)	C-Top of Layer (kPa)
	F/ mu, let, sa	Mohr-Coulomb	18	33	16					
	F/ sa, gr	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	gyle-1 Od	Undrained (Phi=0)	15			10				
	gyle-2 Od	S=f(datum)	15				10	2	-1	
	gyle-3 Od	Undrained (Phi=0)	15			14				
	Le-4 Od	S=f(datum)	16				14	1,5	-4,5	
	siLe Od	S=f(depth)	16					0		15



Figur C1-3 Sektion 0/110, odränerad analys

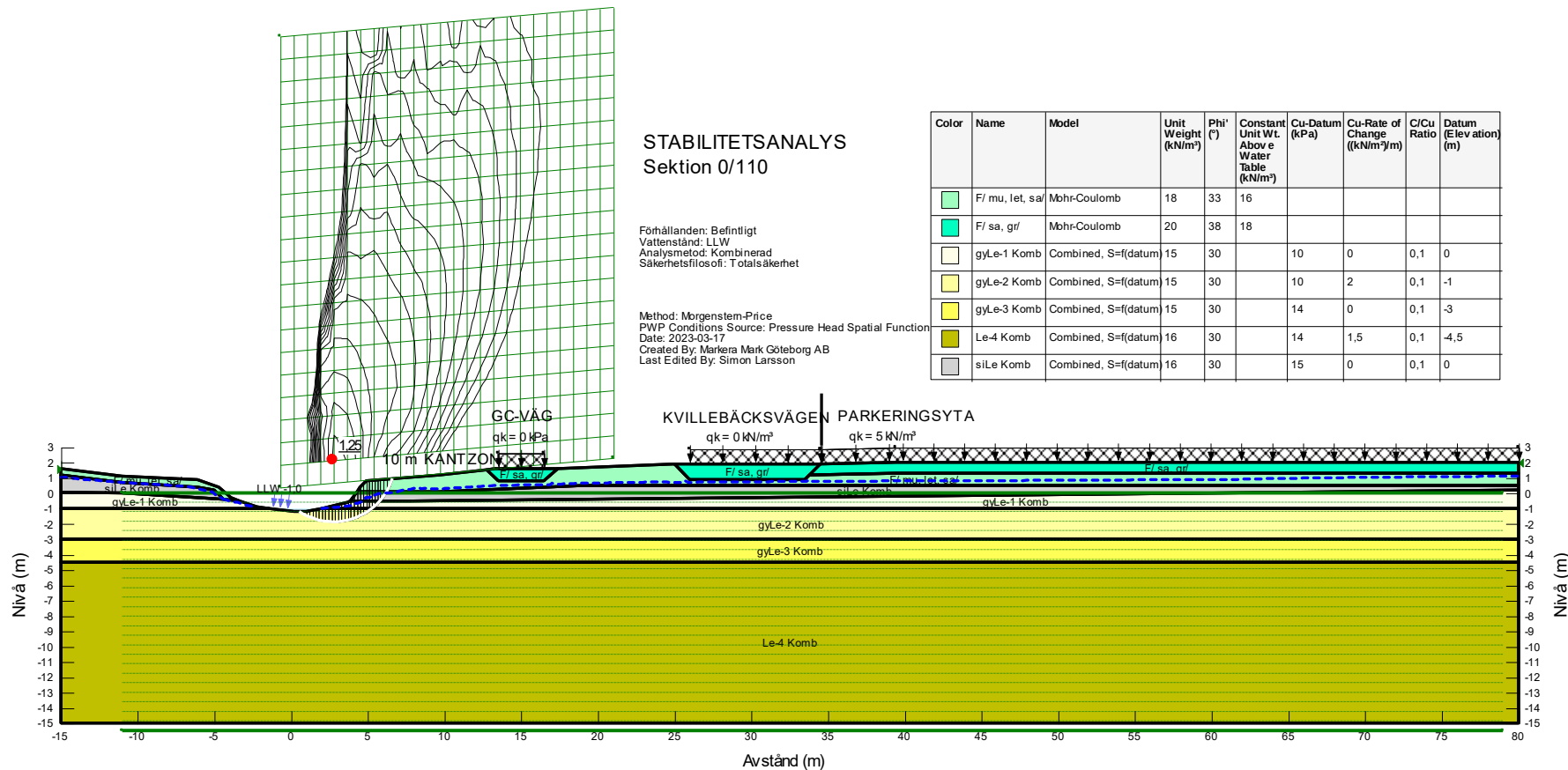
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/110

Förhållanden: Befintligt
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

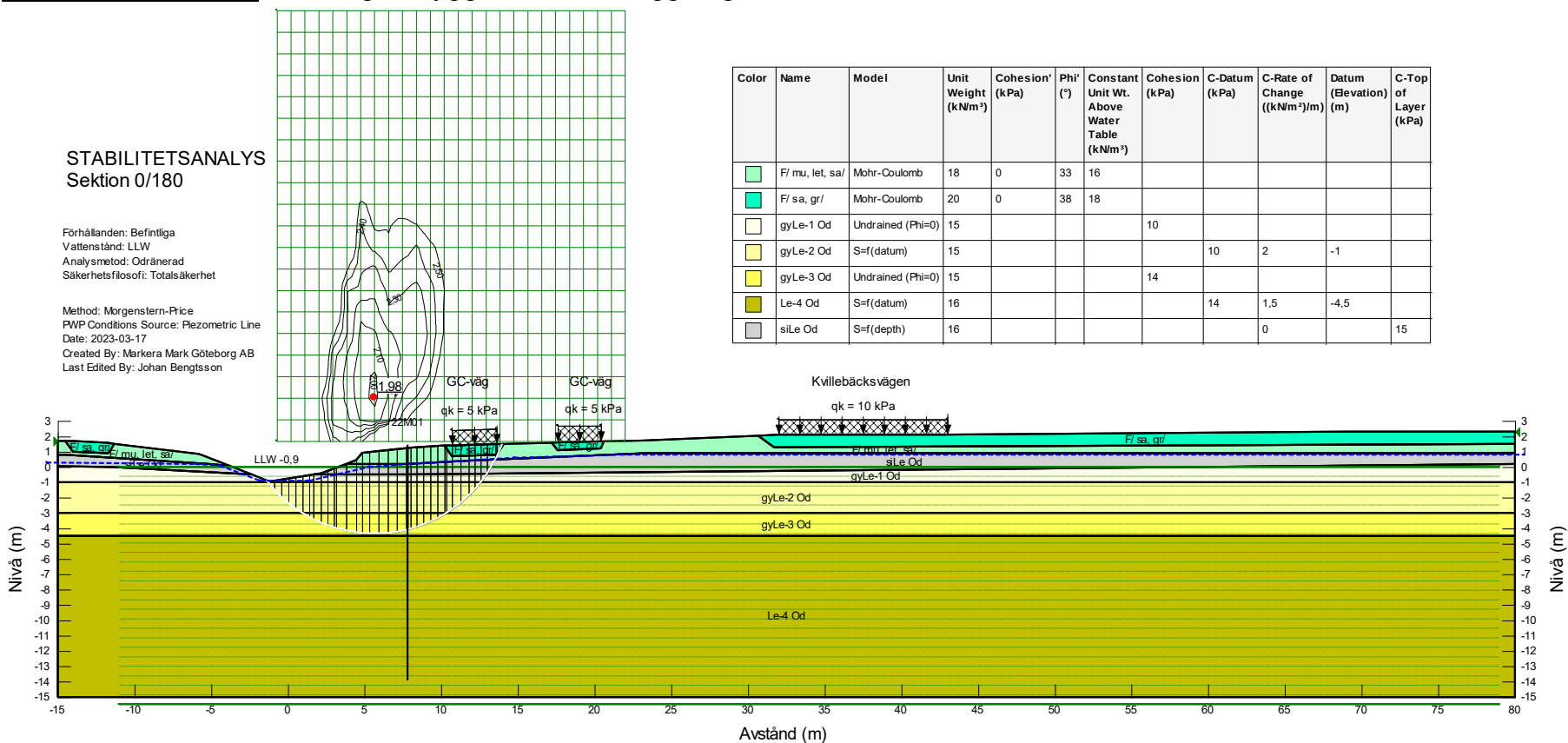
Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial Function
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	F/ mu, iet, sa/	Mohr-Coulomb	18	33	16				
	F/ sa, gr/	Mohr-Coulomb	20	38	18				
	gyLe-1 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	0	0,1	0
	gyLe-2 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	2	0,1	-1
	gyLe-3 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		14	0	0,1	-3
	Le-4 Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		14	1,5	0,1	-4,5
	siLe Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		15	0	0,1	0



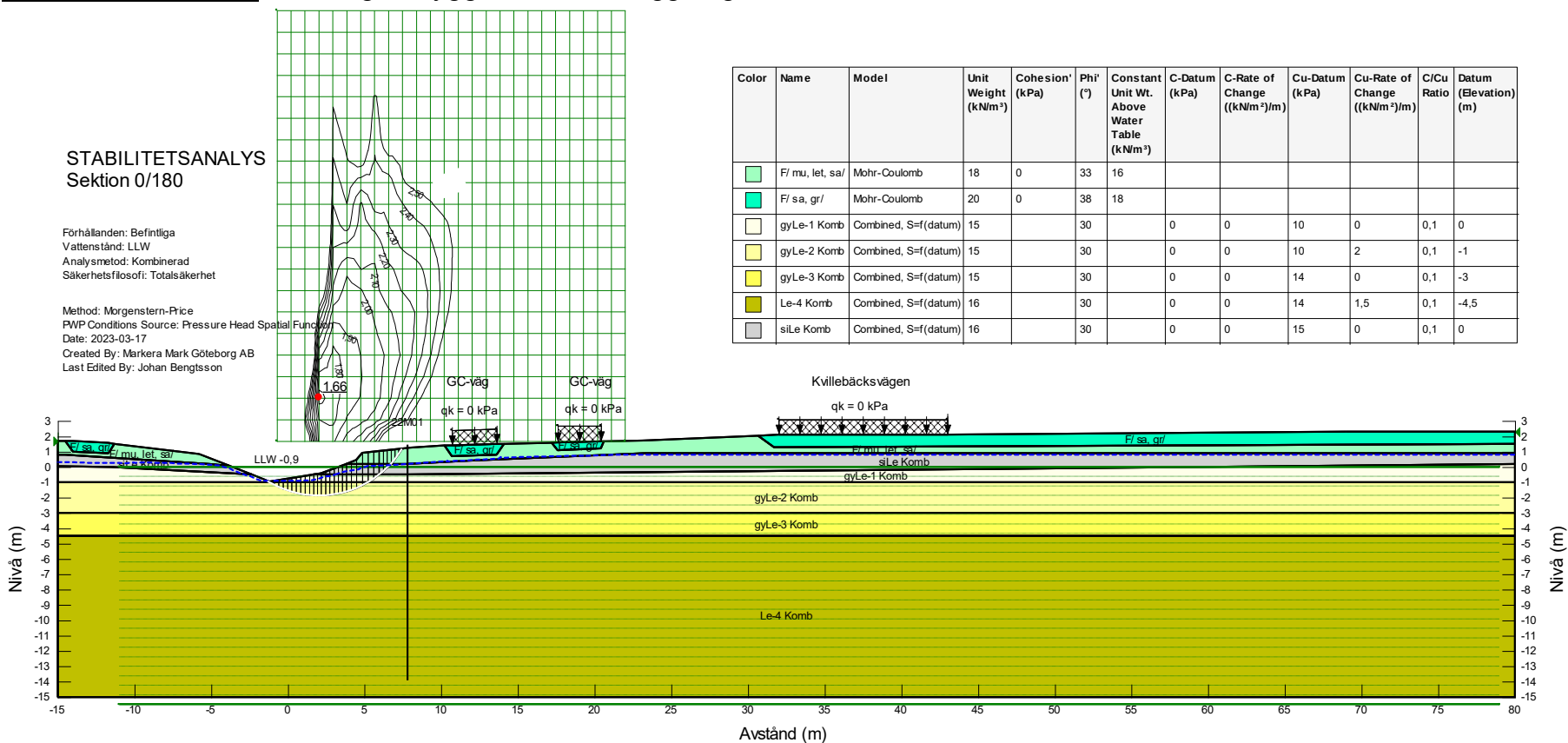
Figur C1-4 Sektion 0/110, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



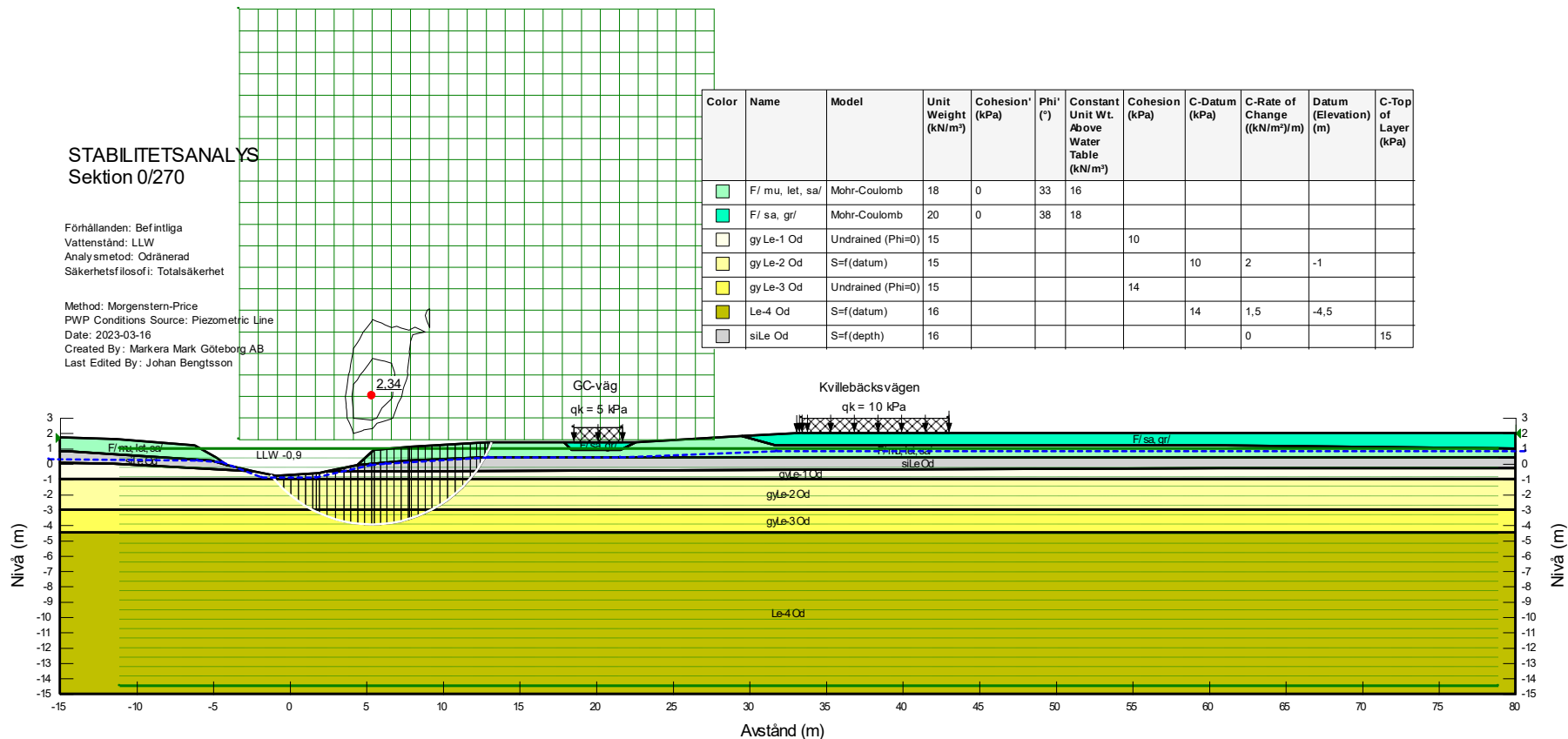
Figur C1-5 Sektion 0/180, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-6 Sektion 0/180, kombinerad analys

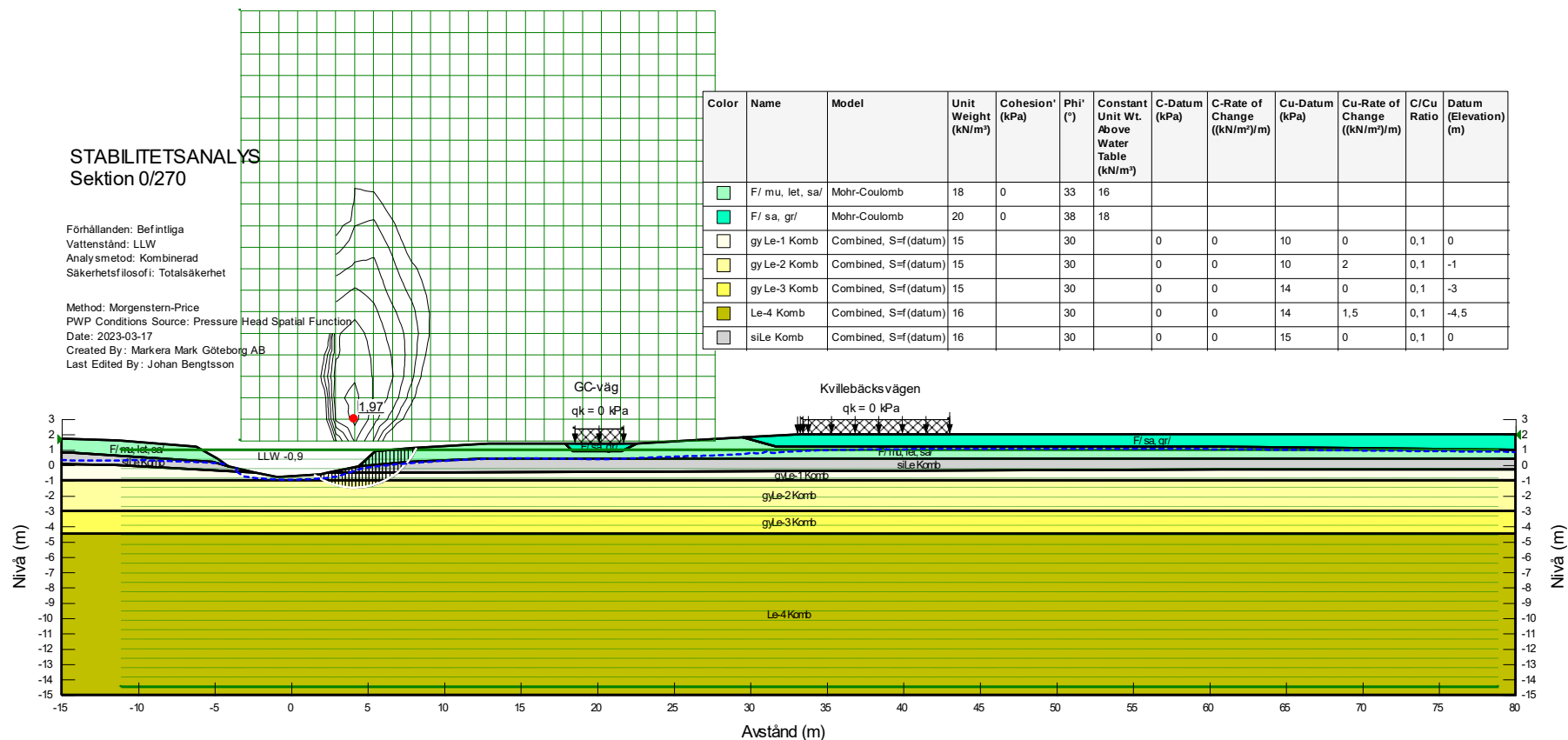
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-7

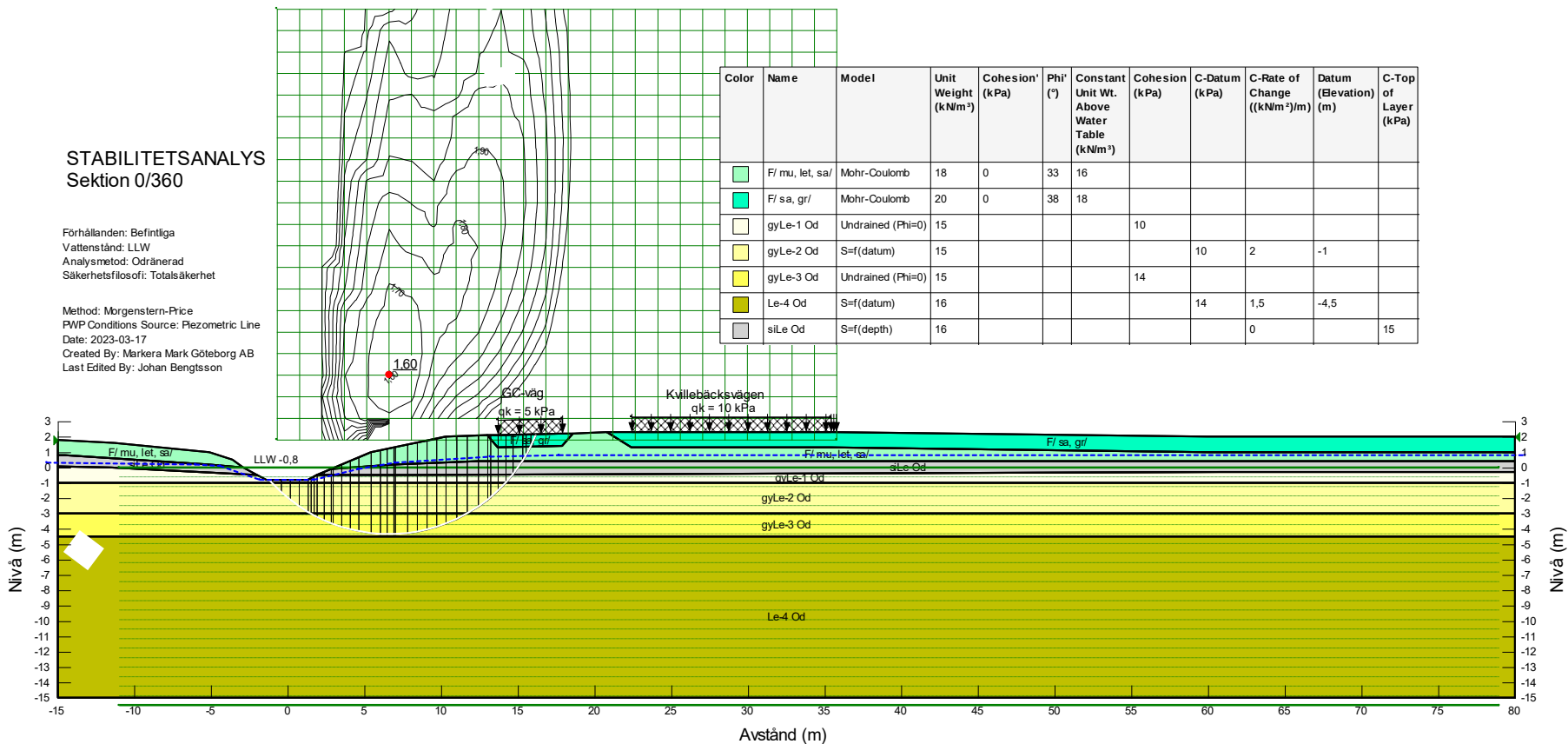
Sektion 0/270, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



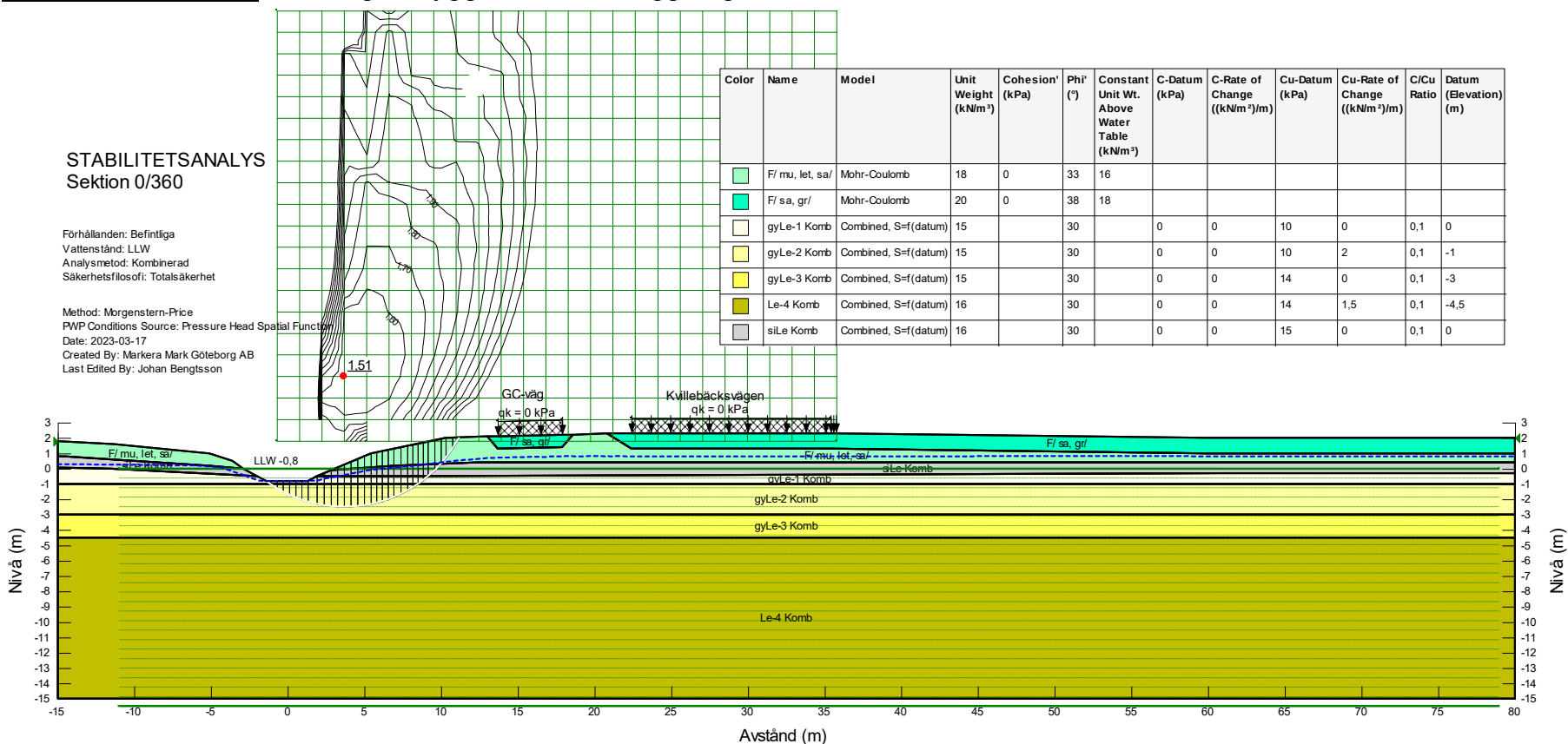
Figur C1-8 Sektion 0/270, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-9 Sektion 0/360, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



