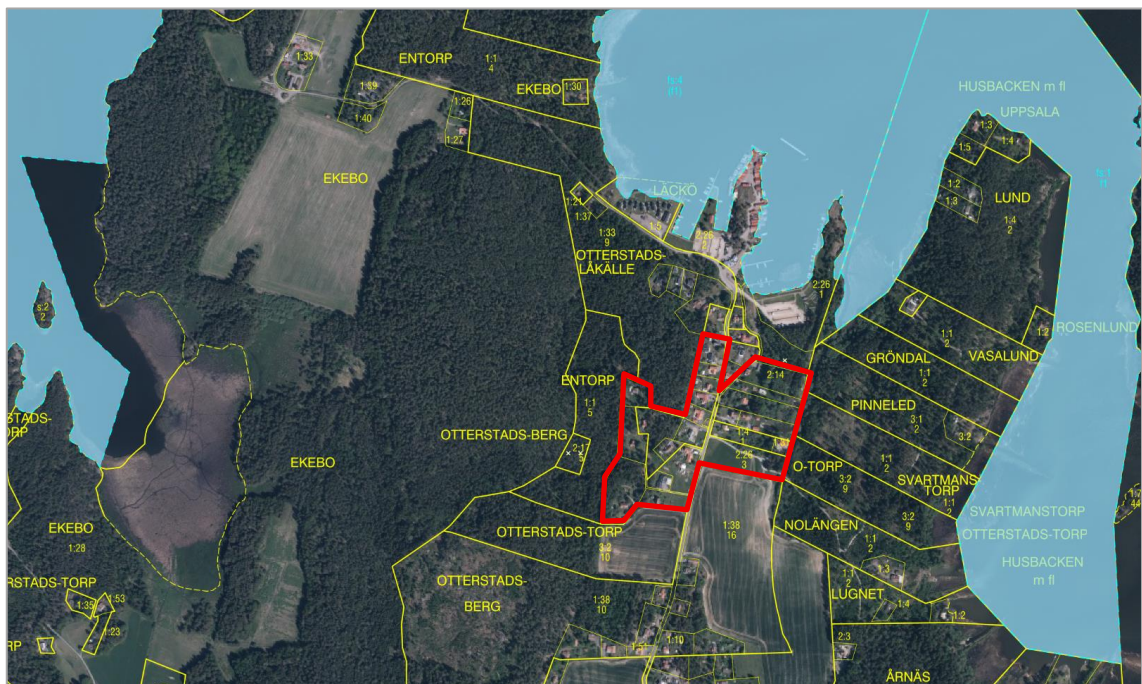


PM Geoteknik

Stabilitetsutredning

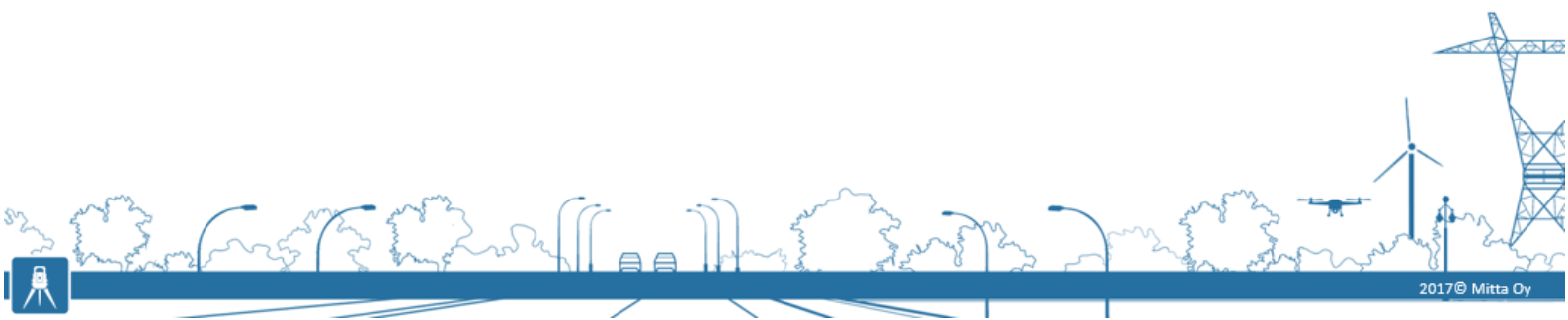
Spiken södra

Lidköpings kommun



Ortofoto över Spiken södra, Lidköping, med område för detaljplan markerat i rött. Källa: Lantmäteriet (2026).