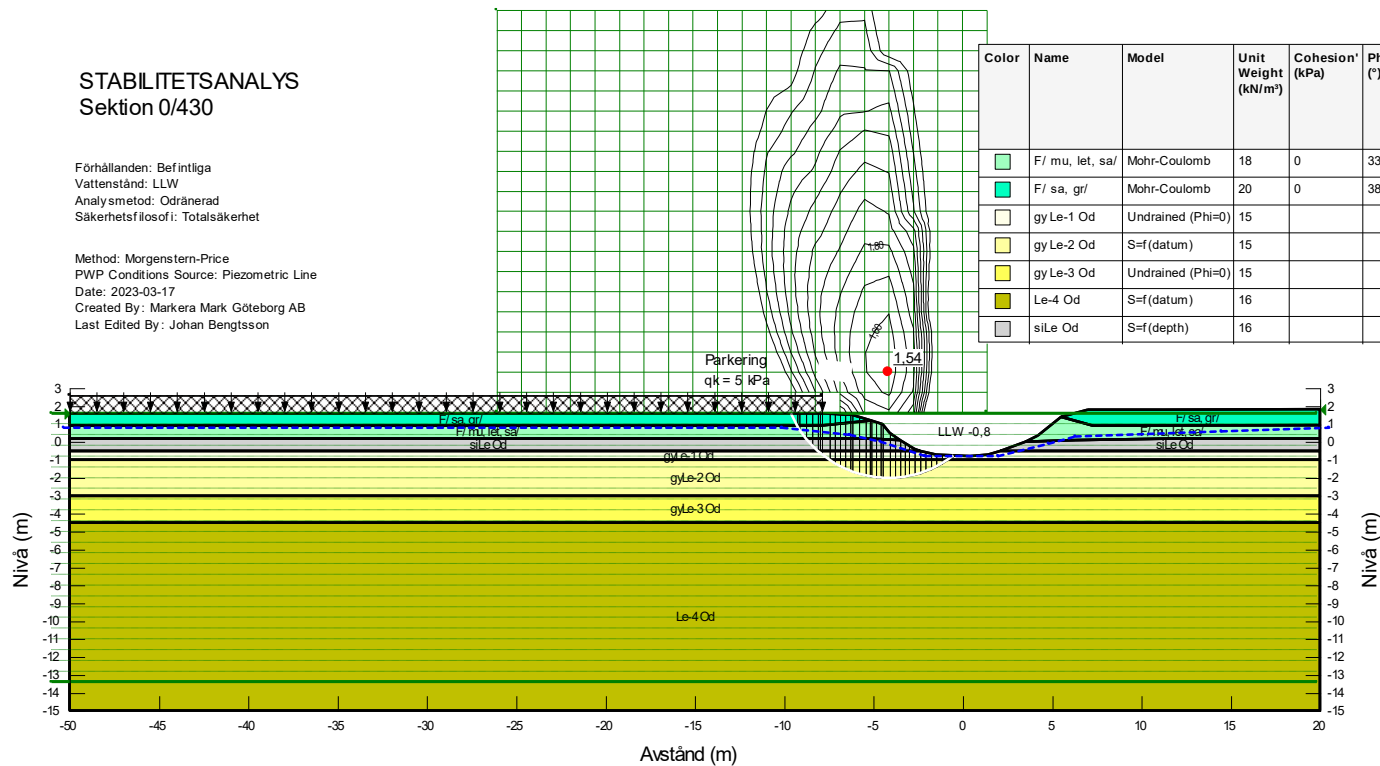
Figur C1-10 Sektion 0/360, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/430

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Johan Bengtsson



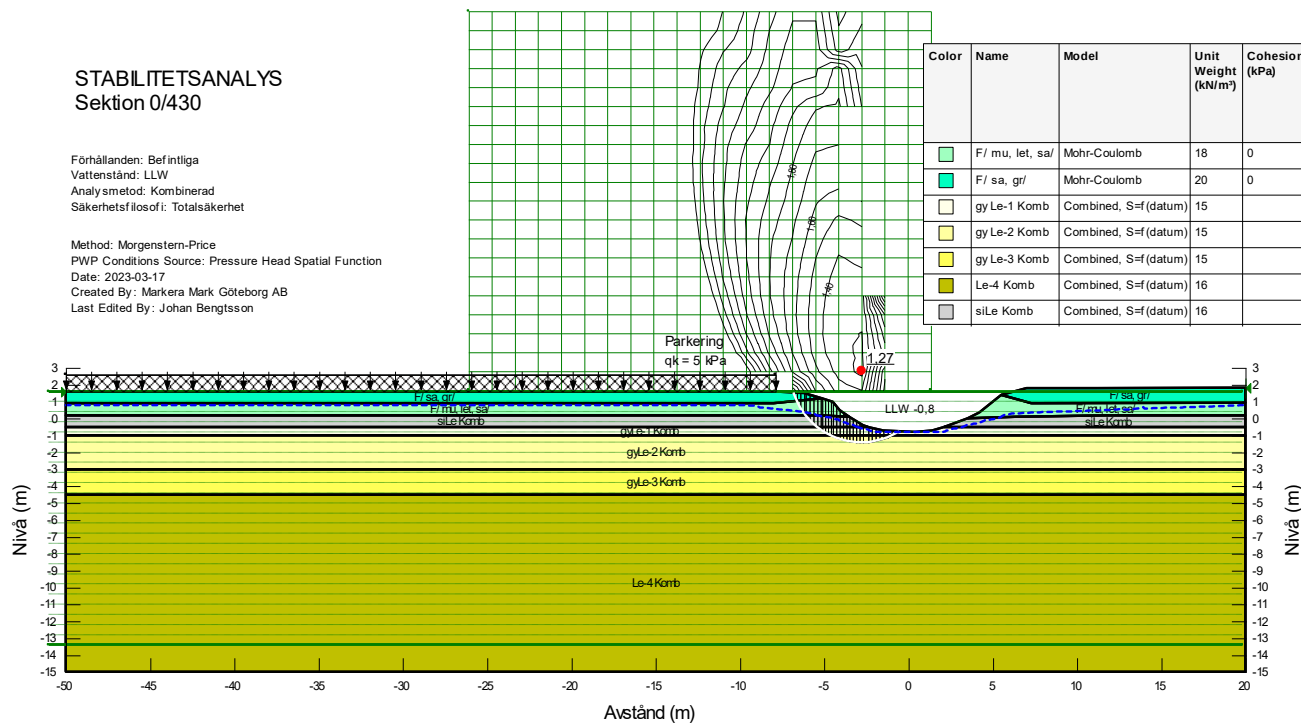
Figur C1-11 Sektion 0/430, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/430

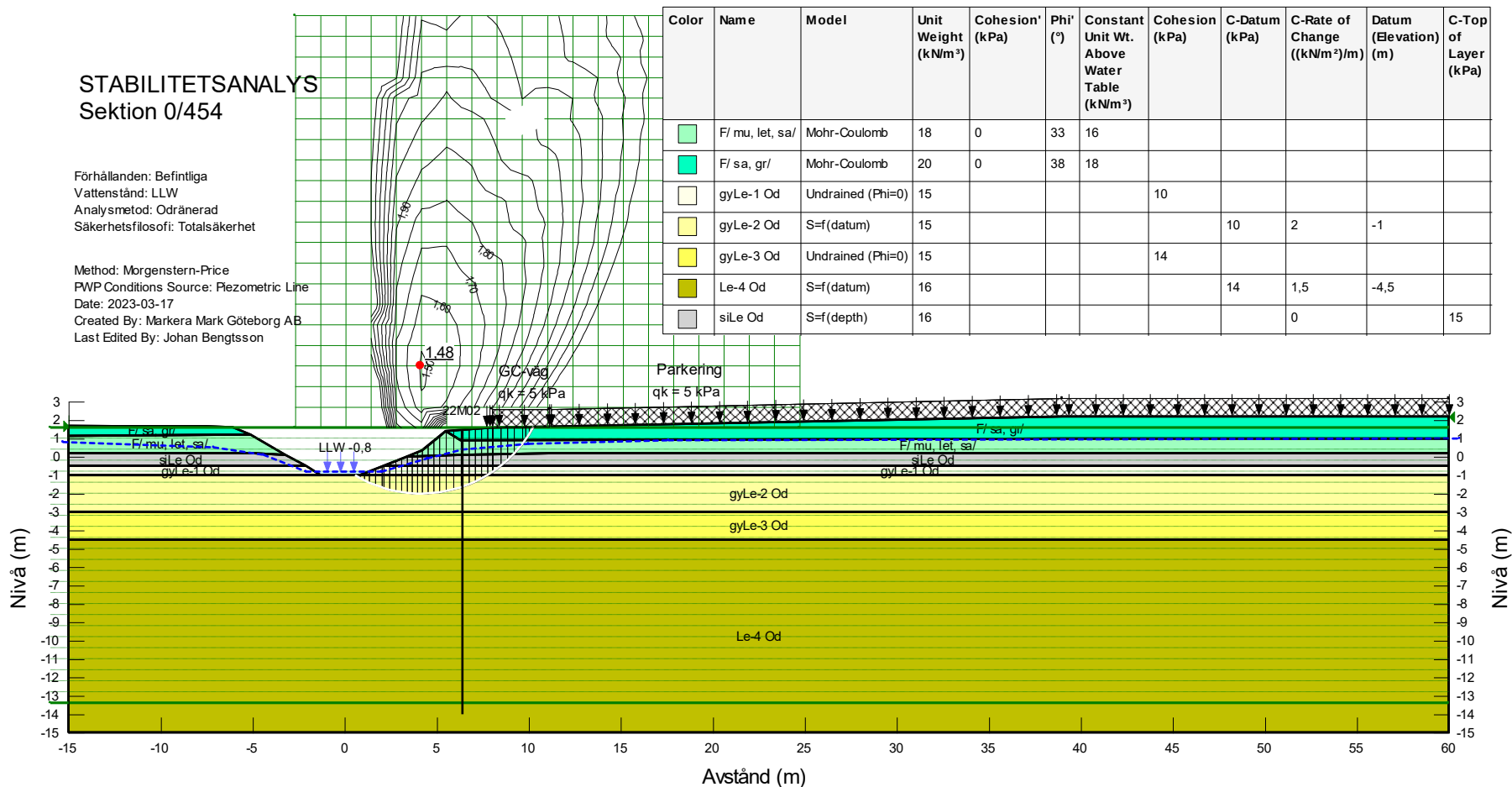
Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Metod: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial Function
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Johan Bengtsson



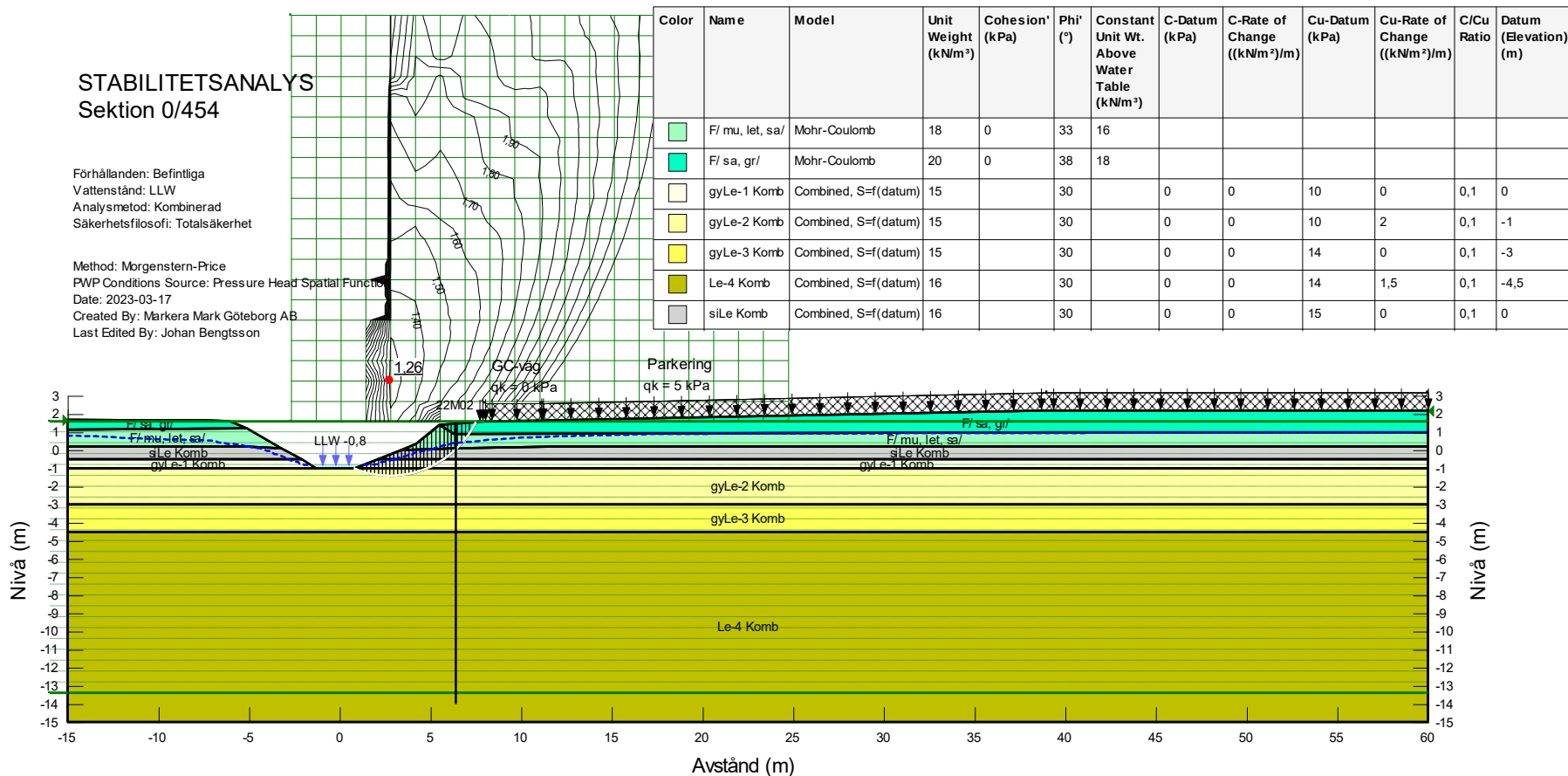
Figur C1-12 Sektion 0/430, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-13 Sektion 0/454, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

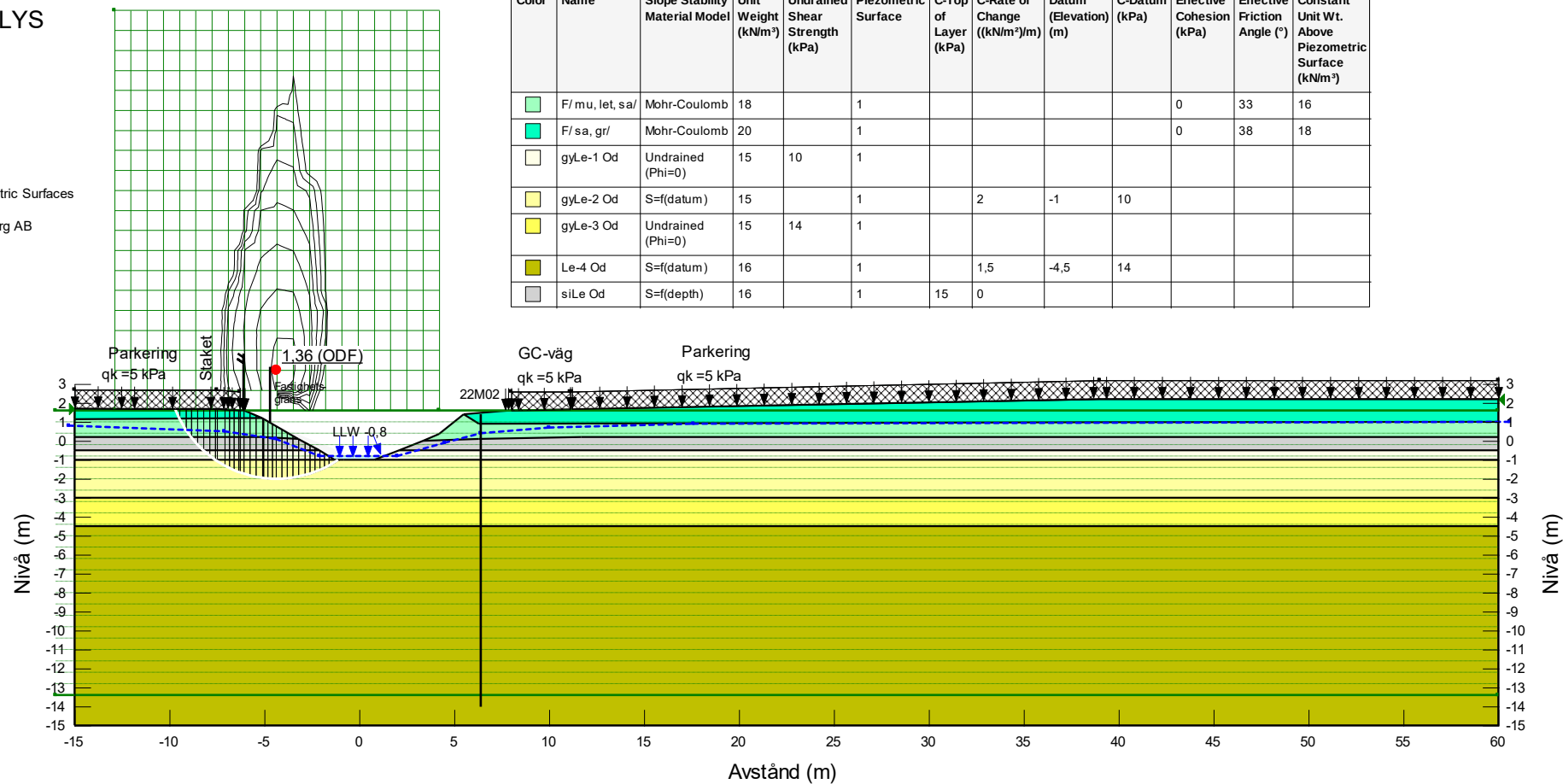


Figur C1-14 Sektion 0/454, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/454

 Förhållanden: Befintliga
 Vattenstånd: LLW
 Analysmetod: Odränerad
 Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

 Method: Morgenstern-Price
 PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
 Date: 2025-05-05
 Created By: Markera Mark Göteborg AB
 Last Edited By: Johan Bengtsson


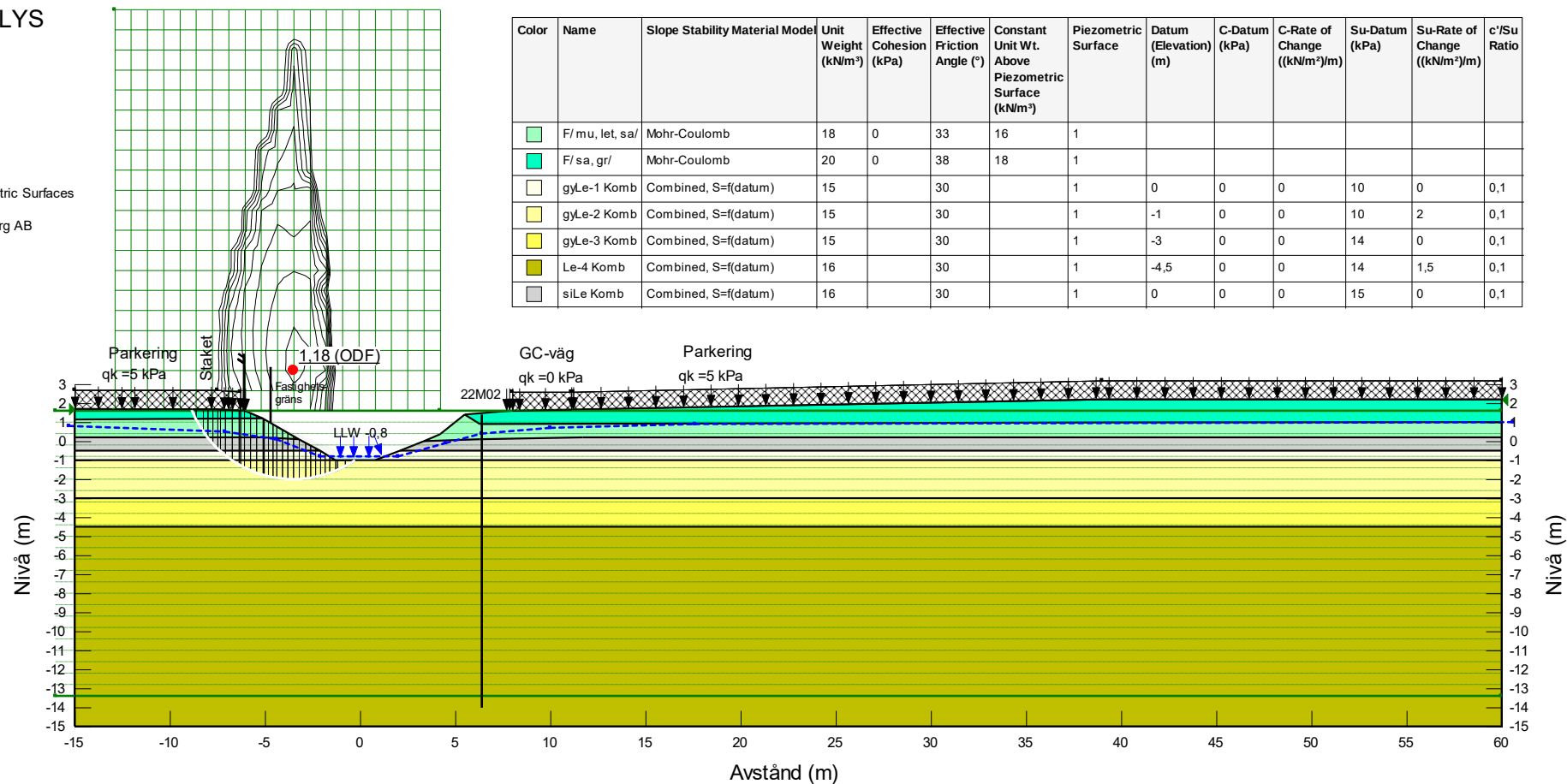
Figur C1-15 Sektion 0/454 från väster, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/454

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-05-05
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Johan Bengtsson



Figur C1-16

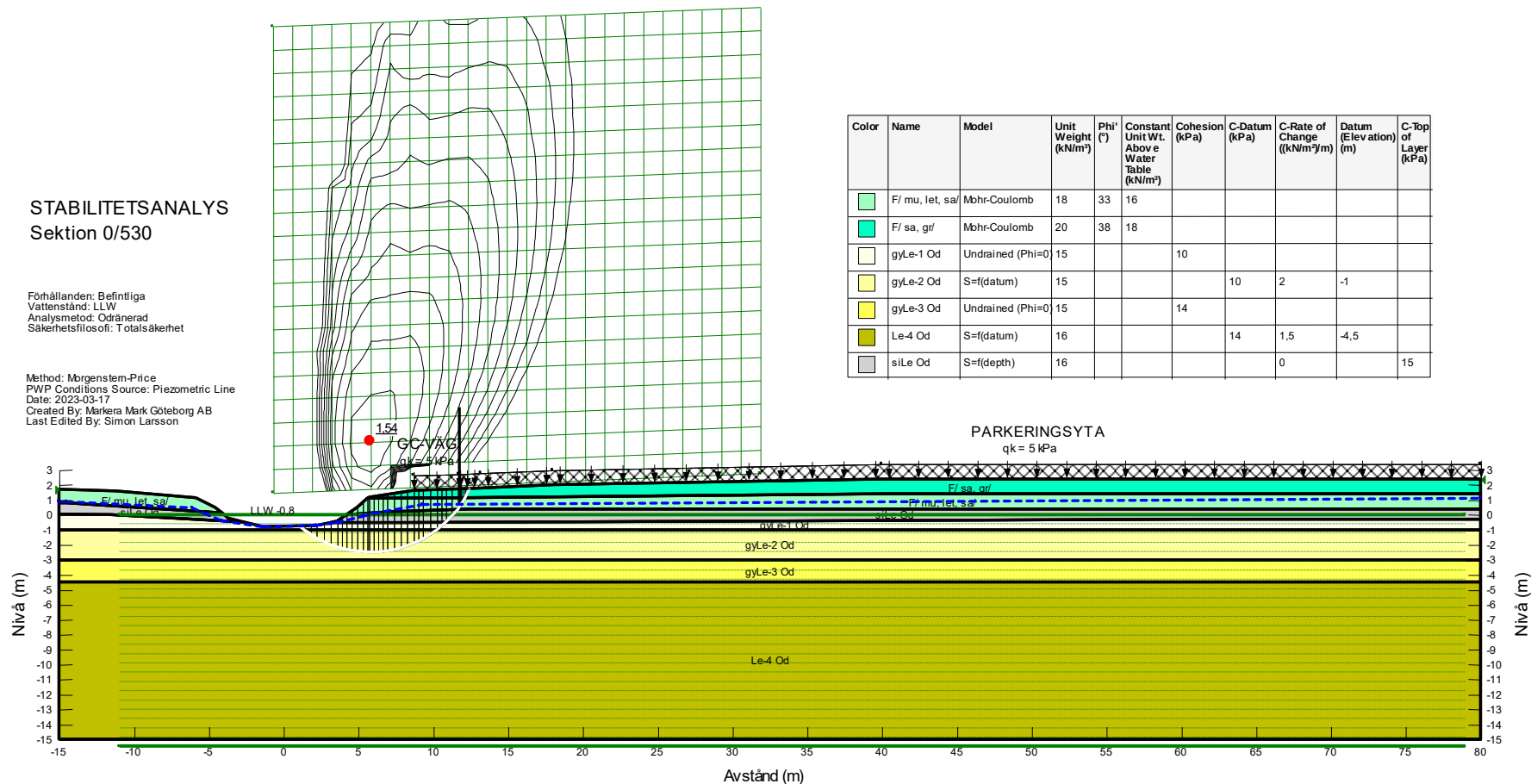
Sektion 0/454 från väster, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS **Sektion 0/530**

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson



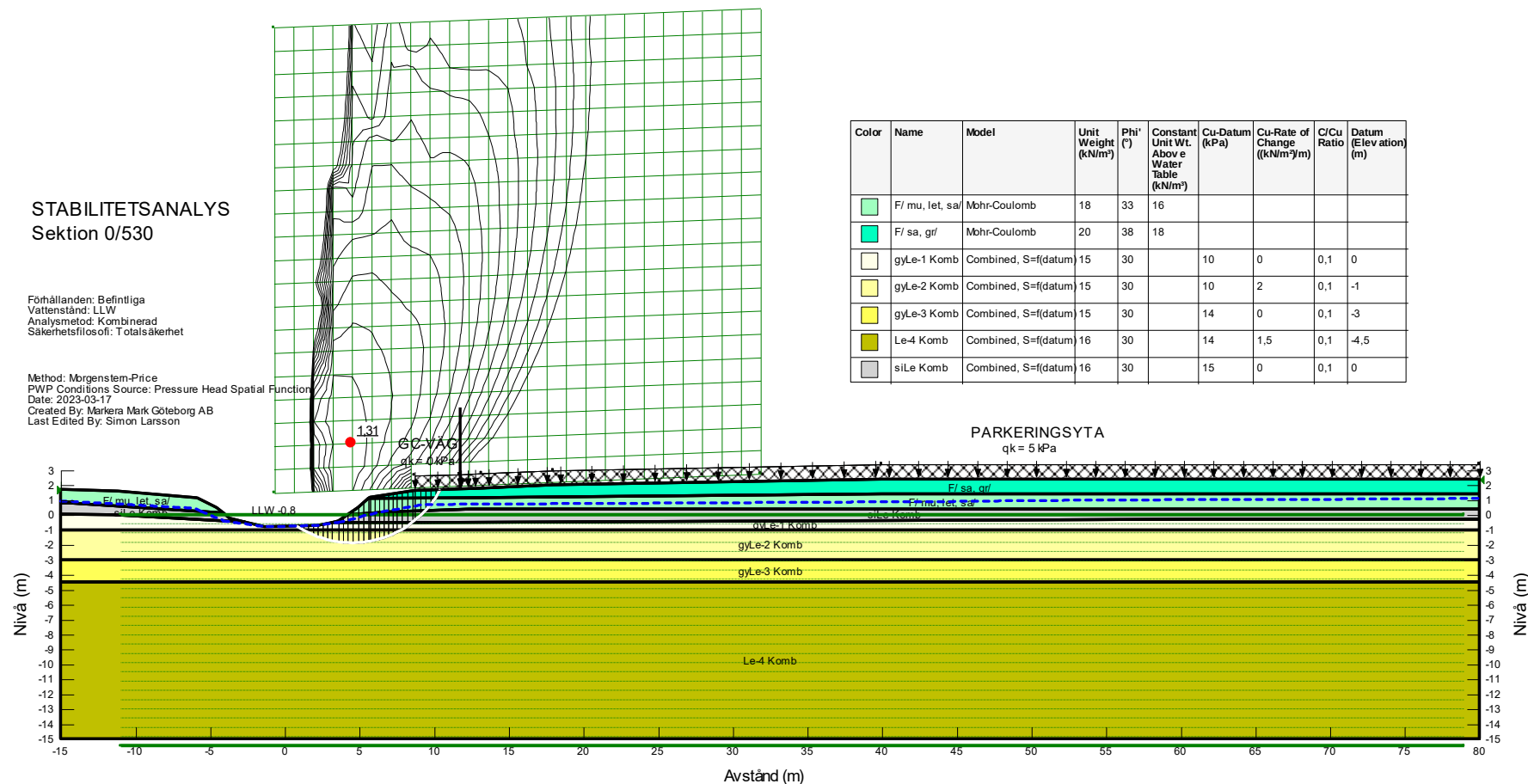
Figur C1-17 **Sektion 0/530, odränerad analys**

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/530

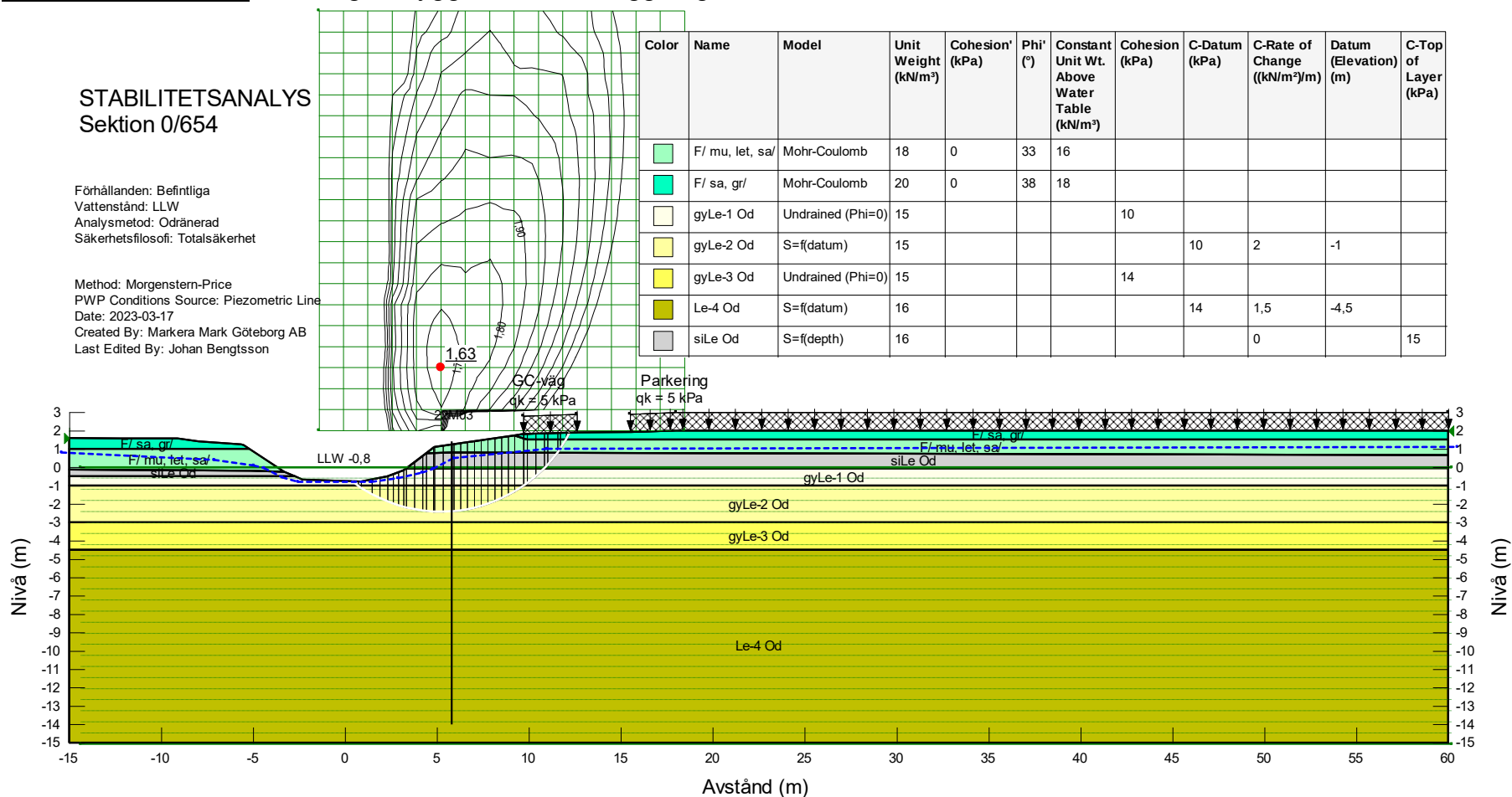
Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial Function
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson



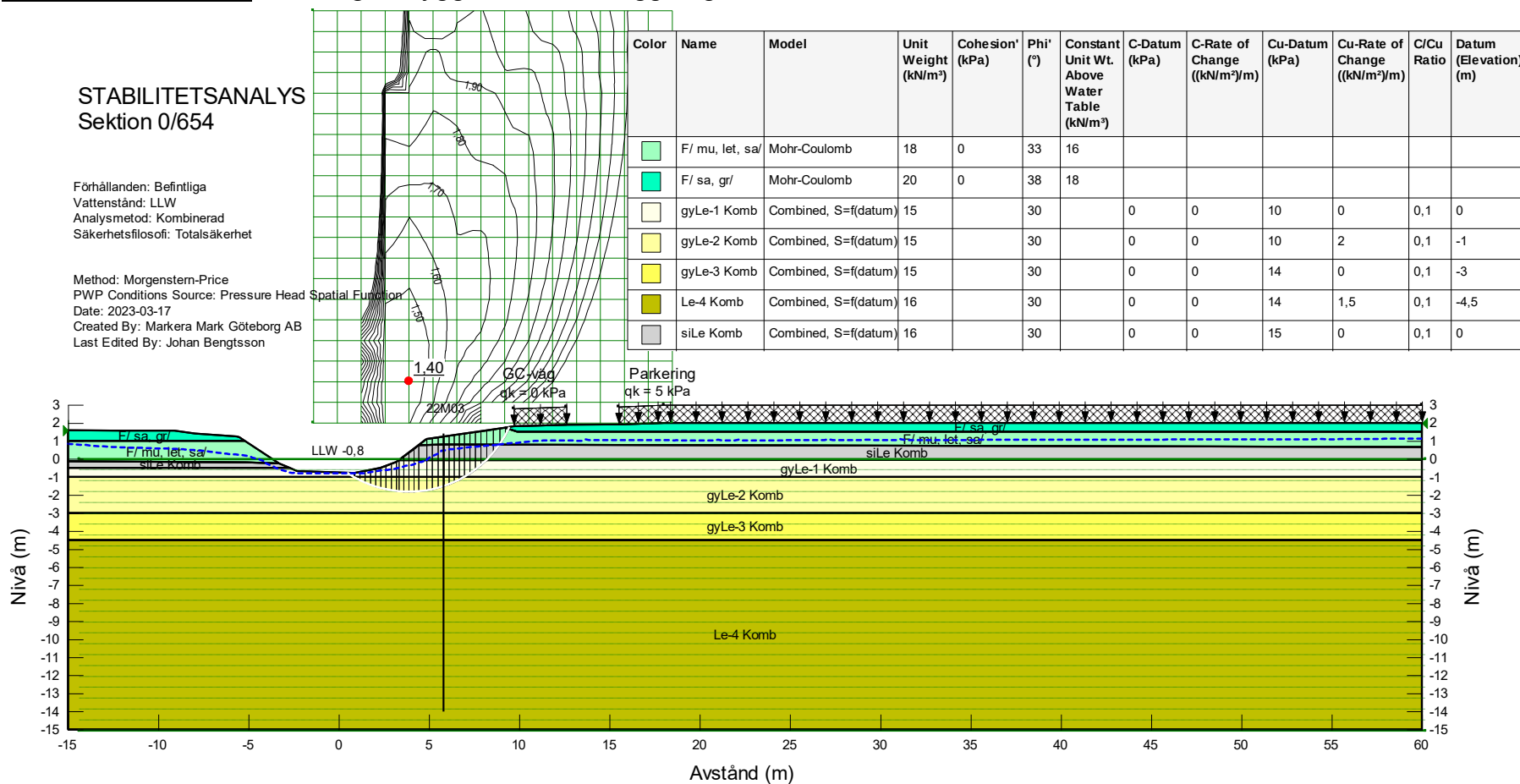
Figur C1-18 Sektion 0/530, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-19 Sektion 0/654, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning



Figur C1-20 Sektion 0/654, kombinerad analys

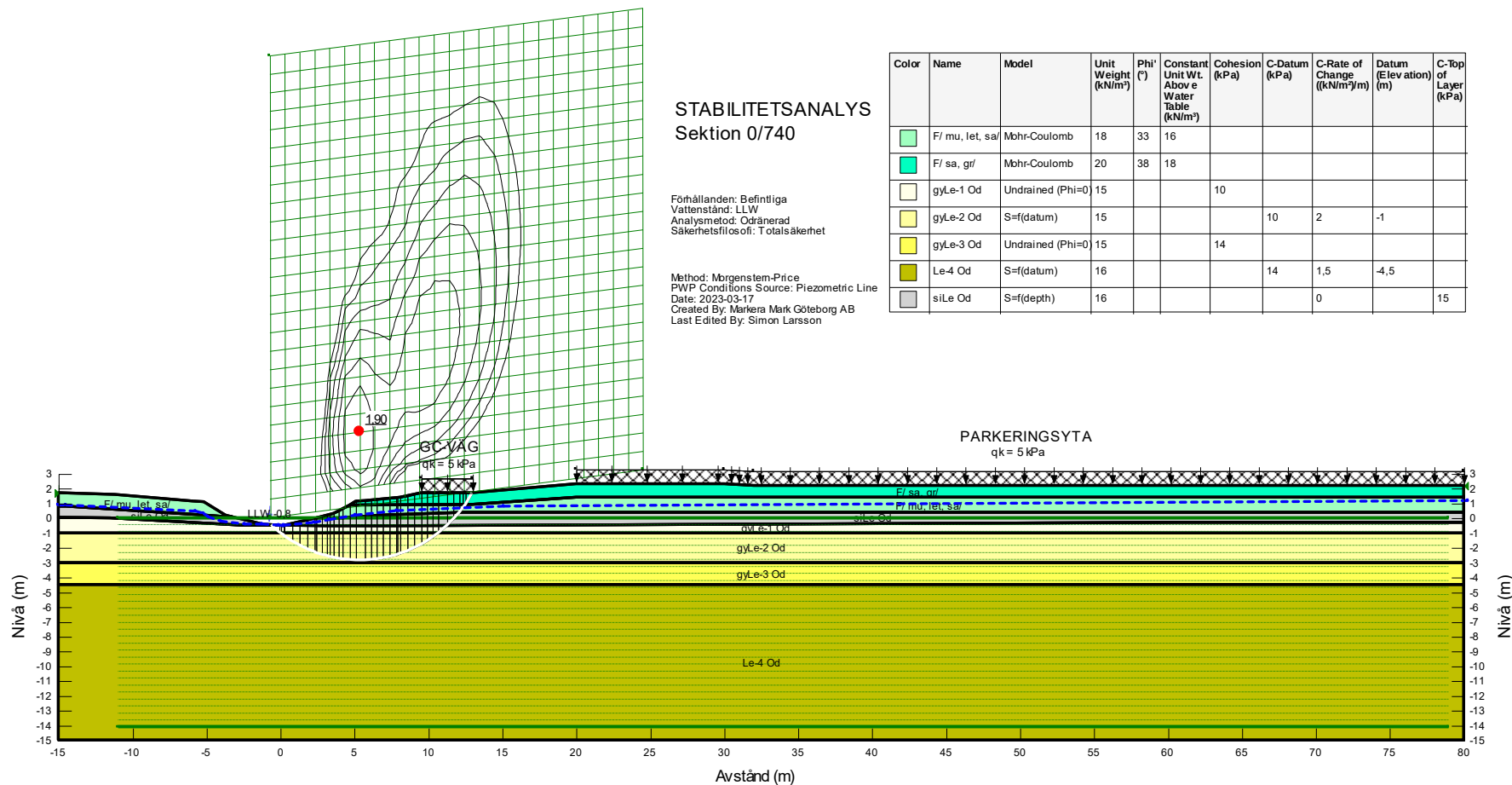
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/740

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Datum (Elevation) (m)	C-Top of Layer (kPa)
	F/ mu, let, sa/	Mohr-Coulomb	18	33	16					
	F/ sa, gr/	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	gyLe-1 Od	Undrained (Phi=0)	15			10				
	gyLe-2 Od	S=f(datum)	15				10	2	-1	
	gyLe-3 Od	Undrained (Phi=0)	15			14				
	Le-4 Od	S=f(datum)	16				14	1,5	-4,5	
	siLe Od	S=f(depth)	16					0		15



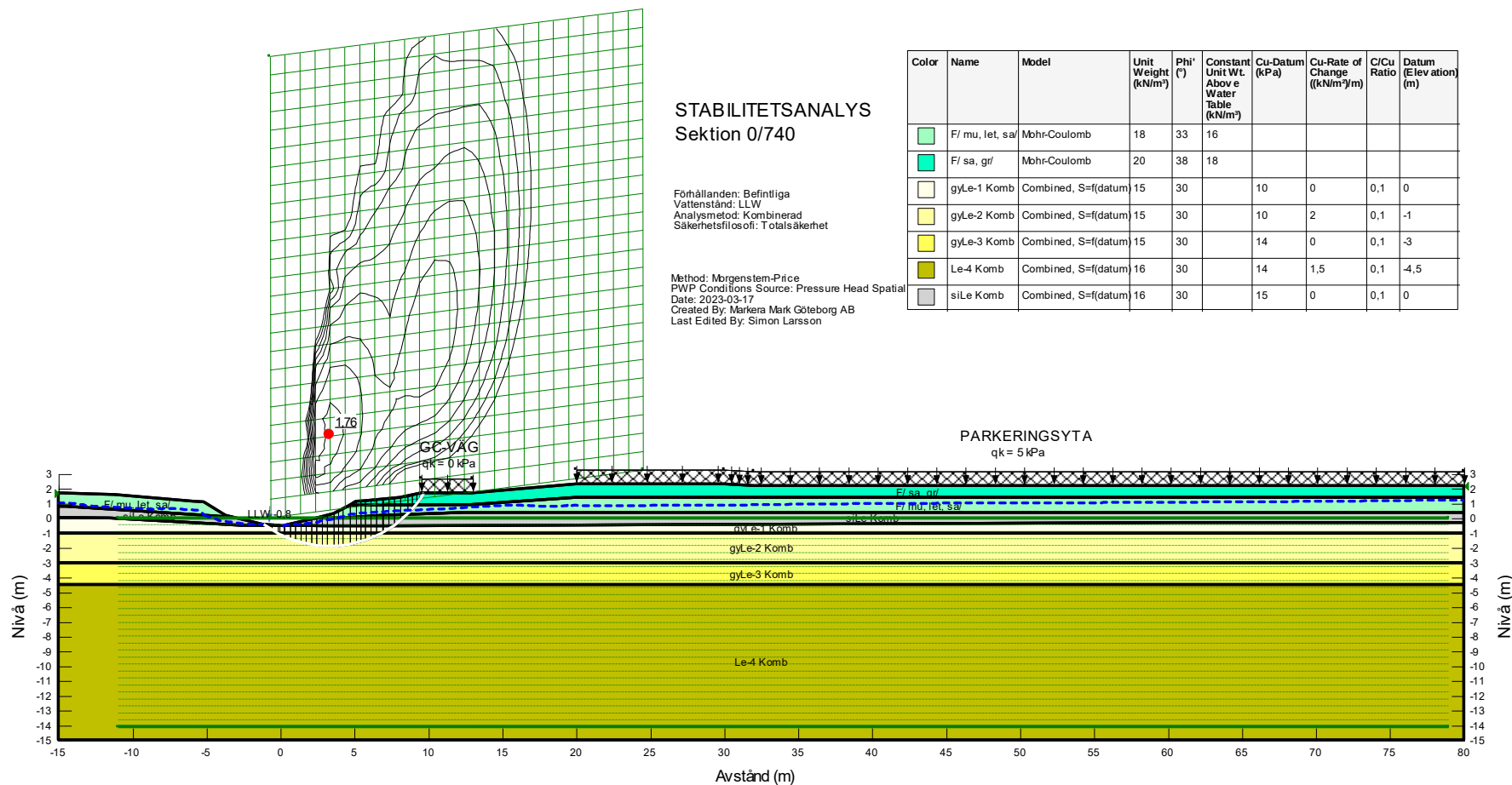
Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/740

Förhållanden: Befintliga
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Simon Larsson

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Datum Elevation (m)
	F/ mu, let, sa/	Mohr-Coulomb	18	33	16				
	F/ sa, gr/	Mohr-Coulomb	20	38	18				
	gyLe-1 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	0	0,1	0
	gyLe-2 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		10	2	0,1	-1
	gyLe-3 Komb	Combined, S=f(datum)	15	30		14	0	0,1	-3
	Le-4 Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		14	1,5	0,1	-4,5
	siLe Komb	Combined, S=f(datum)	16	30		15	0	0,1	0



Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

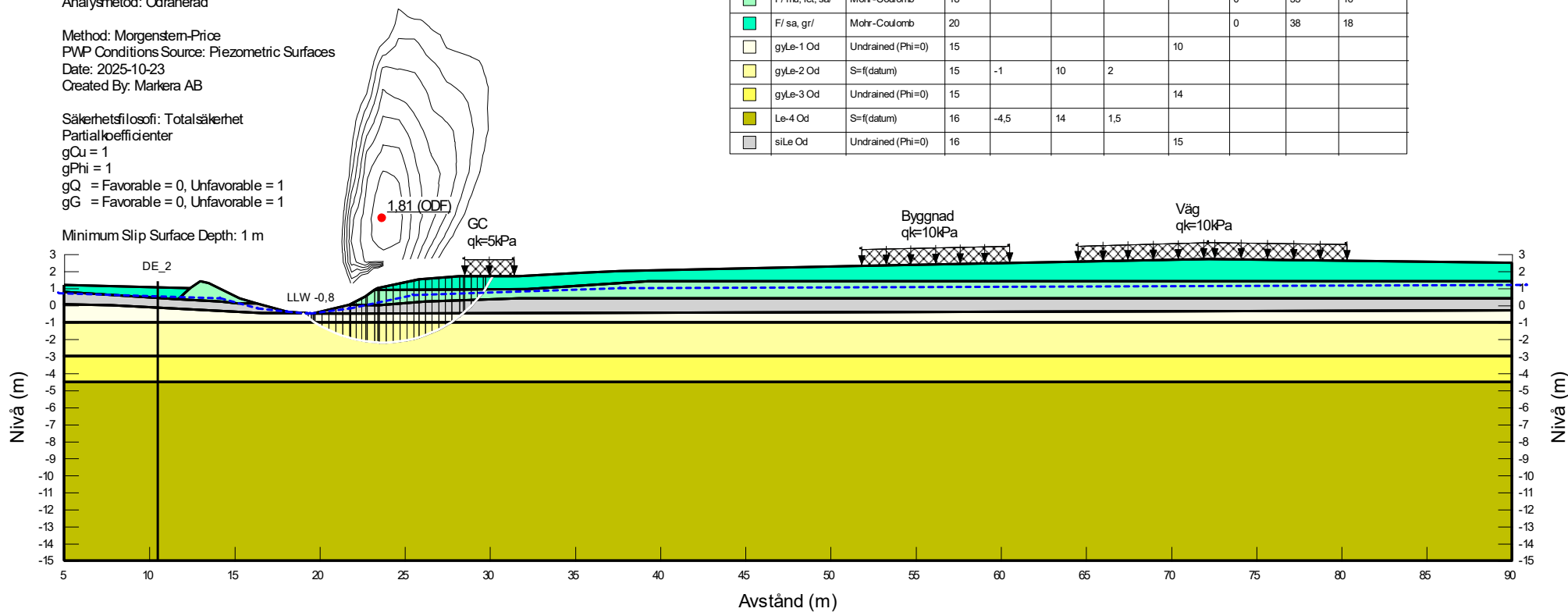
STABILITETSANALYS Sektion 0/820

Förhållanden: Befintligt, LLW
Analysmetod: Odränerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
 $g_{Cu} = 1$
 $g_{\Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



Figur C1-23

Sektion 0/820, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, befintlig bebyggelse och anläggning