Datum: 2026-04-10	Rev. datum:	Uppdragsnummer: 5004428
Upprättad av: Ludvig Berg		Granskad av: Anton Laitila



ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

UPPDRAGSNAMN: Stabilitetsutredning, Spiken södra
Lidköpings kommun

UPPDRAGSNUMMER: 5004428
UPPRÄTTAD DATUM: 2026-04-10
REVIDERAD DATUM:

BESTÄLLARE: Lidköpings kommun
BESTÄLLARENS OMBUD: Marie-Anne Eriksson

KONSULT: Mitta AB
Organisationsnummer:
556676-6647

Projektledare:
Anton Laitila

Handläggande geotekniker:
Ludvig Berg

Granskare:
Anton Laitila

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE.....	4
2	UNDERLAG	5
3	STYRANDE DOKUMENT	6
4	MARKFÖRHÅLLANDEN	6
4.1	TOPOGRAFI OCH YTBEKÄFFENHET	6
4.2	JORDART- OCH JORDDJUPSKARTA	7
4.3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SKRED	9
4.4	JORDLAGERFÖLJD.....	9
4.5	EROSION	10
4.6	GRUNDEVATTEN	11
5	STABILITETSANALYS	12
5.1	ALLMÄNT	12
5.2	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	13
5.3	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS.....	13
5.4	GEOMETRI.....	13
5.5	LASTER	13
5.6	PORTRYCK	14
5.7	STABILITETSKRAV	14
5.8	VALDA VÄRDEN FÖR MATERIALPARAMETRAR	14
5.9	KÄNSLIGHETSANALYS	16
5.10	RESULTAT.....	16
5.11	BAKÅTGRIPANDE SKRED FRÅN FISKEHAMNEN	17
6	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	19
6.1	SLUTSATSER.....	19
6.2	REKOMMENDATIONER	20

Bilagor

Bilaga 1 – Valda värden

Bilaga 2 - Stabilitetsberäkningar

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Mitta AB har, på uppdrag av Lidköpings kommun, genomfört en geoteknisk stabilitetsutredning inom ramen för detaljplanearbetet för Spiken södra i Lidköpings kommun. Detaljplanearbetet avser en planändring som möjliggör anläggande av en ny parkeringsyta inom planområdet. Uppdraget har initierats med anledning av Statens geotekniska instituts (SGI) yttrande över samrådshandling, där SGI bedömer att det finns förutsättningar för skred i strandnära områden samt möjlig förekomst av sensitiv eller kvick lera. SGI anger vidare att stabilitetsförhållandena behöver klarläggas i planskedet och att bedömningen ska omfatta såväl planområdet som angränsande områden som kan påverka dess stabilitet.