STABILITETSANALYS Sektion 0/820

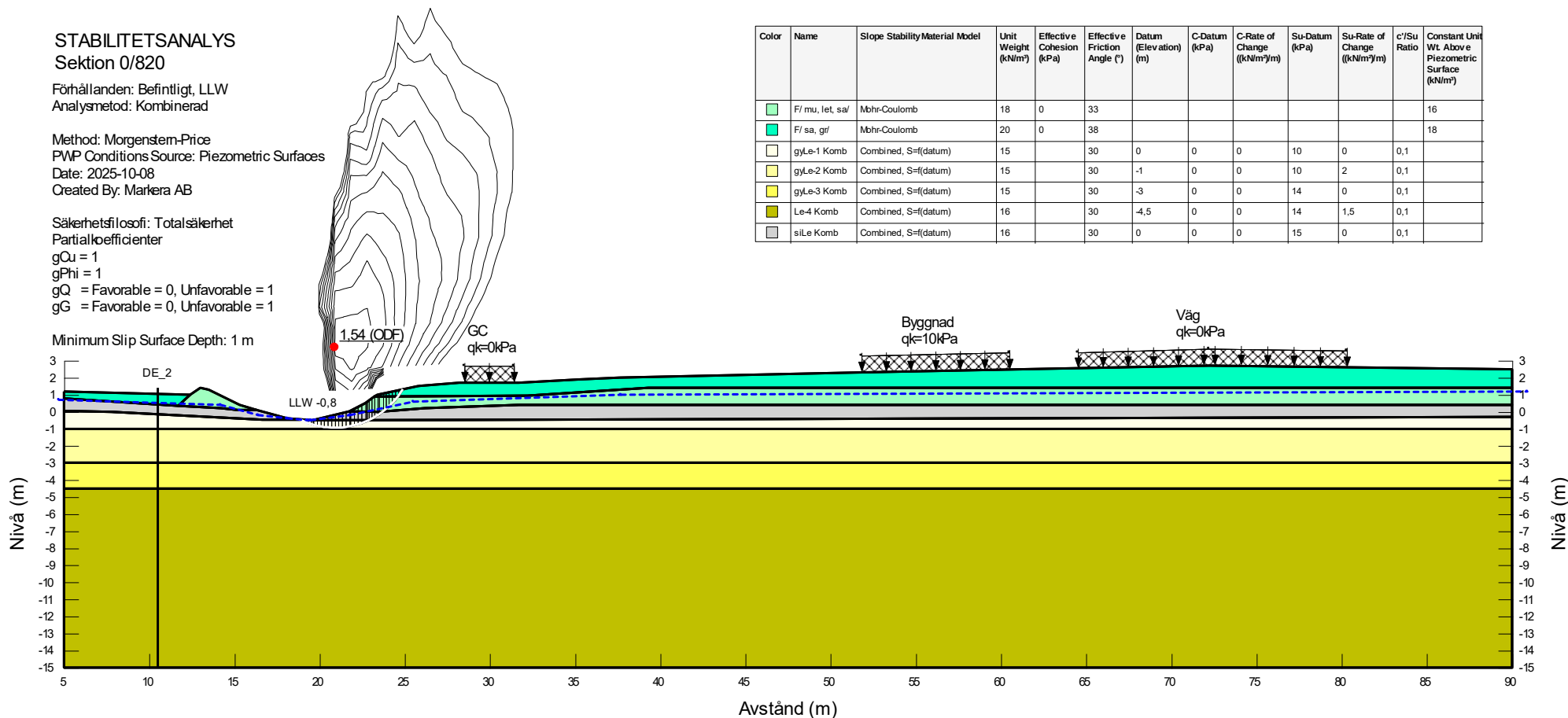
Förhållanden: Befintligt, LLW
Analysmetod: Kombinerad

Metod: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-08
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter

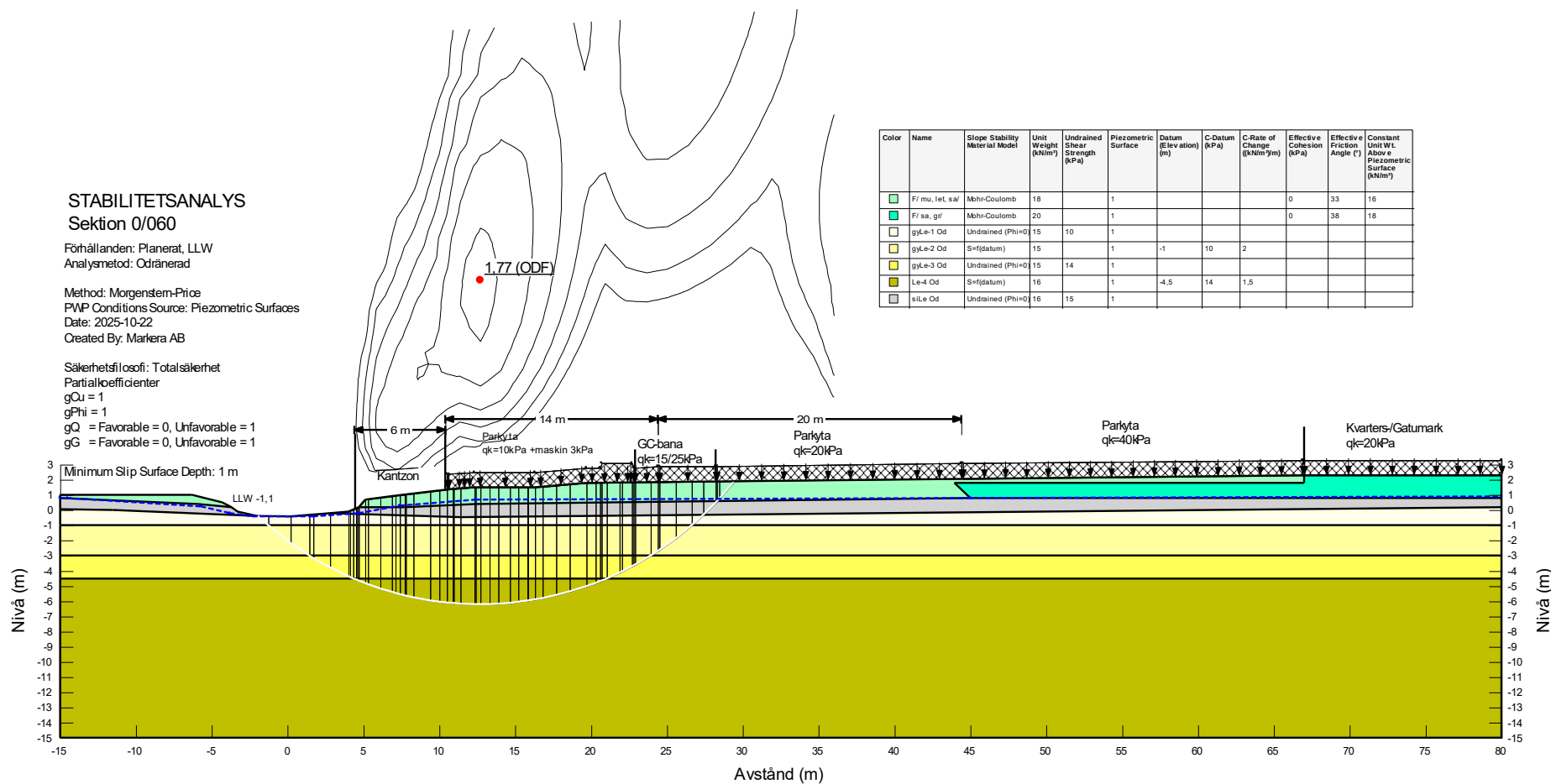
 $g_{Ou} = 1$
 $g_{\Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$

Minimum Slip Surface Depth: 1 m

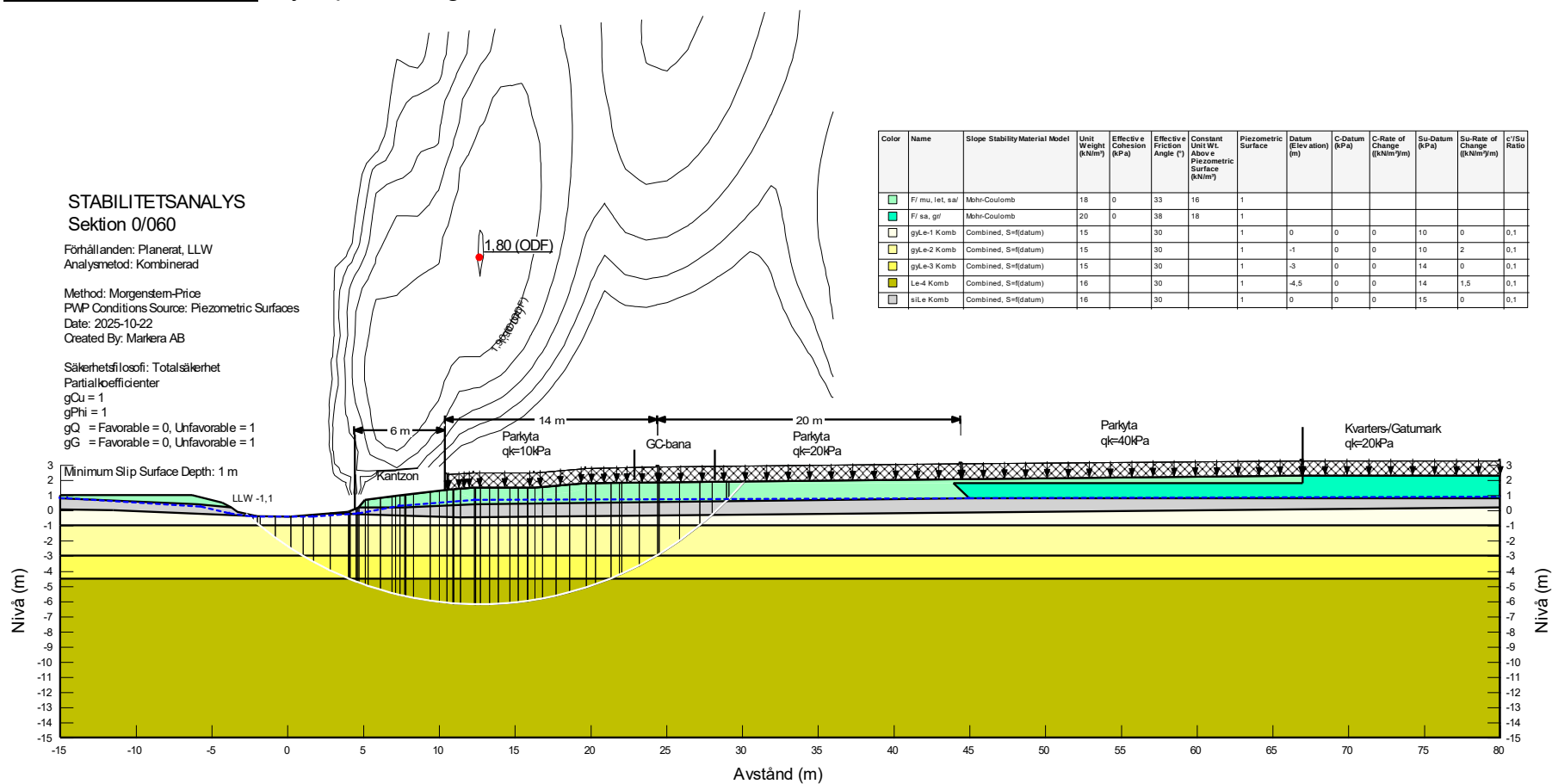


Figur C1-24 Sektion 0/820, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

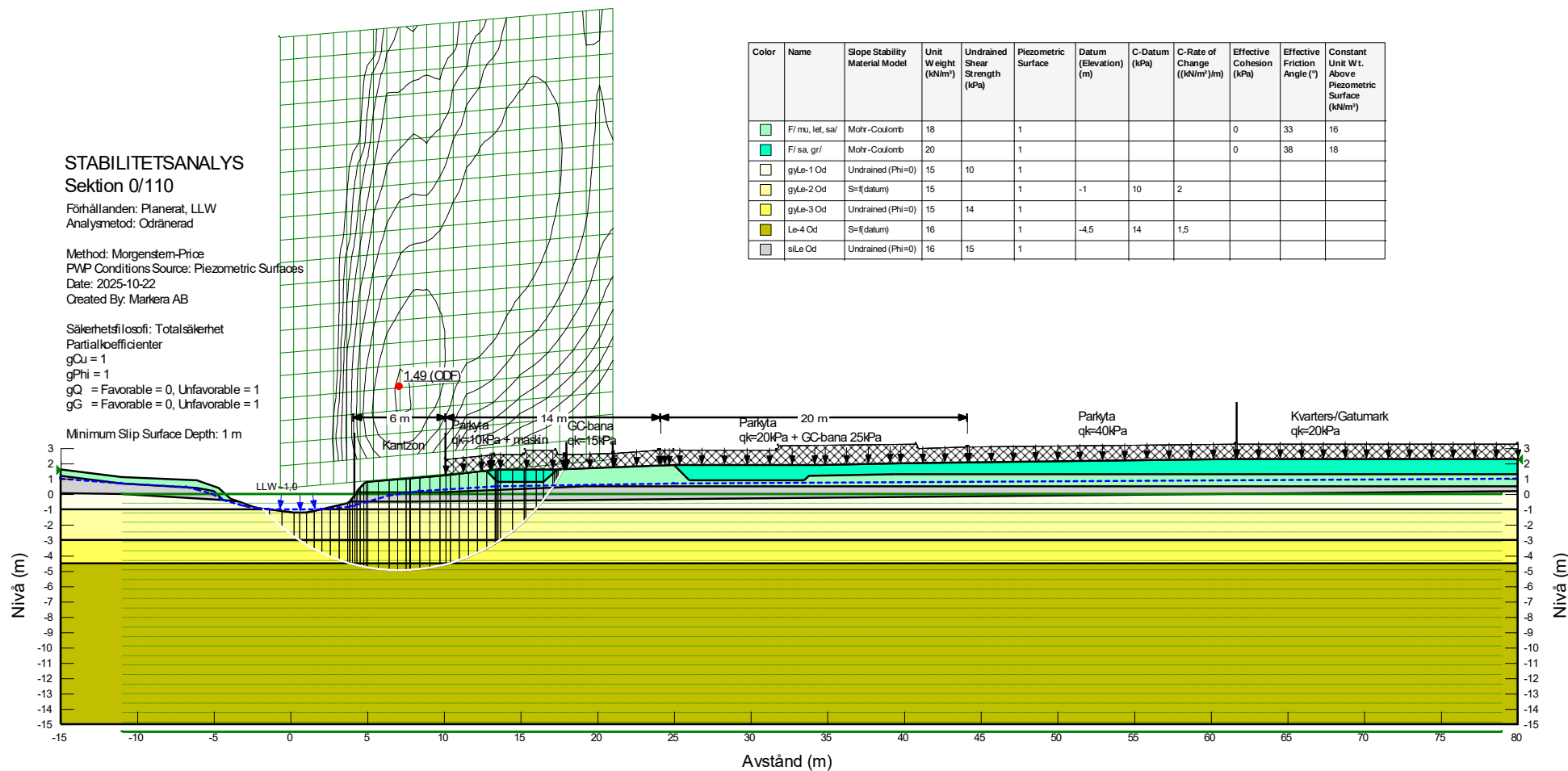


Stabilitetsanalyser, nyexploatering



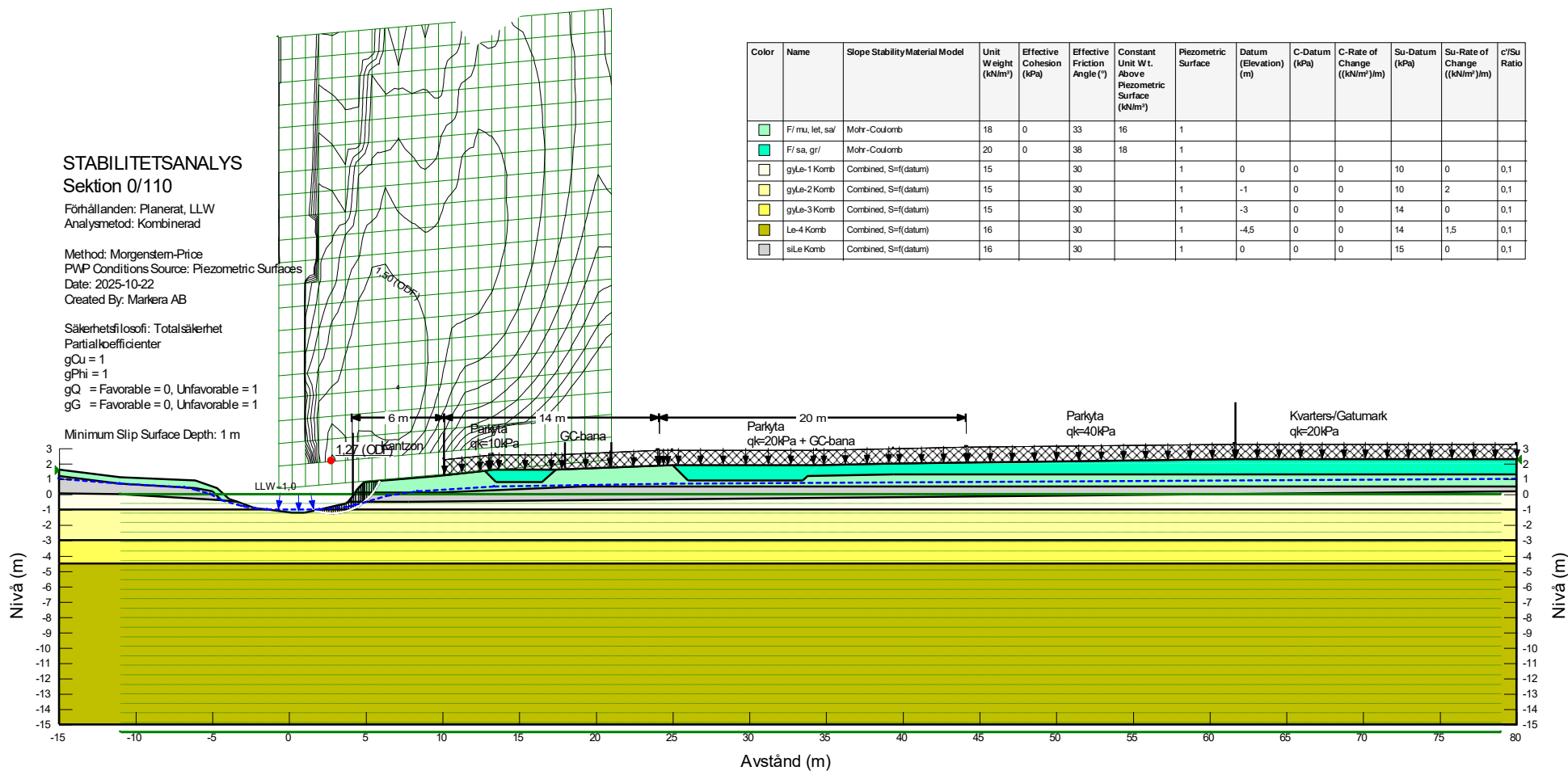
Figur C2-2 Sektion 0/060, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering



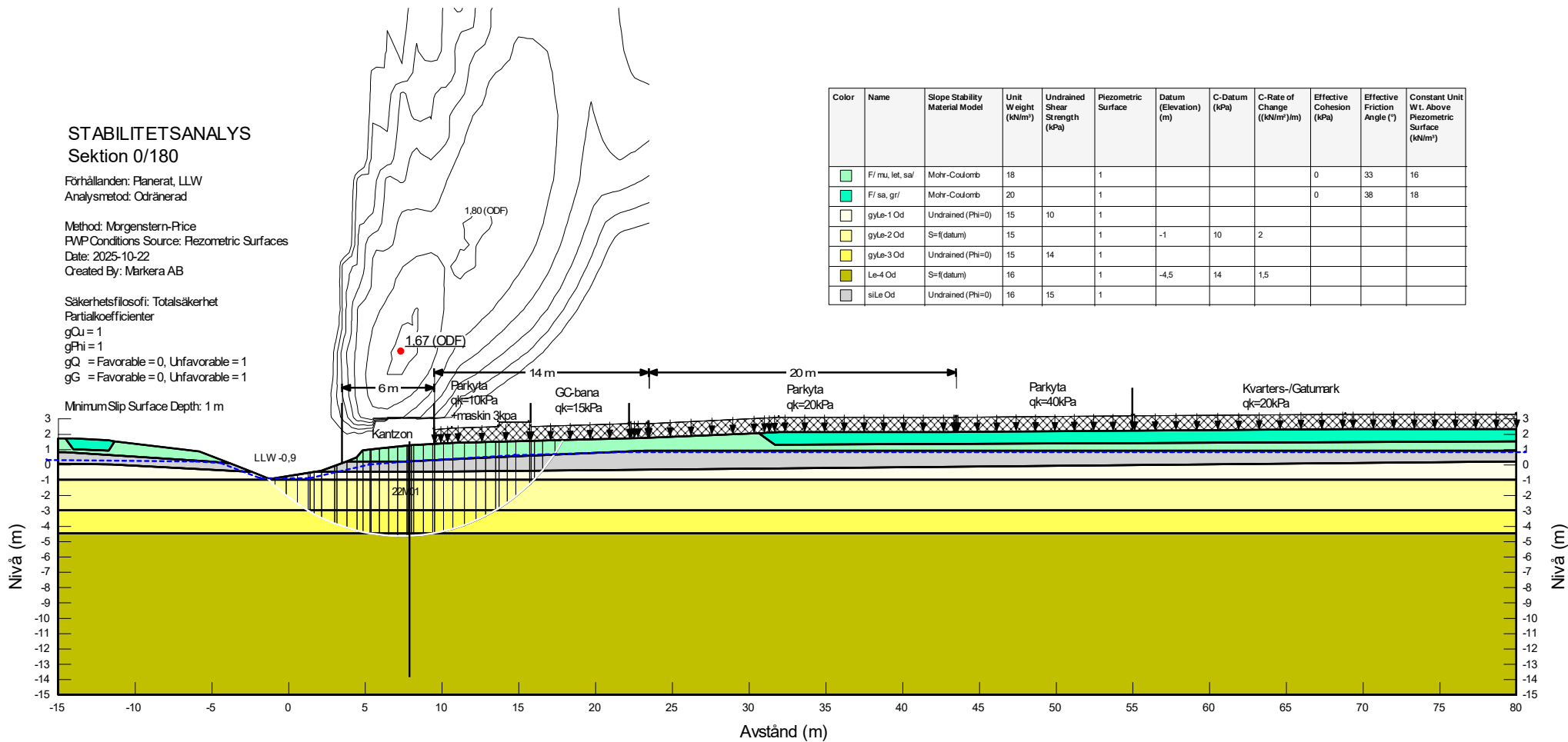
Figur C-3 **Sektion 0/110, odränerad analys**

Stabilitetsanalyser, nyexploatering



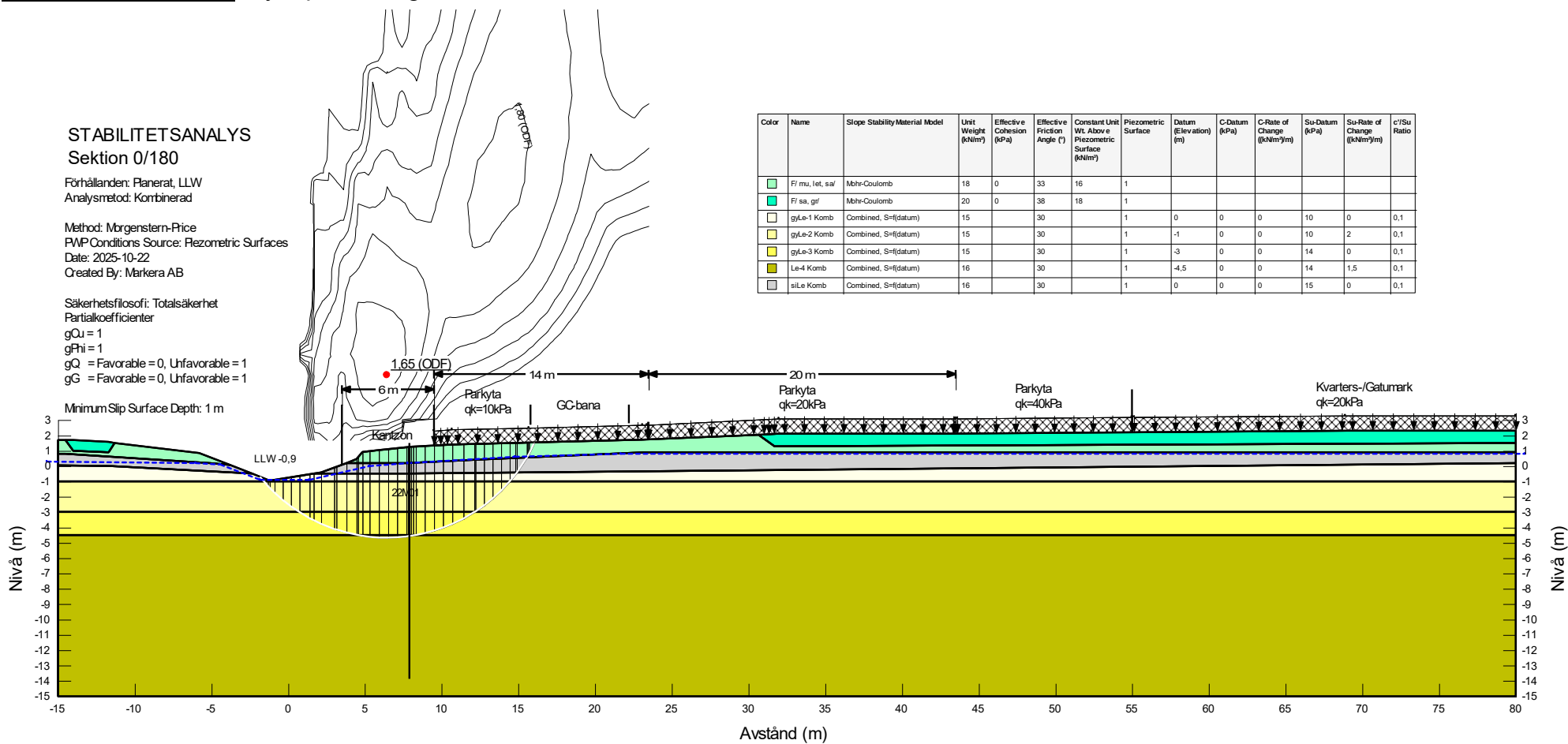
Figur C2-4 Sektion 0/110, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering



Figur C2-5 Sektion 0/180, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering



Figur C2-6

Sektion 0/180, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

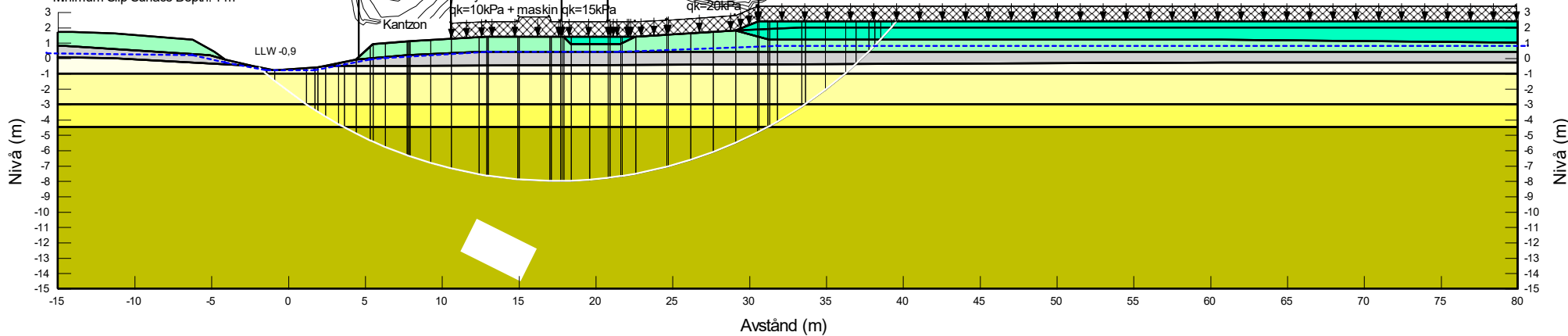
STABILITETSANALYS Sektion 0/270

Förhållanden: Planerat, LLW
Analysmetod: Odränerad

Metod: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-15
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
 $g_{Cu} = 1$
 $g_{\Phi} = 1$
 g_Q = Favorable = 0, Unfavorable = 1
 g_G = Favorable = 0, Unfavorable = 1

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



Figur C2-7 Sektion 0/270, odränerad analys

Titel

Titel

Projekterings-PM/ Fördjupad stabilitetsutredning

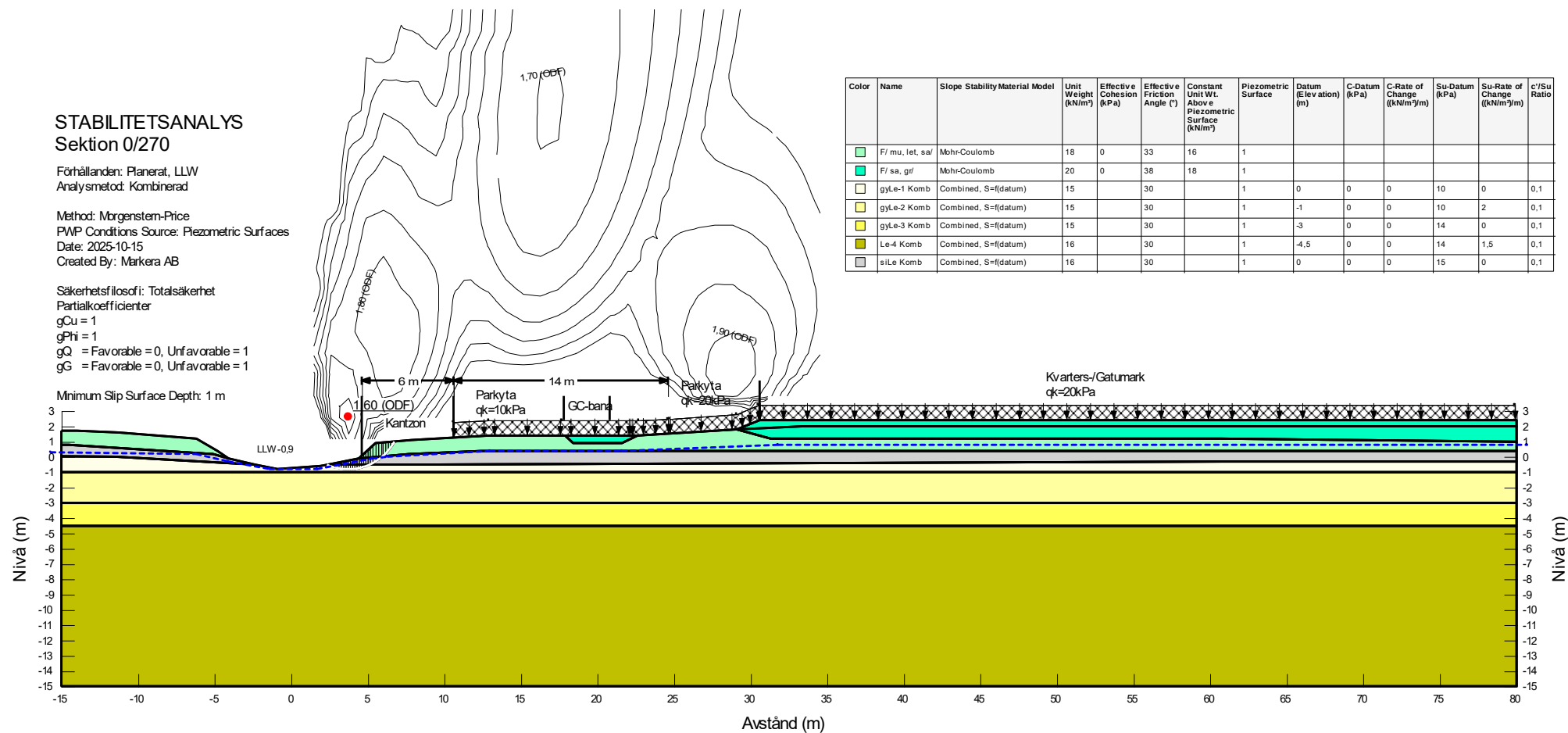
Uppdragsnummer	Dokumentbeteckning
4027-2202	PM-002

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

Projekt
Geoteknisk utredning
detaljplan 2 och 3, Backaplan

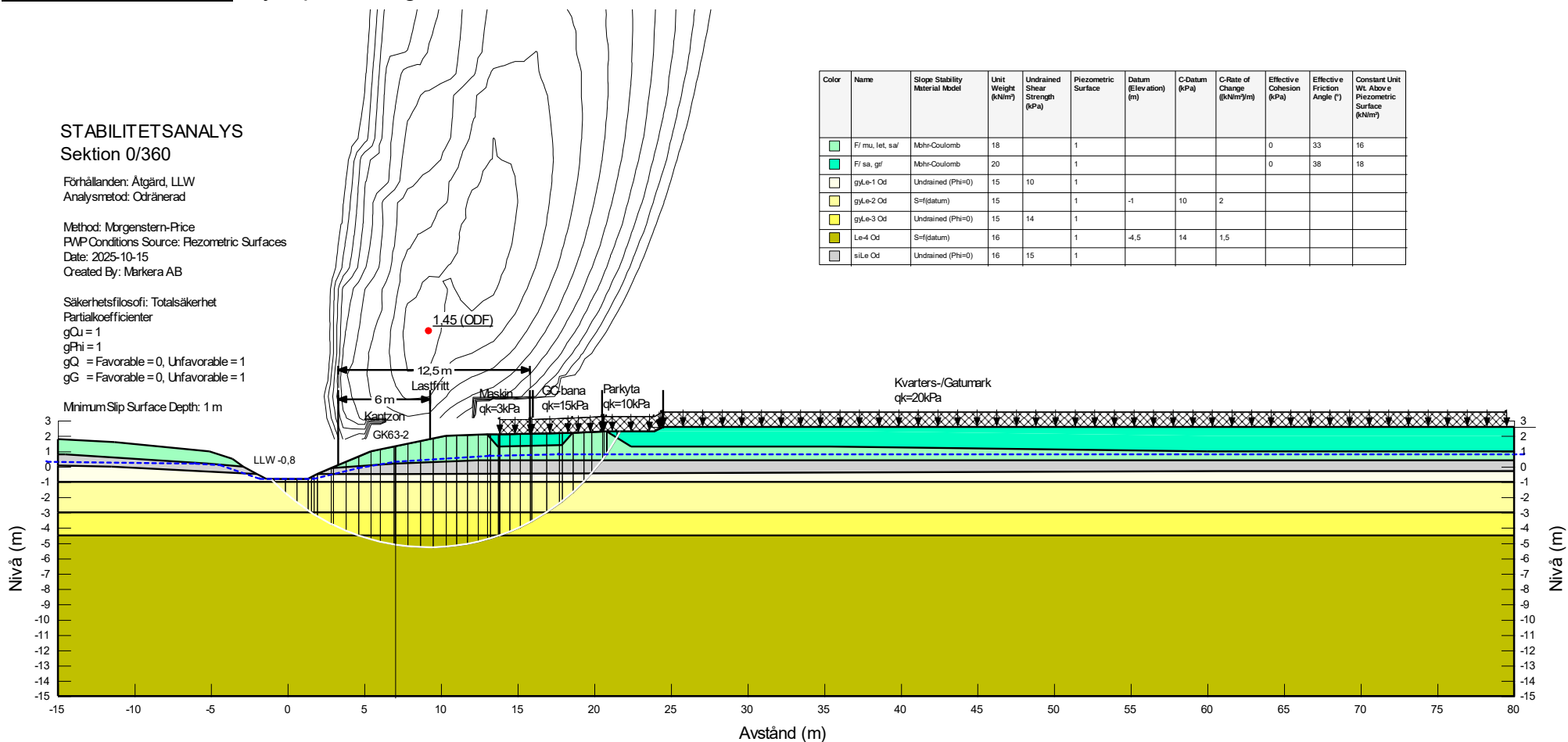
Dokumentdatum Rev. datum Rev.
se **PM-002**

Handläggare	Bilaga	Sidnr.
JBn	C2	8 (20)

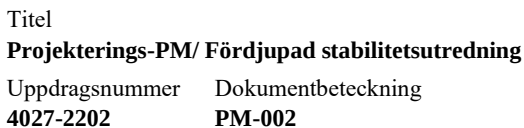


Figur C2-8 Sektion 0/270, kombinerad analys

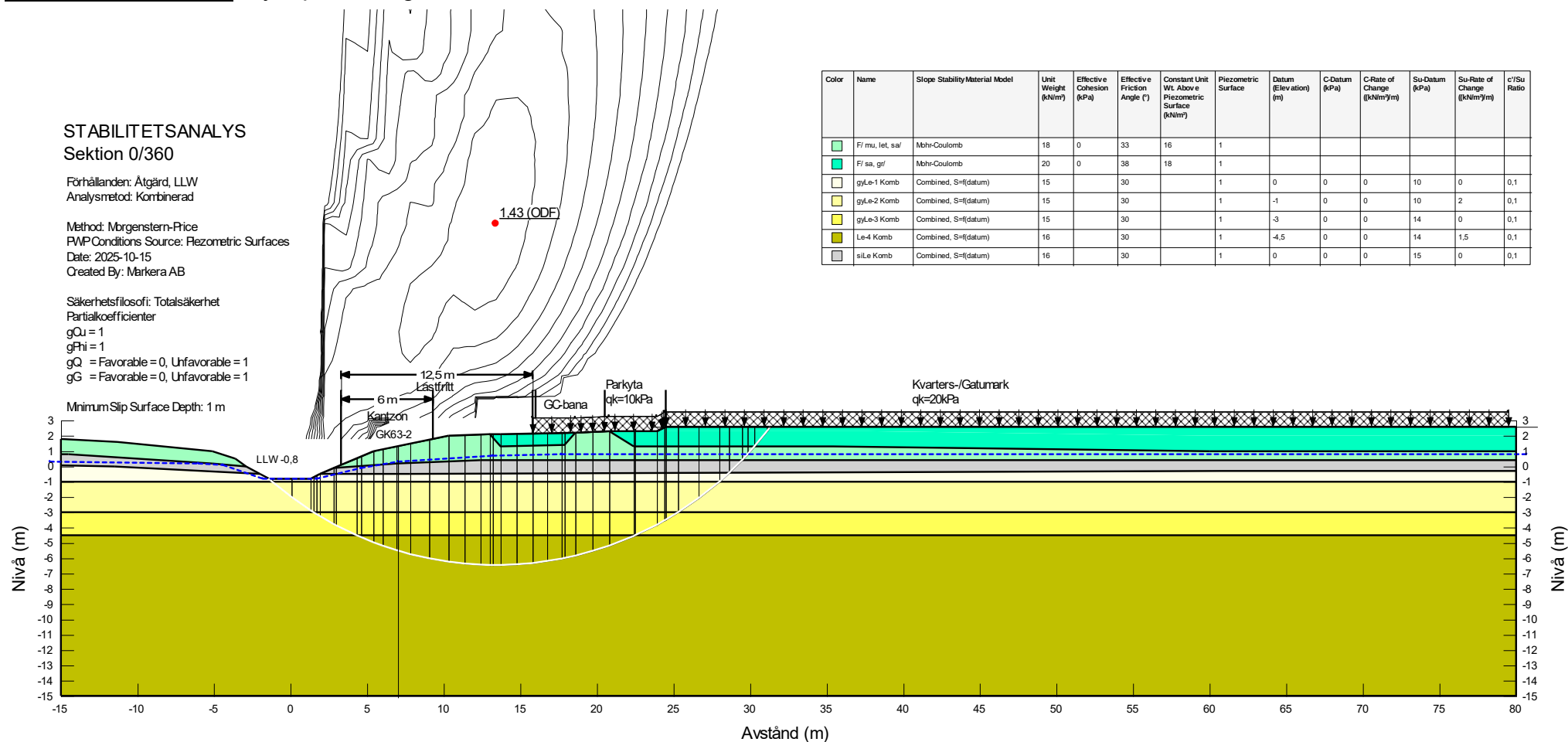
Stabilitetsanalyser, nyexploatering



Figur C2-9 Sektion 0/360, odränerad analys



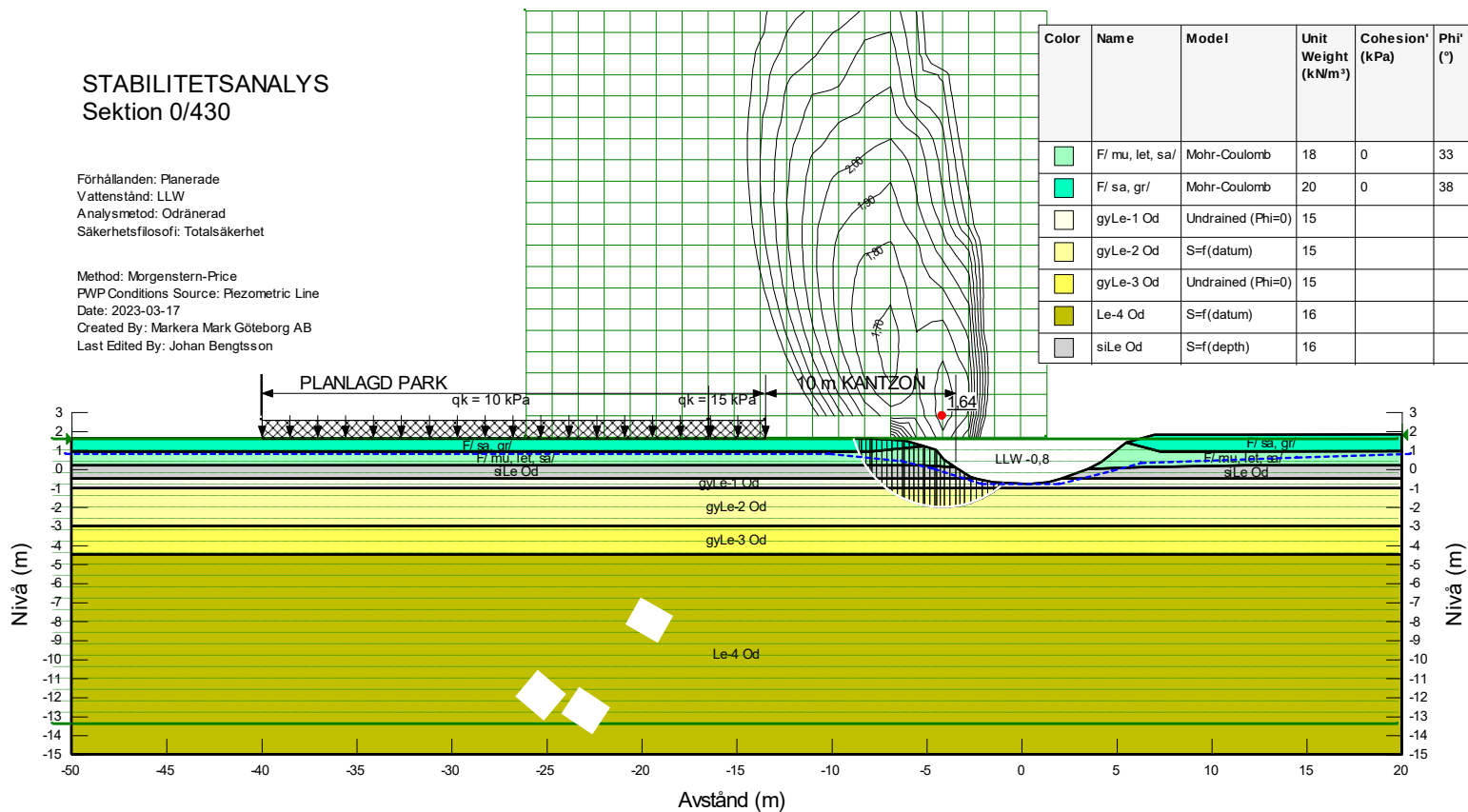
Dokumentdatum	Rev. datum	Rev.
se PM-002		
Handläggare	Bilaga	Sidnr.
JBn	C2	10 (20)



Stabilitetsanalyser, nyexploatering

STABILITETSANALYS **Sektion 0/430**

Förhållanden: Planerade
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Odränerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Johan Bengtsson


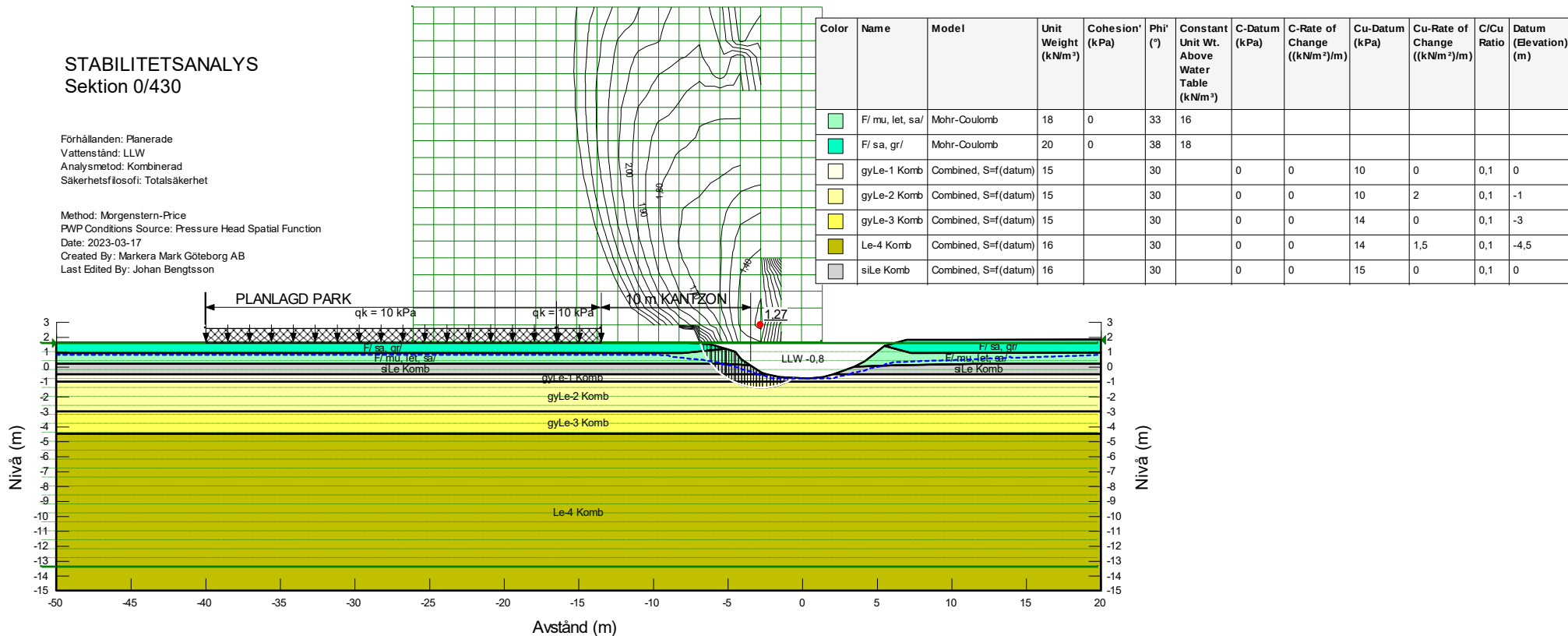
Figur C2-11 Sektion 0/430, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

STABILITÄTSANALYS
Sektion 0/430

Förhållanden: Planerade
Vattenstånd: LLW
Analysmetod: Kombinerad
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Pressure Head Spatial Function
Date: 2023-03-17
Created By: Markera Mark Göteborg AB
Last Edited By: Johan Bengtsson



Figur C2-12 Sektion 0/430, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

STABILITETSANALYS **Sektion 0/454**

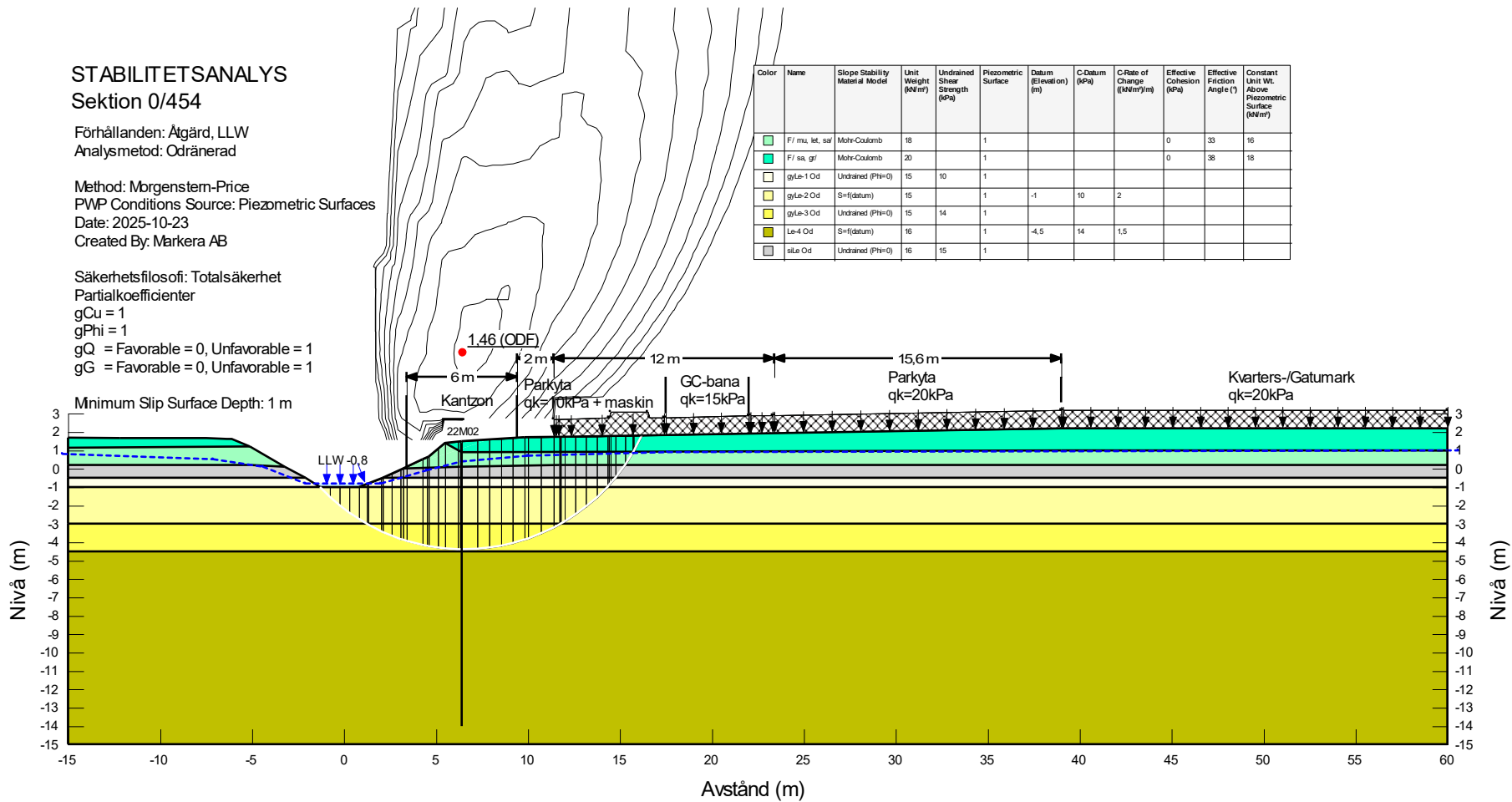
Förhållanden: Åtgärd, LLW
Analysmetod: Odränerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter

 $g_{Cu} = 1$
 $g_{Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



Figur C2-13 Sektion 0/454, odränerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