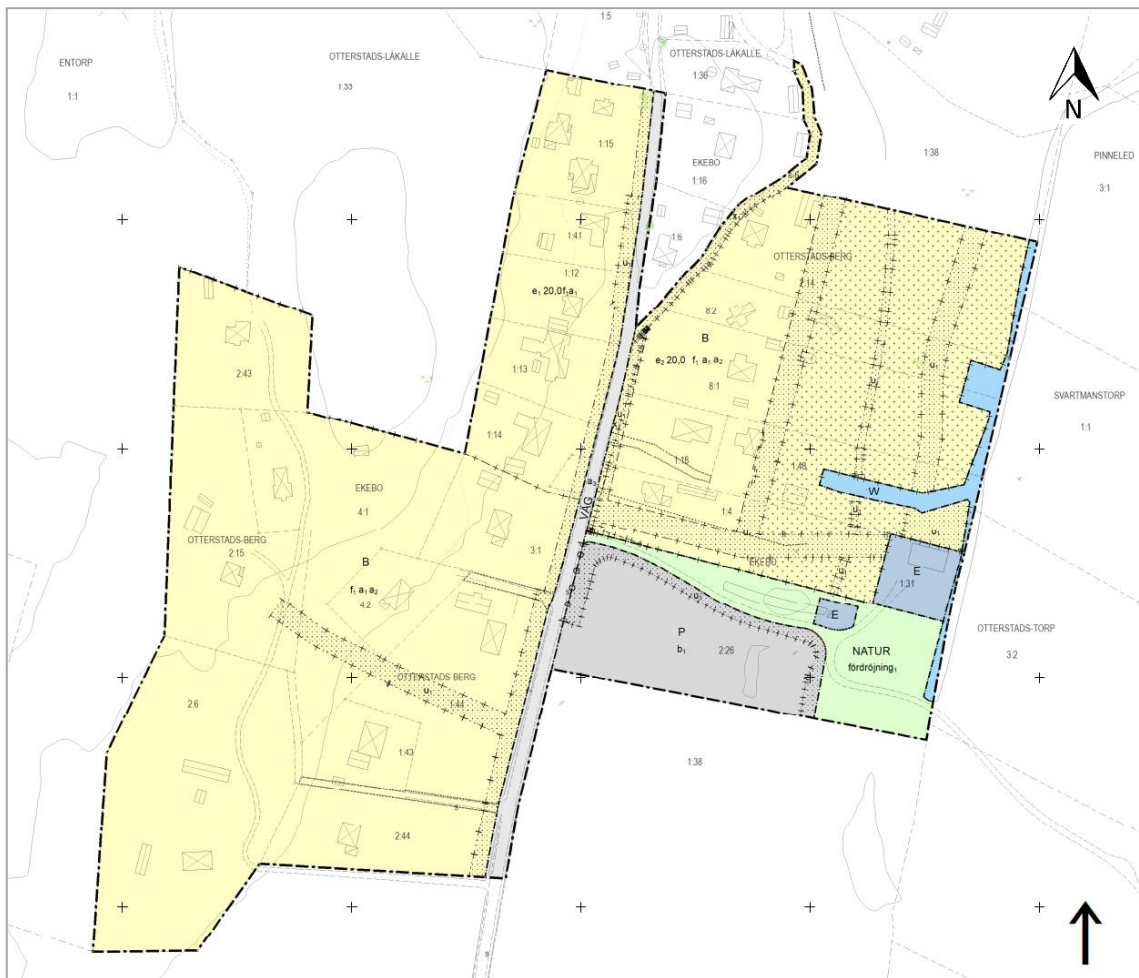
Planområdet är beläget i ett låglänt och relativt flackt område där glacial lera dominerar. Området utgörs av en dalgång mellan två bergsryggar, vilket innebär att jorddjup och lermäktighet kan variera kraftigt. Längs planområdets östra gräns löper en kanal som mynnar i Väneren. Enligt SGI:s yttrande finns förutsättningar för skred i anslutning till kanalen inom planområdet samt i angränsande områden norr om planområdet, bland annat vid Spikens fiskehamn. SGI har även pekat på att viss eroderbarhet kan förekomma längs kanalens strandlinje och att stabiliteten behöver bedömas med hänsyn till både befintliga och planerade förhållanden. Planområdets läge och avgränsning framgår av plankartan i Figur 1.

Tidigare geotekniska undersökningar i närområdet, bland annat vid småbåtshamnen norr om planområdet, visar att leran har låg hållfasthet, är sättningskänslig och uppvisar förhöjd sensitivitet. I tidigare stabilitetsutredningar i området har det konstaterats att stabiliteten lokalt varit otillräcklig och att stabilitetshöjande åtgärder krävts. Dessa förhållanden indikerar att även det aktuella planområdet kan vara påverkat av ogymsamma geotekniska förutsättningar.

För att klarlägga de geotekniska förhållandena inom planområdet har kompletterande geotekniska fält- och laboratorieundersökningar utförts. Resultaten av dessa redovisas i en separat Markteknisk undersökningsrapport (MUR). Undersökningarna omfattar bland annat CPTu-sonderingar, störd och ostörd provtagning samt laboratorieanalyser av jordens egenskaper.

Föreliggande PM baseras på genomförda undersökningar enligt MUR, tidigare geotekniskt underlag, SGI:s yttrande samt tillgängliga kart- och höjddata. Stabilitetsbedömningen har därmed kunnat utföras med utgångspunkt i projektspecifika geotekniska data avseende jordlagerföljd, hållfasthet och portrycksförhållanden.

Syftet med denna utredning är att ge en samlad bild av stabilitetsförhållandena inom och i anslutning till planområdet samt att identifiera eventuella risker och osäkerheter kopplade till släntstabilitet, bakåtgripande skred och erosion i kanalnära läge. Utredningen omfattar stabilitetsberäkningar baserade på erhållna geotekniska data samt en bedömning av risken för bakåtgripande skred från angränsande fiskehamn.



Figur 1. Plankarta, aktuellt område markerat med svart streckad linje.

2 UNDERLAG

För detta arbete har följande underlag använts:

- **Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Spiken södra, Lidköpings kommun,** daterad 2026-04-10, Mitta AB.
- **Släntstabilitetsutredning – Befintliga förhållanden, del av Otterstads-Berg 2:26, Spiken, Lidköpings kommun, PM,** daterad 2005-11-29, Bohusgeo AB.
- **Släntstabilitetsutredning – Förslag till förstärkningsåtgärder, del av Otterstads-Berg 2:26, Spiken, Lidköpings kommun, PM,** daterad 2005-11-30, Bohusgeo AB.
- **Grundvattenbilaga till PM 2005-11-29 – Sammanställning och prognos av portryck/grundvattennivå,** daterad 2005-11-29, Bohusgeo AB.
- **Geoteknisk undersökningsrapport – Planerad parkering, del av Otterstads-Berg 2:26, Spiken, Lidköpings kommun, rapport,** daterad 2002-04-16, Bohusgeo AB.
- **Yttrande över samrådshandling – Detaljplan gällande Spiken södra i Lidköpings kommun,** daterad 2025-10-20, Statens geotekniska institut (SGI).
- **Planbeskrivning – Detaljplan för del av Otterstads-Berg 2:26 m fl, Spiken södra, Kållandsö, samrådshandling,** daterad 2025-09-08, Lidköpings kommun.

Vidare har följande underlag nyttjats:

- Primärkarta över planområdet med höjdkurvor, erhållen via mejl från beställaren 2025-12-04. *Denna inkluderar inmätningar av Vänerns bottenkonturer i hamnområdet.*
- Bottenlodningar utförda i kanalstråket längs östra plangränsen (erhållen av beställaren 2025-12-11).
- Platsbesök, 2026-01-08.
- Min karta, Lantmäteriet
- InSAR, Rymdstyrelsen.

3 STYRANDE DOKUMENT

I Tabell 1 nedan redovisas styrande dokument för undersökningen.

Tabell 1. Planering och redovisning

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1 SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Projektering	SGI Vägledning 8 IEG Rapport 4:2010 TRVINFRA-00230

4 MARKFÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Planområdet sluttar från väster mot öster ned mot den kanal som löper längs planområdets östra gräns. I den västra delen, i anslutning till högre terräng och bergsrygg, uppgår marknivåerna till cirka +60 (RH2000). Marknivåerna avtar därefter österut och uppgår i den kanalnära delen till cirka +46 (RH2000).

De beräkningssektioner som behandlas i denna utredning sträcker sig från den högre belägna terrängen i väster ned mot kanalen i öster. Slänten är överlag relativt flack men med en tydlig nivåskillnad mellan västra delen av området och kanalens strandlinje. Lokalt förekommer brantare partier i anslutning till berg i dagen.

Längs de västra fastigheternas östra gräns löper en väg i nord-sydlig riktning, benämnd Spikens fiskeläge.

Ytbeskaffenheten utgörs huvudsakligen av naturmark med träd- och buskvegetation i de högre liggande delarna. Närmare kanalen förekommer öppnare ytor samt gångstråk och delvis anlagda slänter. Kanalens strandzon är vegetationsklädd. I området finns även befintlig villabebyggelse.

InSAR-baserade markrörelsemätningar över området visar inga indikationer på betydande markrörelser under mätperioden. Resultaten redovisas i Figur 2.



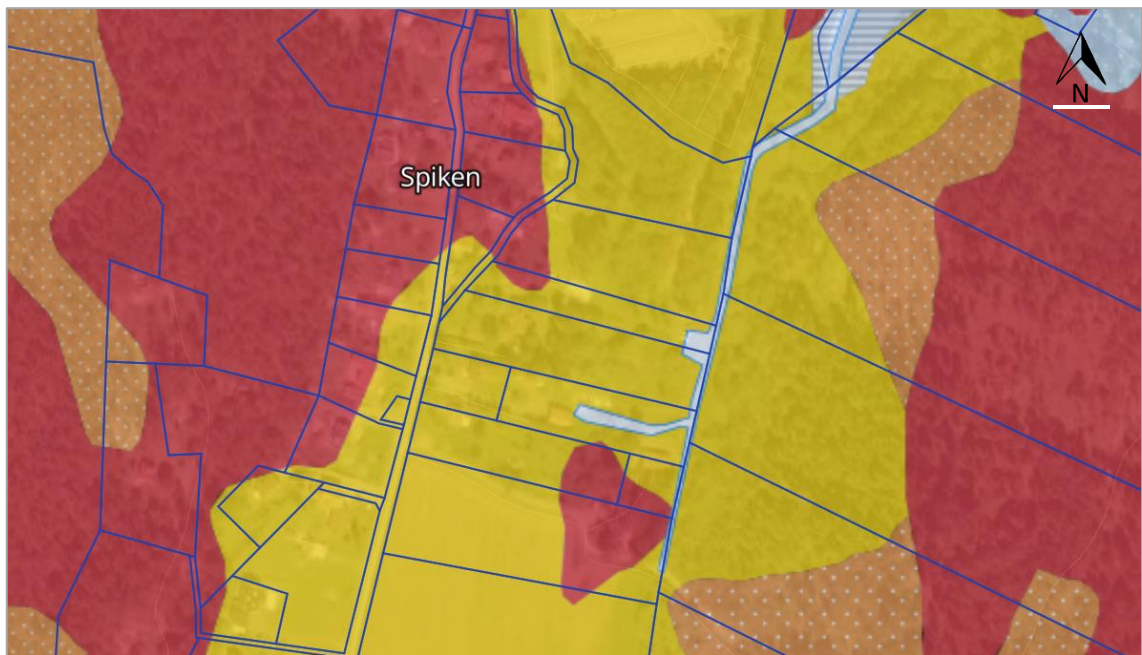
Figur 2. InSar-mätningar i området.