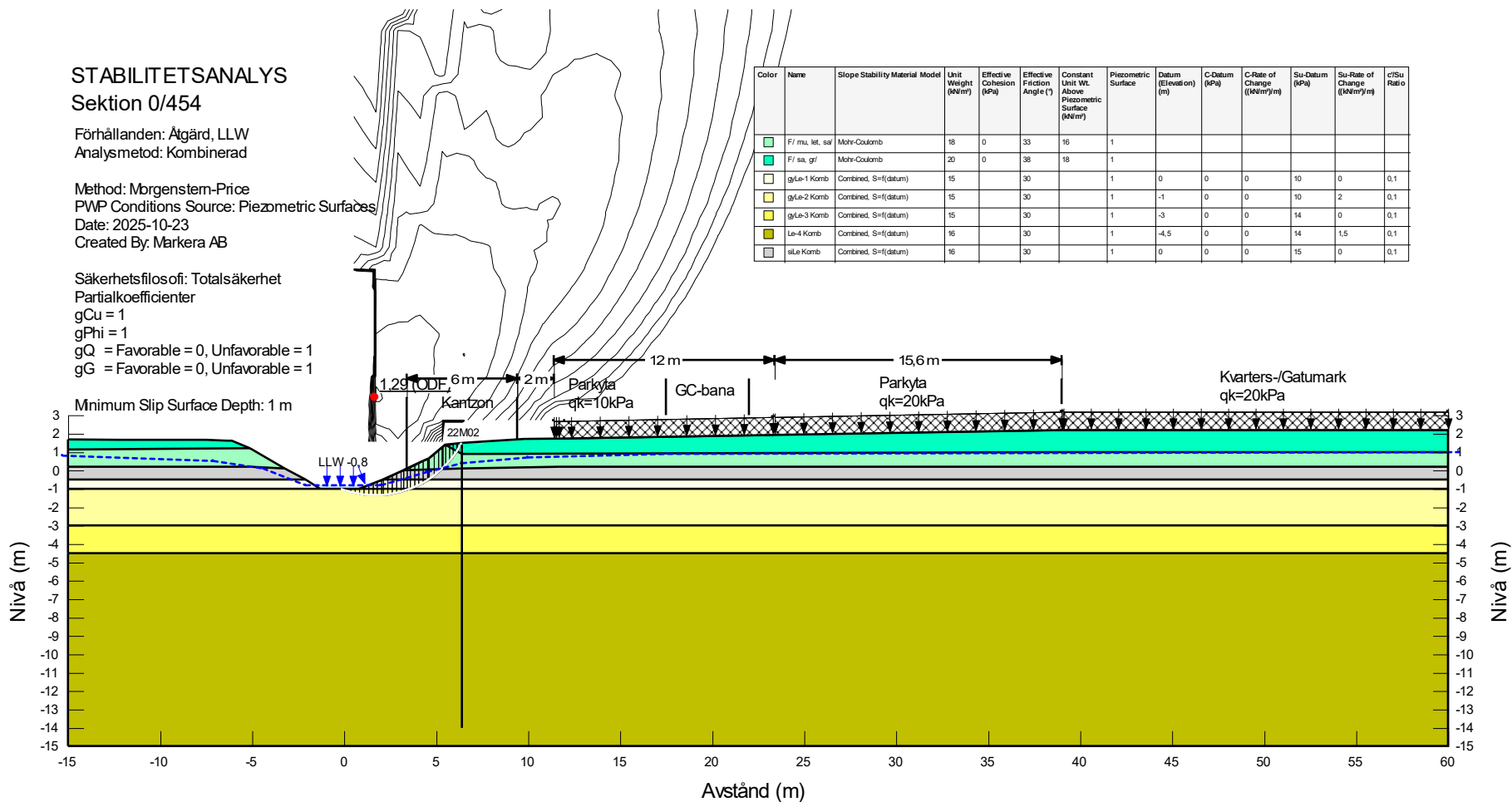
STABILITETSANALYS **Sektion 0/454**

Förhållanden: Åtgärd, LLW
Analysmetod: Kombinerad

Method: Morgenstem-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
 $g_{Cu} = 1$
 $g_{Phi} = 1$
 g_Q = Favorable = 0, Unfavorable = 1
 g_G = Favorable = 0, Unfavorable = 1

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



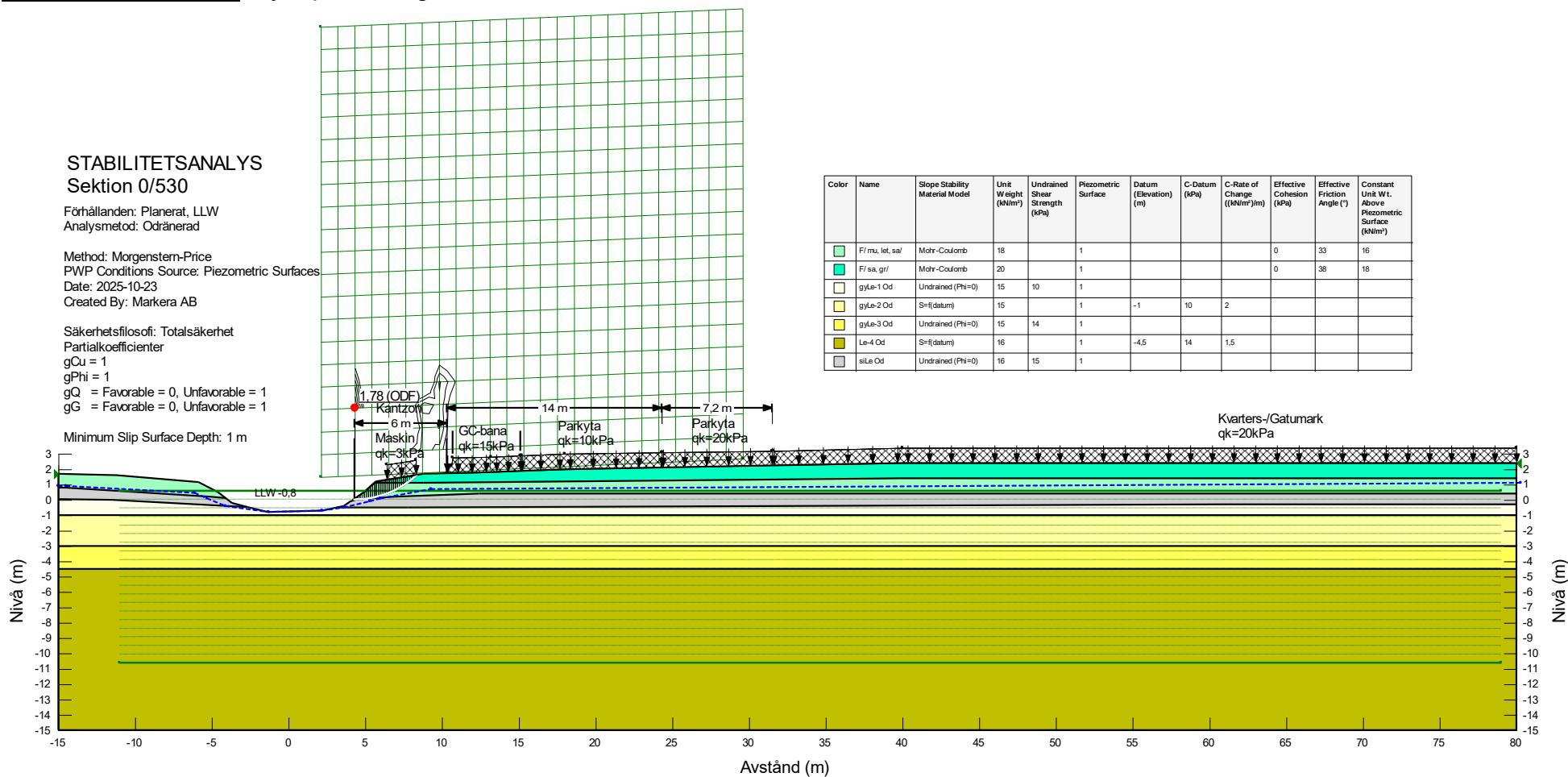
Stabilitetsanalyser, nyexploatering

STABILITETSANALYS Sektion 0/530

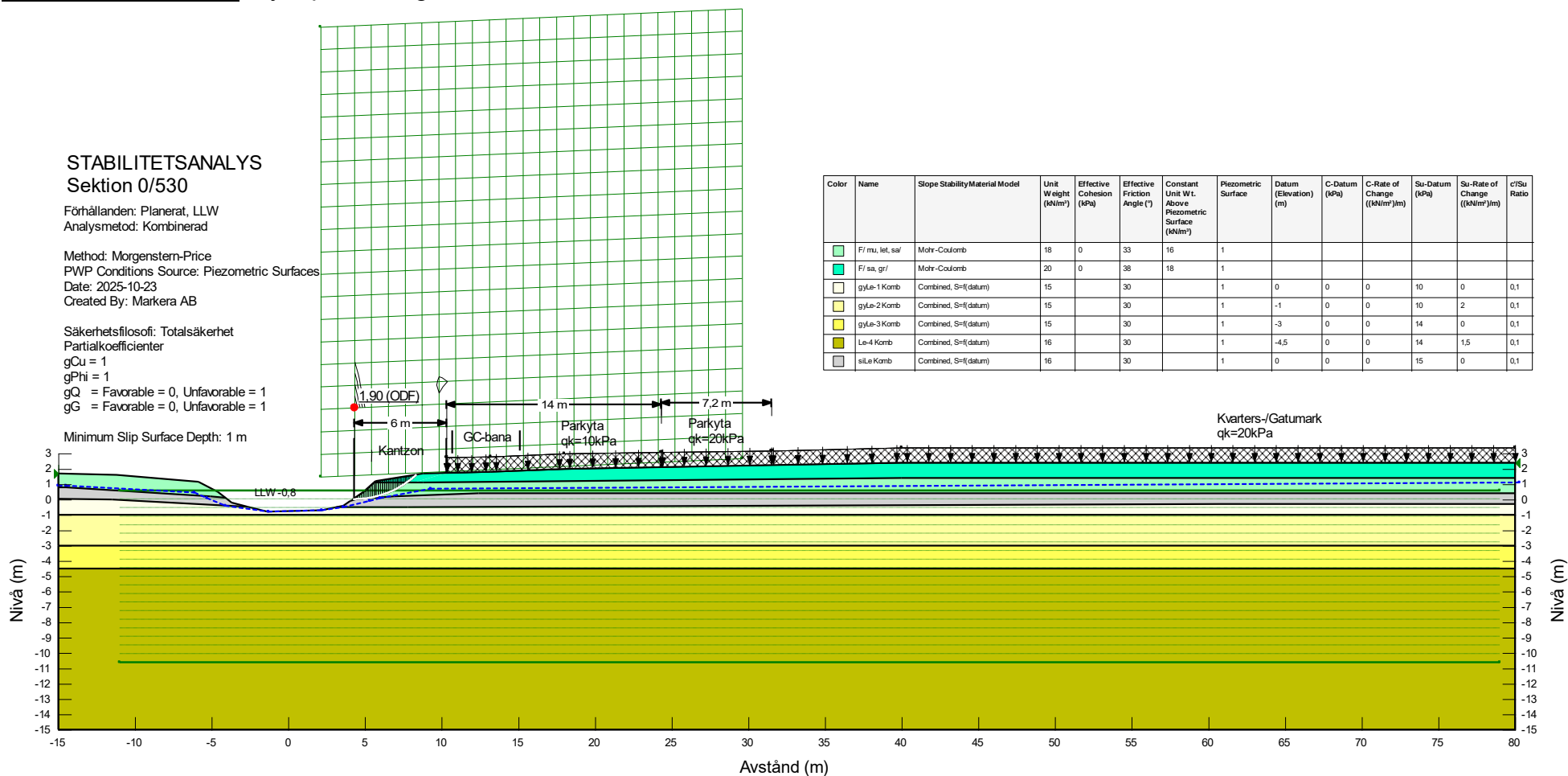
Förhållanden: Planerat, LLW
Analysmetod: Odränerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
gCu = 1
gPhi = 1
gQ = Favorable = 0, Unfavorable = 1
gG = Favorable = 0, Unfavorable = 1



Stabilitetsanalyser, nyexploatering



Figur C2-16 Sektion 0/530, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering

STABILITETSANALYS Sektion 0/654

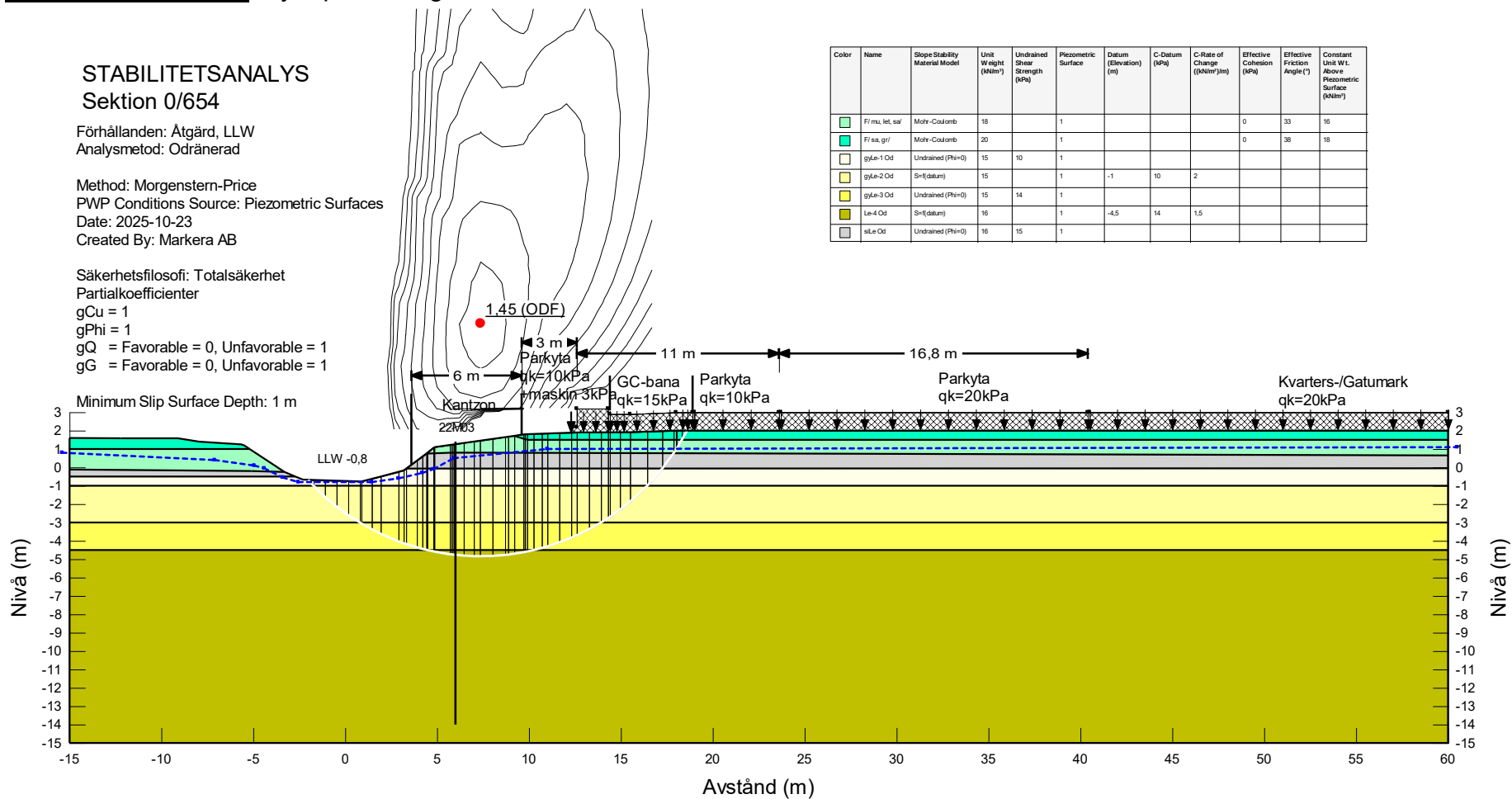
Förhållanden: Åtgärd, LLW
Analysmetod: Odränerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

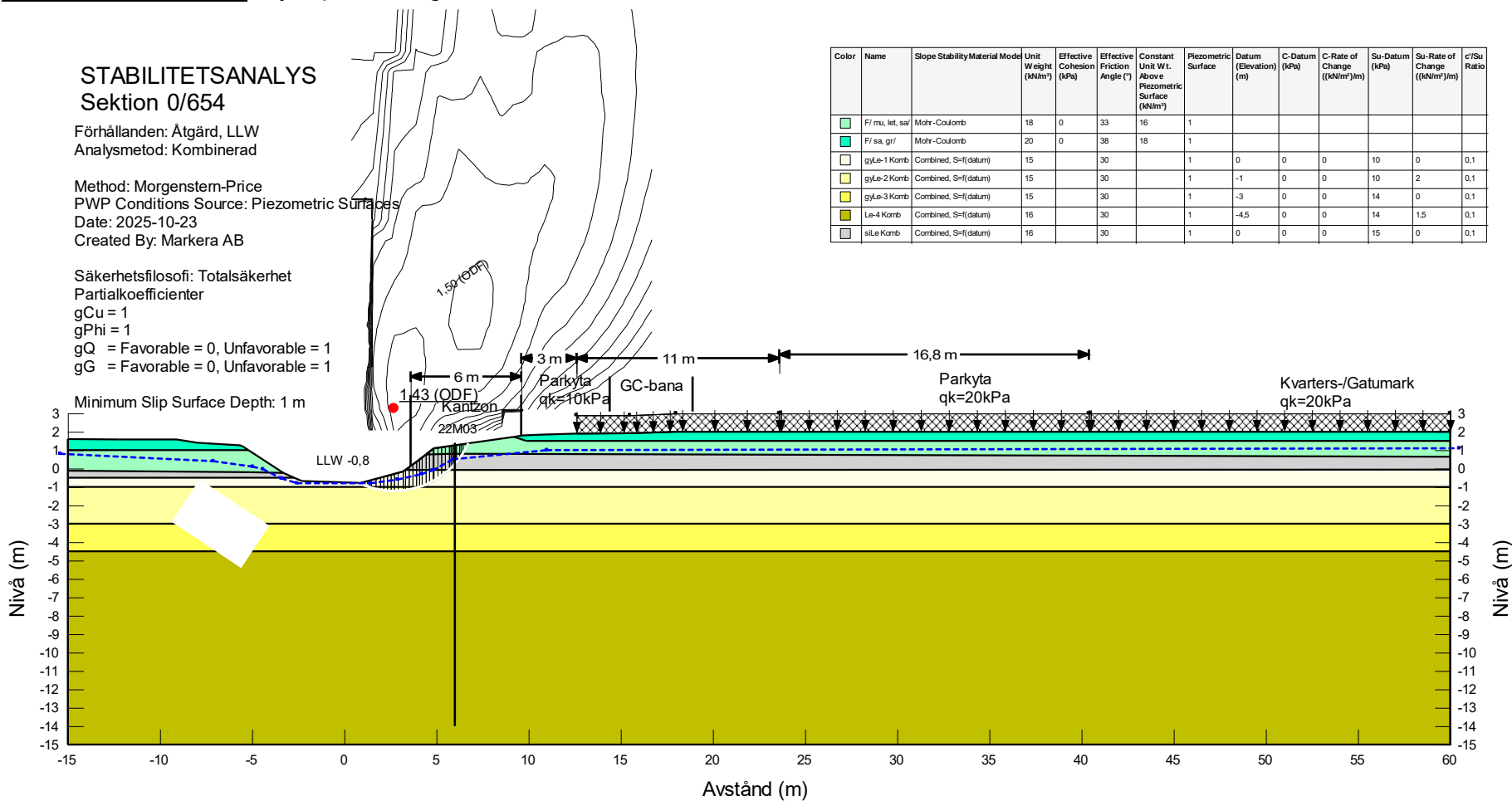
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter

 $g_{Cu} = 1$
 $g_{Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$

Minimum Slip Surface Depth: 1 m

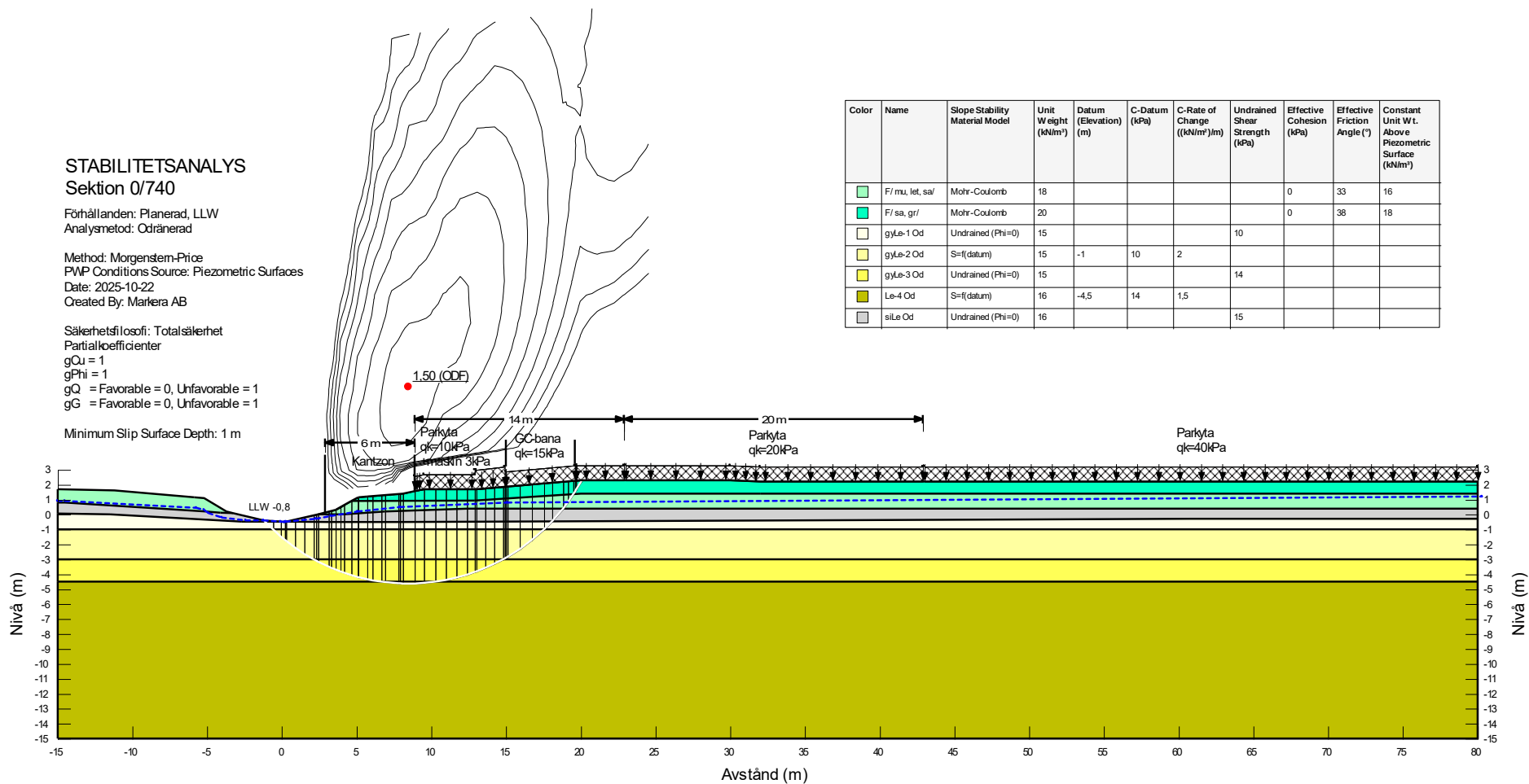


Stabilitetsanalyser, nyexploatering



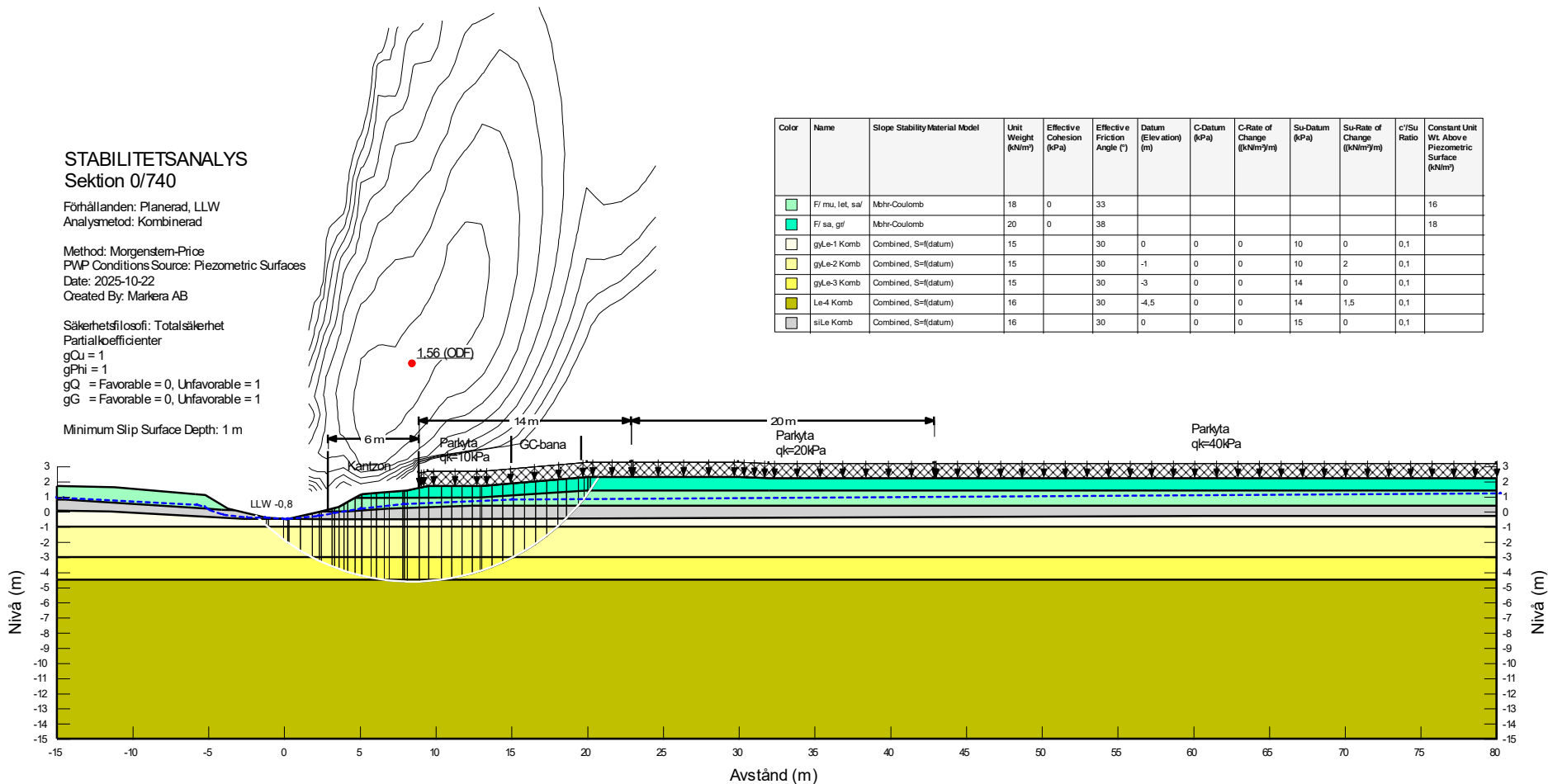
Figur C2-18 Sektion 0/654, kombinerad analys