4.2 Jordart- och jorddjupskarta

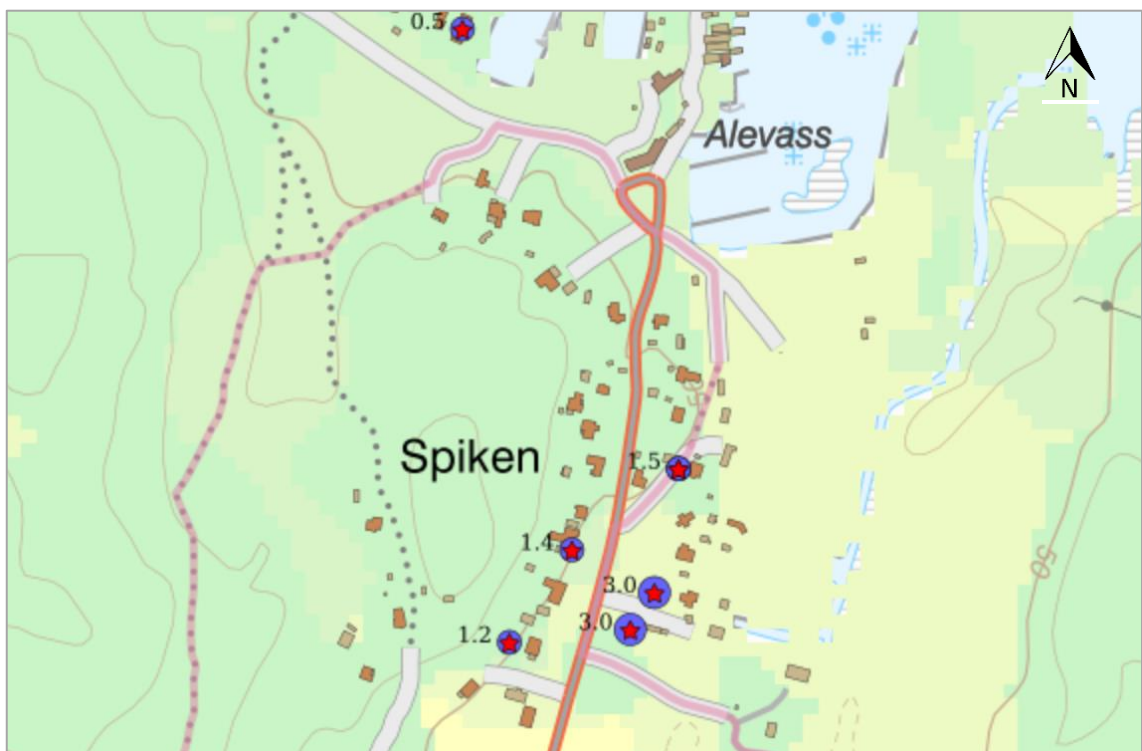
Enligt SGU:s jordartskarta utgörs den ytligaste jordarten inom planområdet huvudsakligen av lera.

Strax öster om den planerade parkeringsytan förekommer berg i dagen. Berg i dagen förekommer även i den västra delen av området, i anslutning till högre belägen terräng och bergsrygg.

Enligt SGU:s jorddjupskarta uppgår jorddjupet inom området generellt till mellan 1 och 3 meter. Utdrag ur SGU:s jordartskarta respektive jorddjupskarta redovisas i Figur 3 och Figur 4.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta, gult markerar lera och rött berg i dagen.