Stabilitetsanalyser, nyexploatering



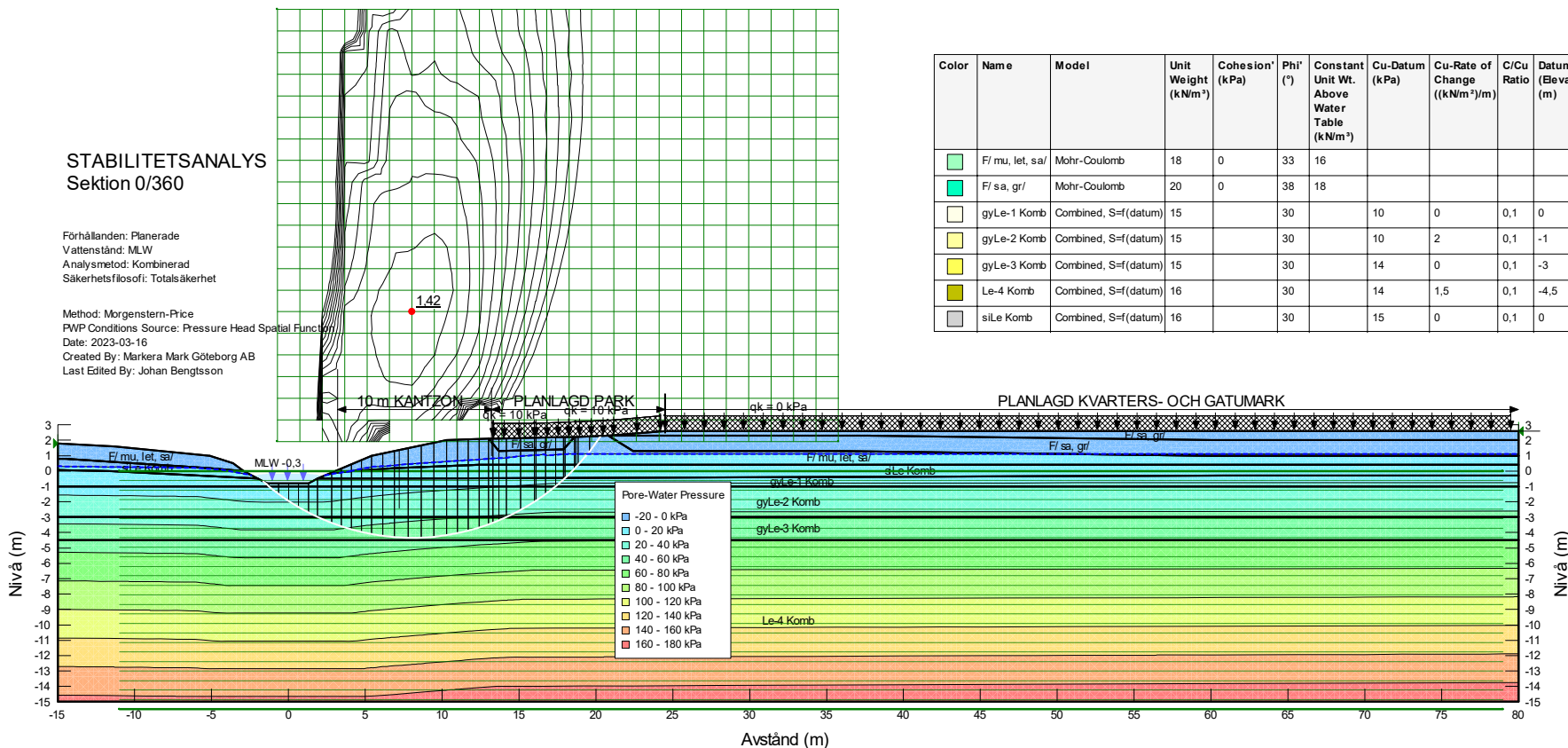
Figur C2-19 Sektion 0/740, odränerad analys

Stabilitetsanalys, nyexploatering



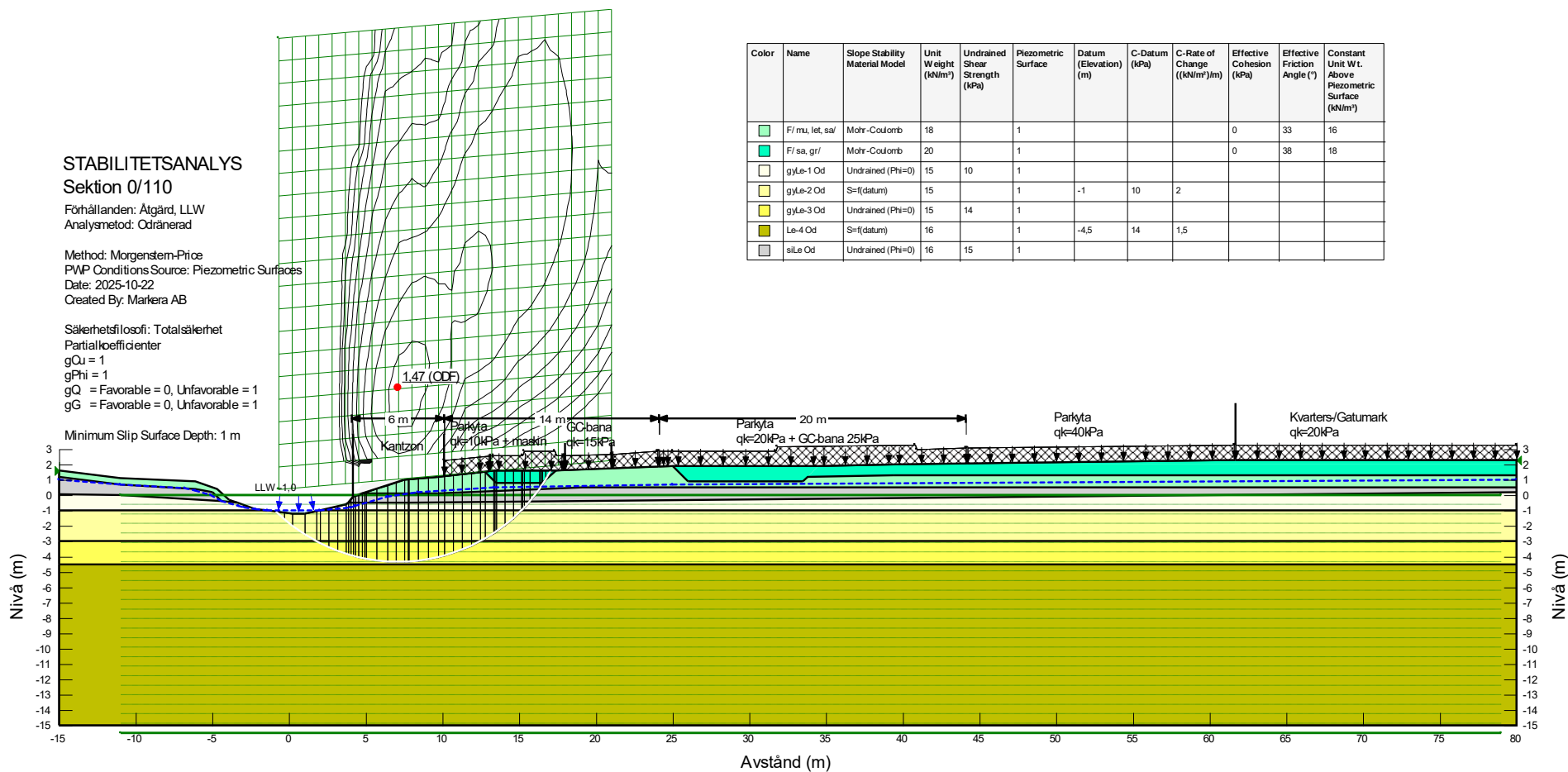
Figur C2-20 **Sektion 0/740, kombinerad analys**

Stabilitetsanalyser, känslighetsanalys

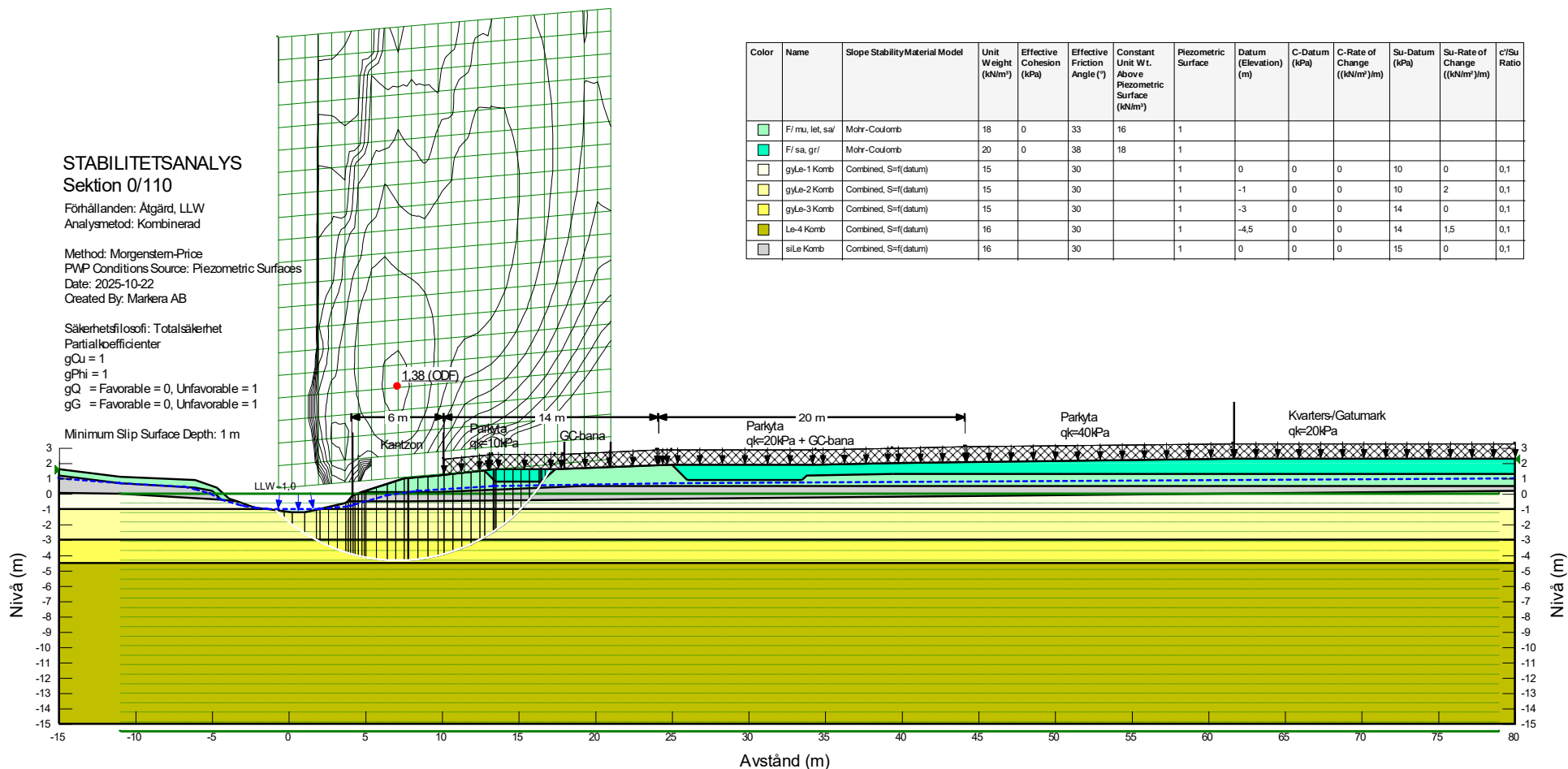


Figur C3-1 Sektion 0/360, kombinerad analys. Portrycksfördelning baserat på prognostiserade portryck (ökning 11 kPa/m) och MLW

Stabilitetsanalyser, åtgärder



Stabilitetsanalyser, åtgärder



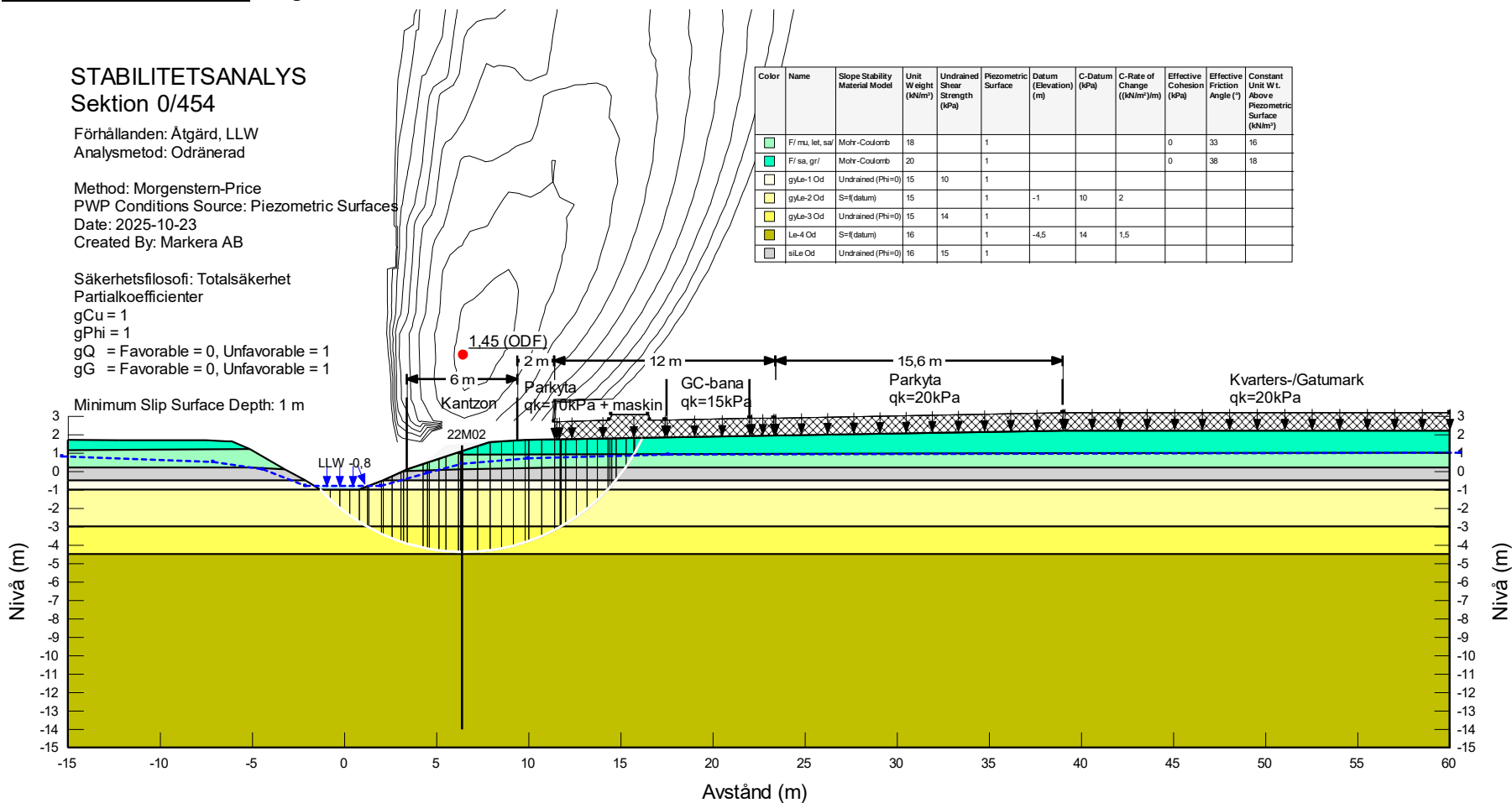
Figur C4-1 Sektion 0/110, kombinerad analys. Utfackning av slänt till 1:3

Stabilitetsanalyser, åtgärder

STABILITETSANALYS **Sektion 0/454**

Förhållanden: Åtgärd, LLW
Analysmetod: Odränerad

Metod: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
 $g_{Cu} = 1$
 $g_{Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$


Figur C4-4 Sektion 0/454, odränerad analys. Utfläckning av slänt till 1:3

Stabilitetsanalyser, åtgärder

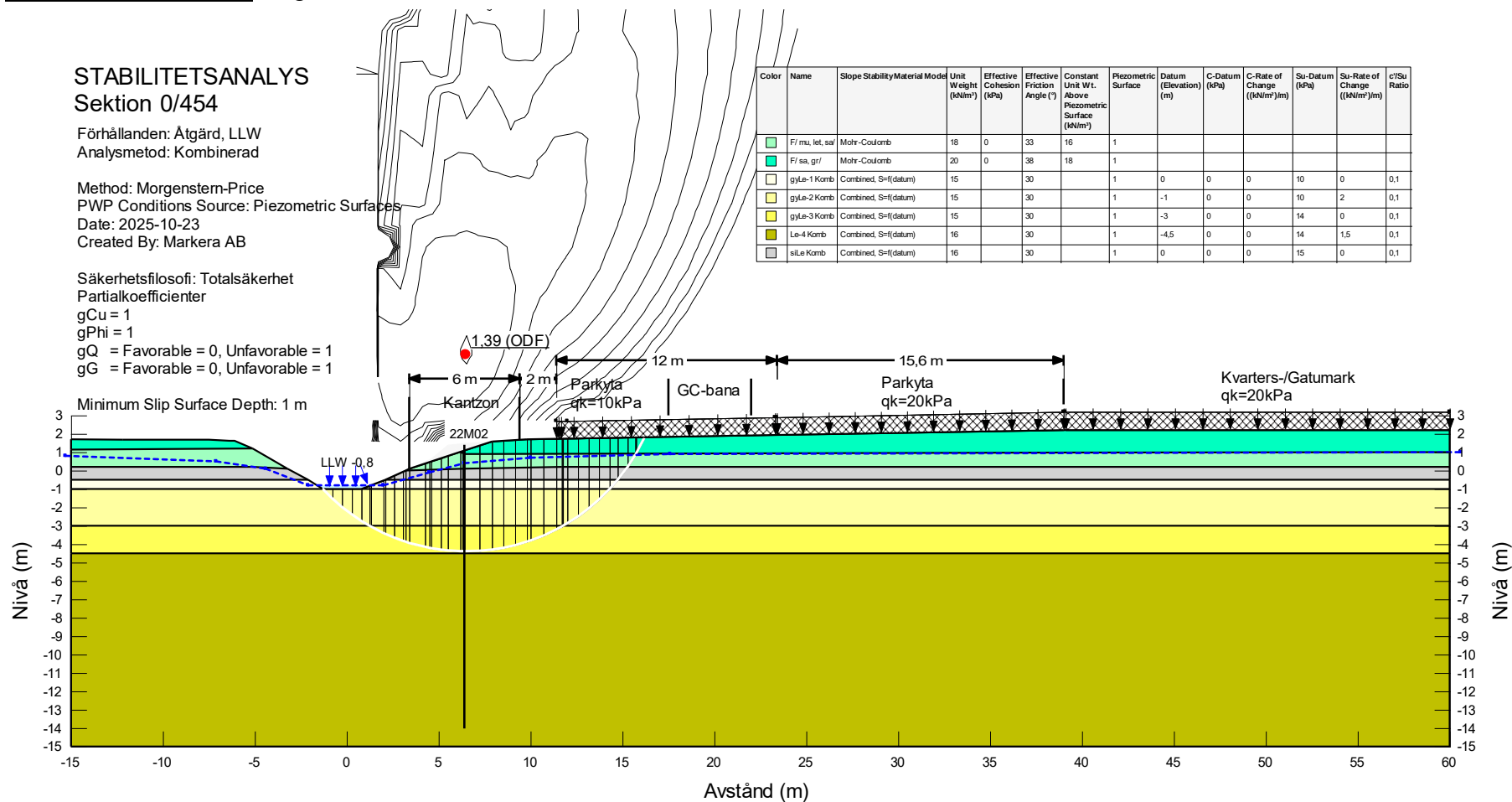
STABILITÄTSANALYS
Sektion 0/454

Förhållanden: Åtgärd, LLW
Analysmetod: Kombinerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-23
Created By: Markera AB

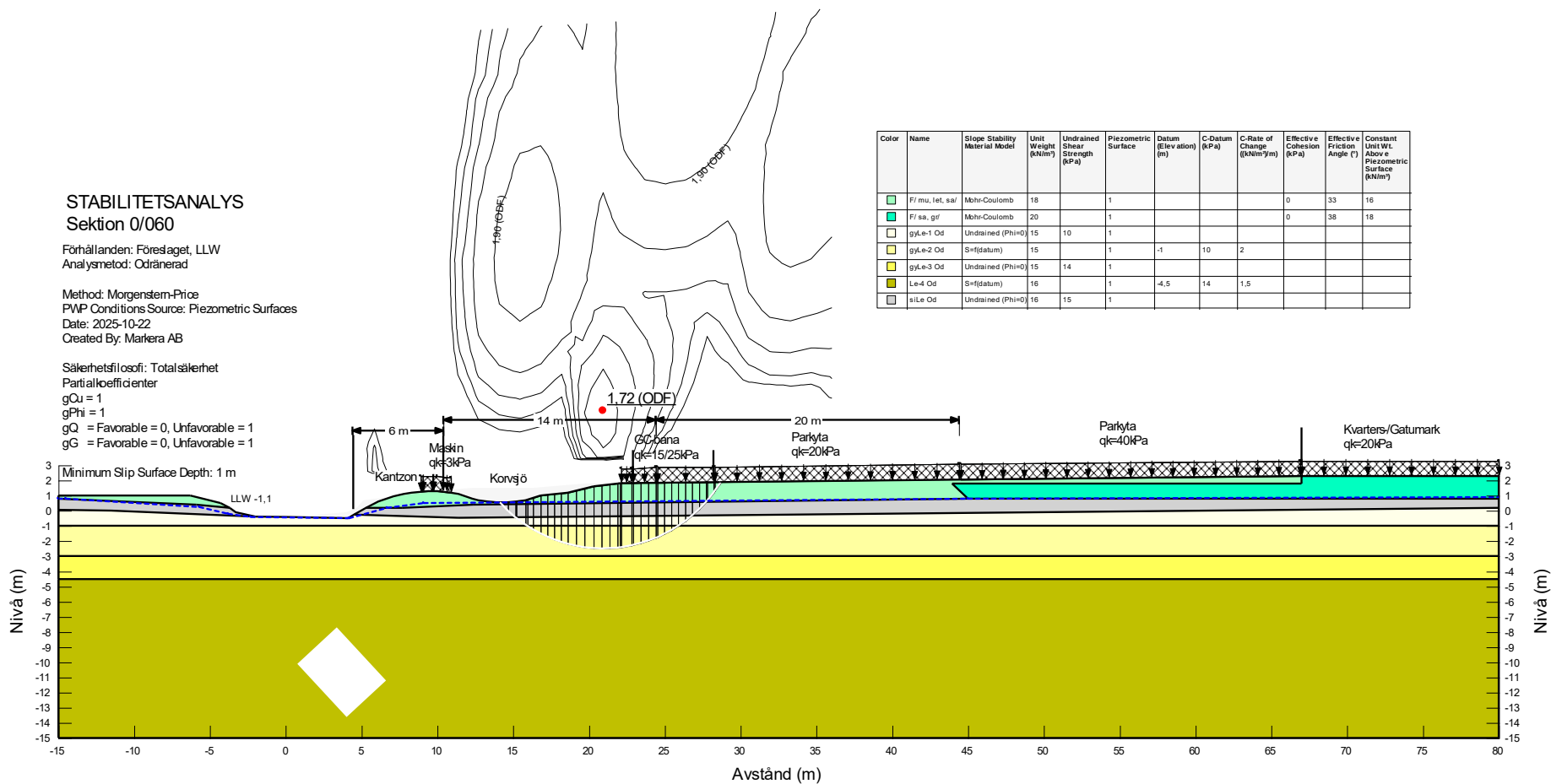
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
gCu = 1
gPhi = 1
gQ = Favorable = 0, Unfavorable = 1
gG = Favorable = 0, Unfavorable = 1

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



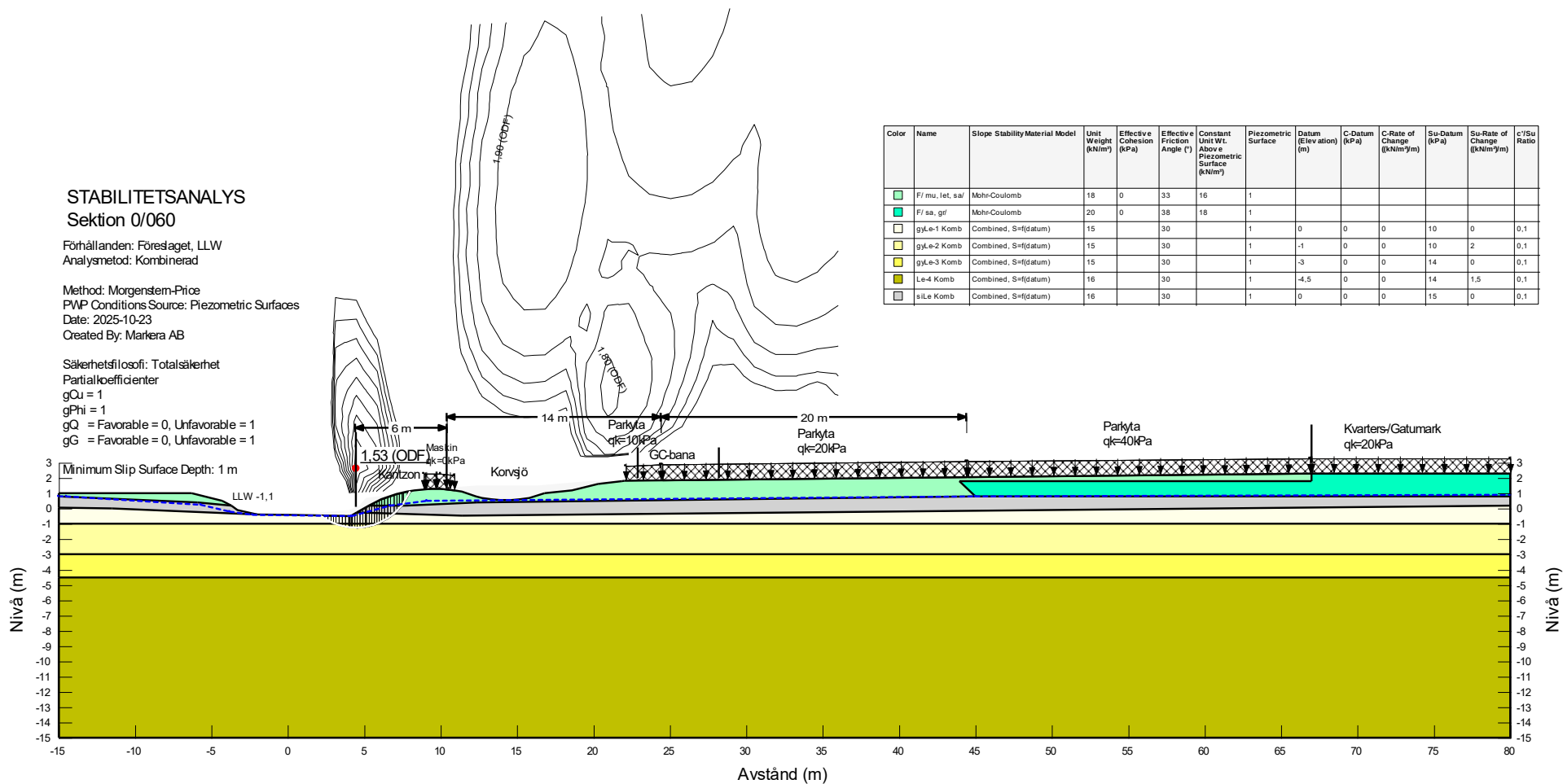
Figur C4-5 Sektion 0/454, kombinerad analys. Utfläckning av slänt till 1:3

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar

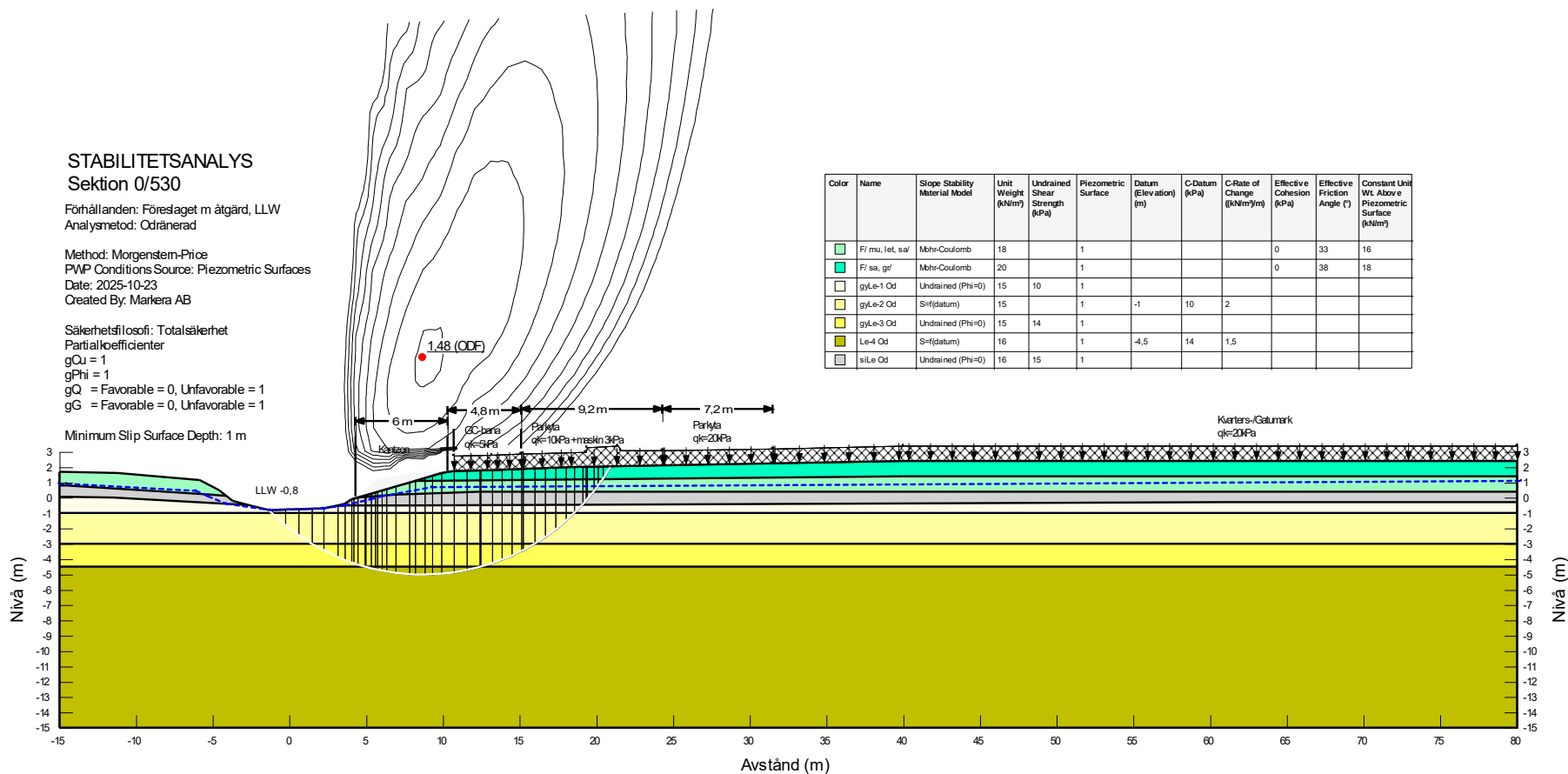


Figur C5-1 Sektion 0/060, odränerad analys. Föreslagen markmodellering

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar

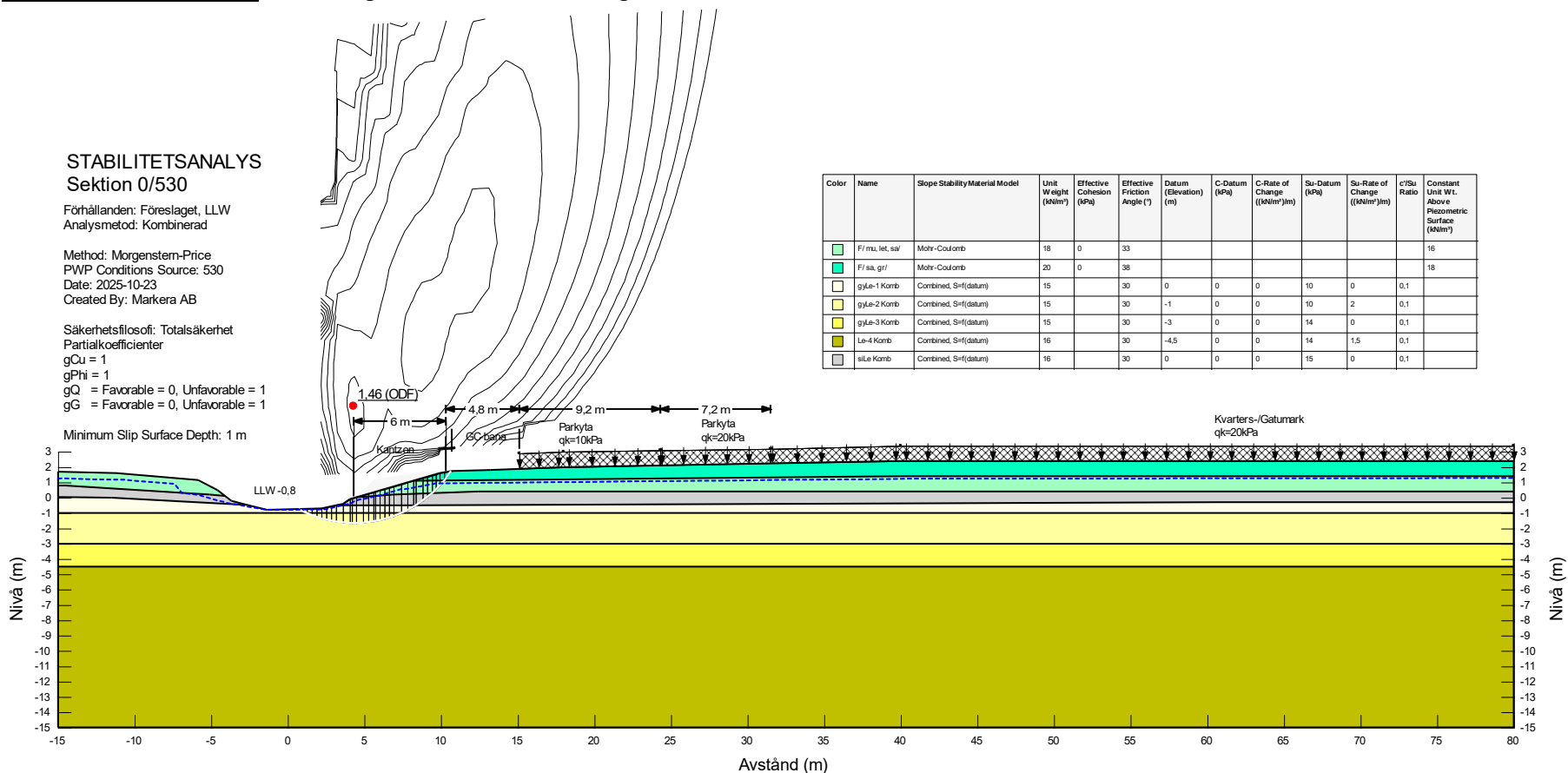


Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar



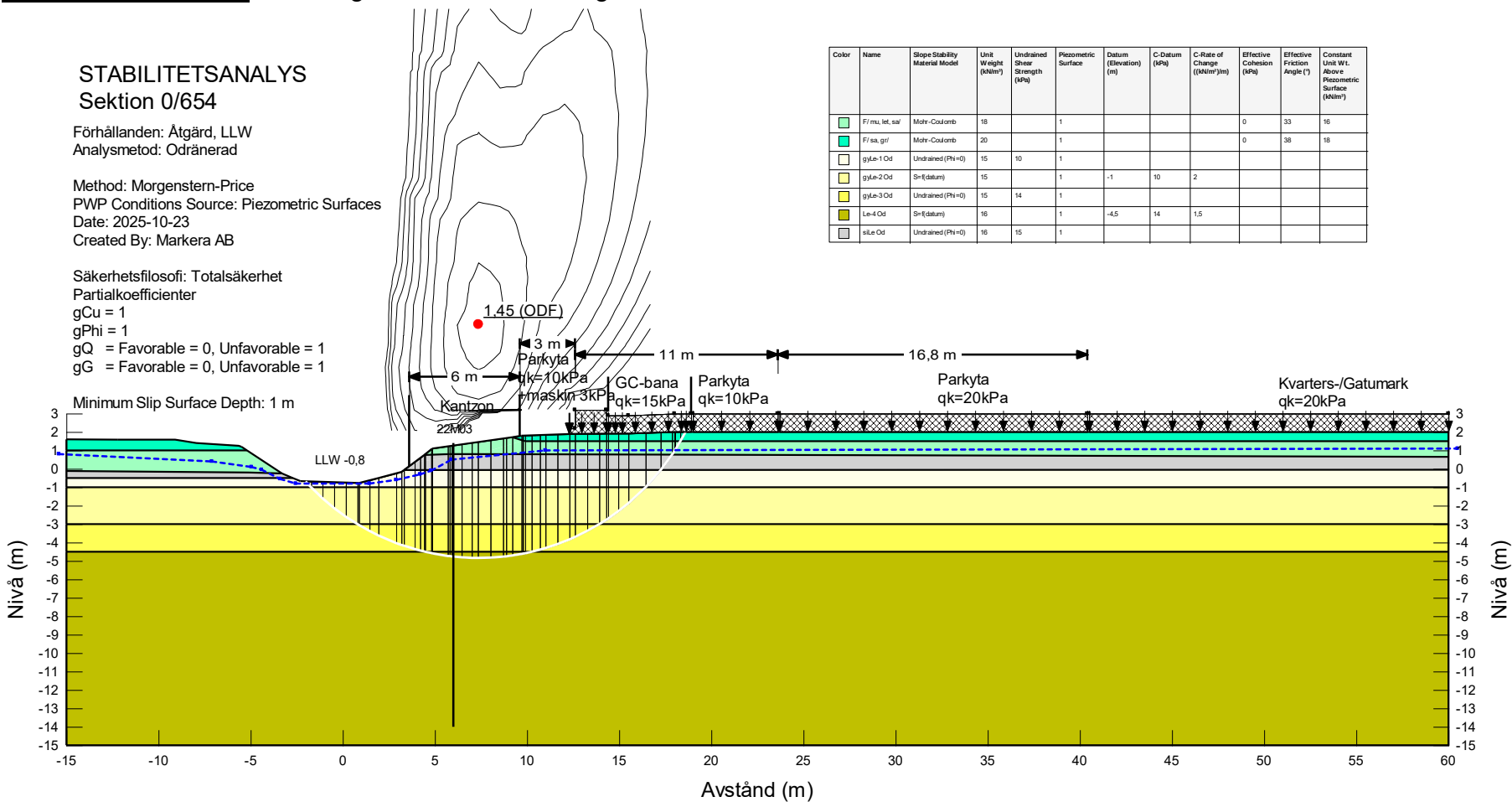
Figur C5-3 Sektion 0/530, odränerad analys. Föreslagen markmodellering. Zon med 10 kPa permanentlast minskas.

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar



Figur C5-4 Sektion 0/530, kombinerad analys. Föreslagen markmodellering. Zon med 10 kPa permanentlast minskas.

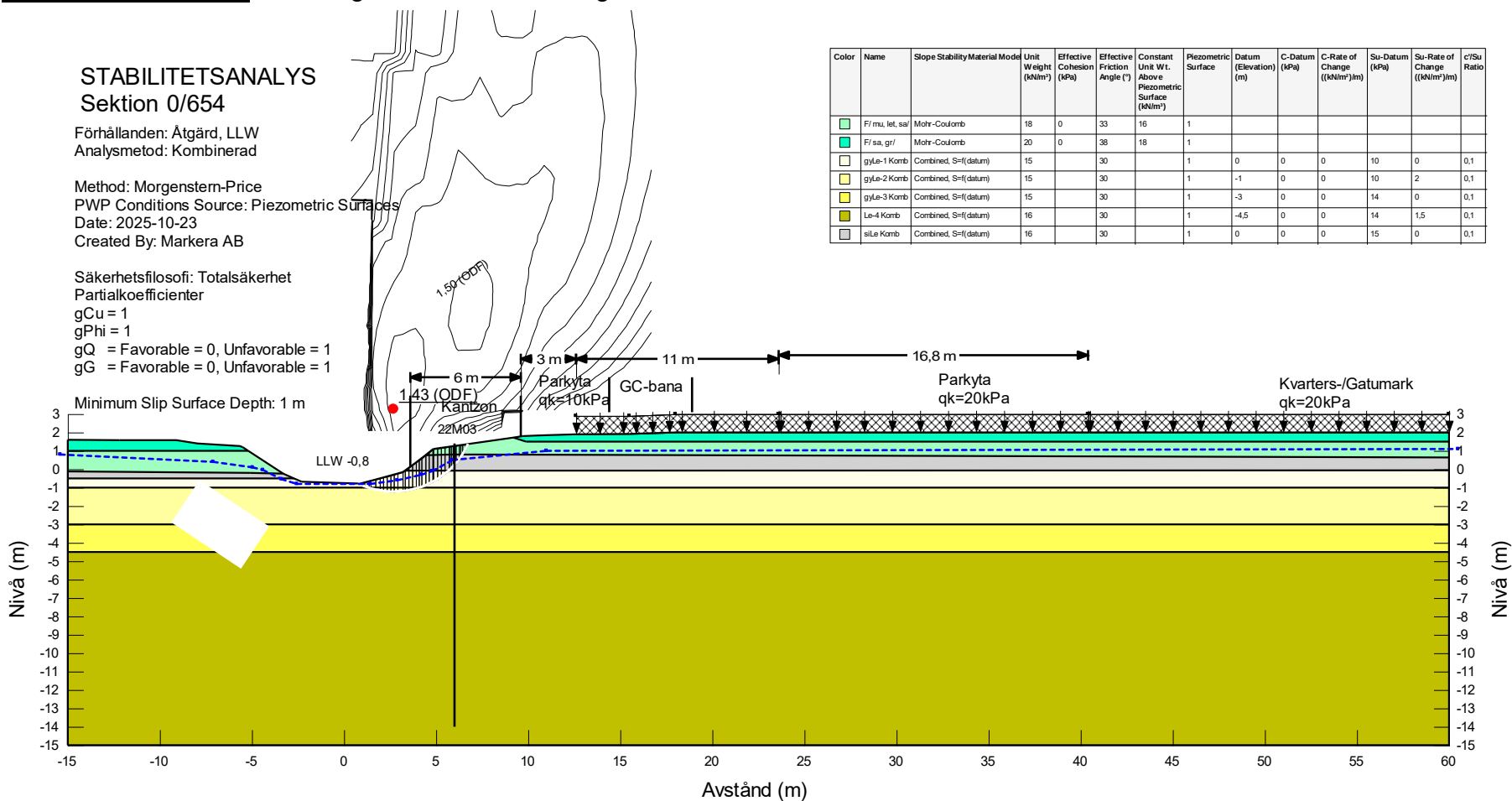
Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar



Figur C5-5

Sektion 0/654, odränerad analys. Föreslagen markmodellering. Zon med 10 kPa permanentlast minskas.

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar



Figur C5-6

Sektion 0/654, kombinerad analys. Föreslagen markmodellering. Zon med 10 kPa permanentlast minskas.

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar

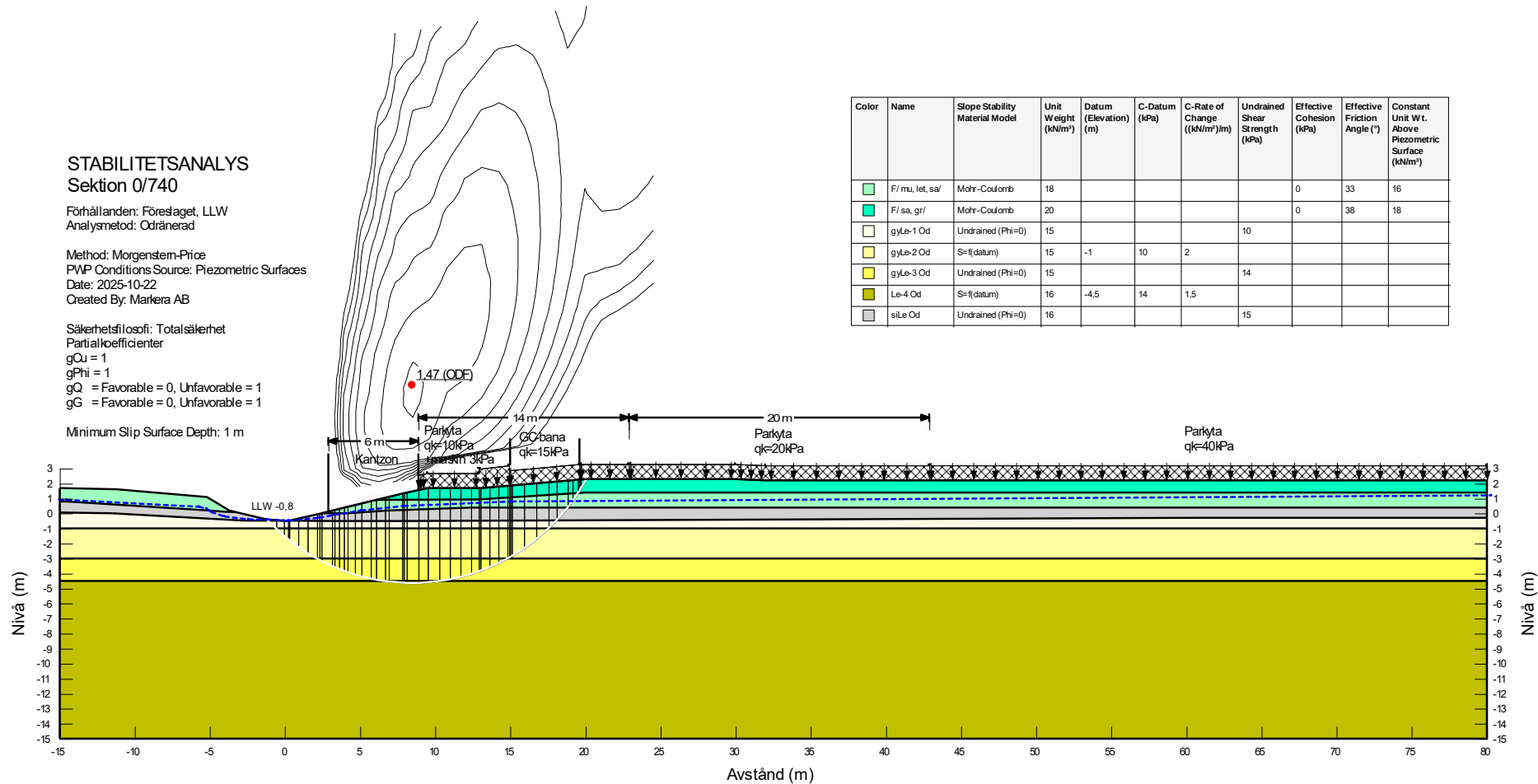
STABILITÄTSANALYS
Sektion 0/740

Förhållanden: Föreslaget, LLW
Analysmetod: Odränerad

Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Surfaces
Date: 2025-10-22
Created By: Markera AB

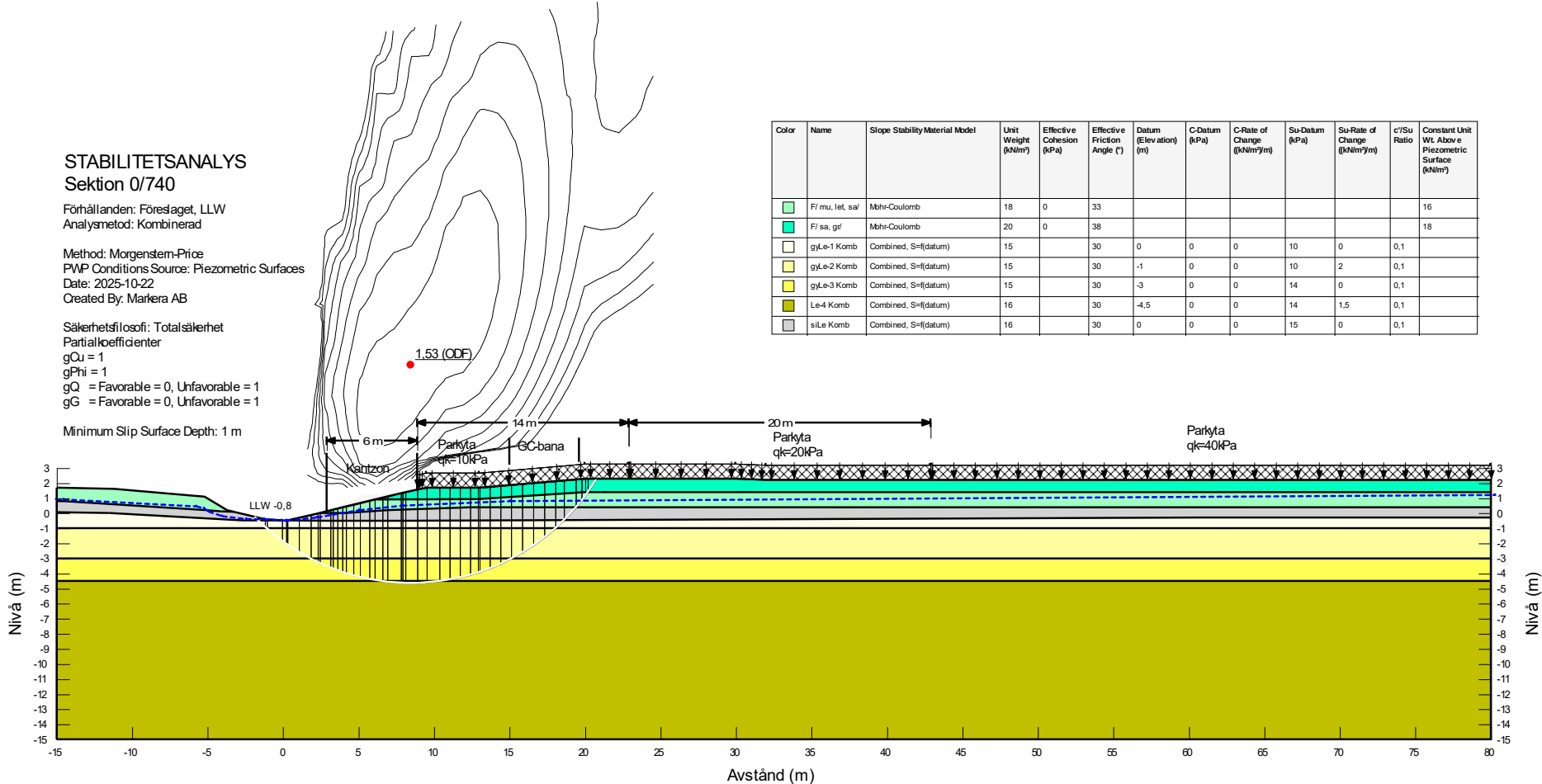
Säkerhetsfilosofi: Totalsäkerhet
Partialkoefficienter
 $g_{Cu} = 1$
 $g_{Phi} = 1$
 $g_Q = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$
 $g_G = \text{Favorable} = 0, \text{Unfavorable} = 1$

Minimum Slip Surface Depth: 1 m



Figur C5-7 Sektion 0/740, odränerad analys. Föreslagen markmodellering

Stabilitetsanalyser, föreslagna markmodelleringar



Figur C5-8 Sektion 0/740, kombinerad analys. Föreslagen markmodellering