Figur 4. Utdrag ur SGU:s jorddjupskarta, gult indikerar jorddjup på 1-3 m och grönt berg i dagen.

4.3 Förutsättningar för skred

Planområdet lutar svagt mot öster ned mot den kanal som löper längs områdets östra gräns och som står i hydraulisk kontakt med Vänern.

Enligt SGU:s kartvisare "Förutsättningar för skred i finkornig jordart" omfattas området av ett akksamhetsområde som sträcker sig längs kanalen och vidare utmed Vänerns strandlinje. Området har identifierats baserat på förekomst av finkorniga jordar i kombination med lutande terräng, se Figur 5.



Figur 5. Utdrag ur SGU:s kartvisare "Förutsättningar för skred i finkornig jordart". Gula markeringar visar akksamhetsområden framtagna genom kombinerad analys av lutningsförhållanden och jordarter. Det sammanhängande akksamhetsområdet längs kanalstråket och utmed Vänerns strandlinje framgår av kartan.

4.4 Jordlagerföljd

Jordlagerföljden inom aktuellt planområde har bedömts utifrån utförda geotekniska fält- och laboratorieundersökningar redovisade i MUR samt med stöd av SGU:s jordarts- och jorrdjupskartor och tidigare undersökningar i närområdet. Sammantaget visar undersökningarna att jordlagerföljden inom området i huvudsak utgörs av ett tunt ytligt mullhaltigt lager ovan lera, som underlagras av friktionsjord på berg.

4.4.1 Ytligt lager

I de undersökta punkterna förekommer ett ytligt lager med varierande sammansättning och begränsad mäktighet. Lagret utgörs huvudsakligen av lera med inslag av silt och humus.

Det ytliga lagrets mäktighet uppgår generellt till cirka 1 m.

4.4.2 Lera

Under de ytliga jordlagren följer i huvudsak lera. Utförda provtagningar och laboratorieundersökningar visar att leran generellt är siltig och att variationer förekommer, med lokala inslag av sand samt enstaka skikt eller linser av silt och sand.

Utförda sonderingar visar att lerans mäktighet varierar inom området. I merparten av undersökningspunkterna övergår leran i fast lagrad friktionsjord på djup i storleksordningen cirka 9 till 14 m under markytan.

I den sydöstra delen av planområdet, där den planerade parkeringsytan är belägen (punkt 26M005) sker övergången till fast lagrad friktionsjord på ett grundare djup, cirka 7,5 m under markytan.

Resultaten visar att jorddjupet varierar inom området, vilket är förenligt med områdets topografiska läge i en dalgång mellan bergspartier.

4.4.3 Underliggande friktionsjord och berg

Under lerlagren bedöms friktionsjord förekomma, vilken i sin tur vilar på berg. Berg i dagen förekommer inom och i direkt anslutning till planområdet, främst i västra delen samt strax öster om den planerade parkeringsytan.

4.5 Erosion

Vid platsbesöket den 2026-01-08 genomfördes en okulär inventering av kanalens strandzon och slänter. Inga tydliga tecken på pågående eller omfattande erosion kunde observeras längs den aktuella sträckan, såsom undergrävda slänter, rasbranter eller blottlagda jordlager.

Vid tidpunkten för platsbesöket var markytan delvis täckt av snö, vilket dock begränsade möjligheten att i detalj studera ytlig erosion och mindre erosionsspår.

Lokalt noterades dock förekomst av sly och mindre träd som lutar in mot kanalen, se Figur 6.



Figur 6. Sly och mindre träd som lutar in mot kanalen.

4.6 Grundvatten

Grundvattennivåer har uppmätts i samband med de utförda geotekniska undersökningarna. Observationer i installerat grundvattenrör samt i öppna borrhål visar att grundvattenytan inom planområdet generellt ligger relativt ytligt, cirka 0,5–1,2 m under markytan.

De uppmätta nivåerna avser främst områden i närheten av kanalen, men även inom den sydöstra delen av planområdet där den planerade parkeringsytan är belägen. Resultaten visar att grundvattenförhållandena är relativt likartade inom området, med en grundvattenyta nära markytan.

Planområdet sluttar mot den kanal som löper längs planområdets östra gräns. Det kan därför förväntas att grundvattennivån inom området står i hydraulisk kontakt med kanalen och i förlängningen med Vätern. Grundvattenytan bedöms därmed i huvudsak följa markytans lutning mot kanalen.

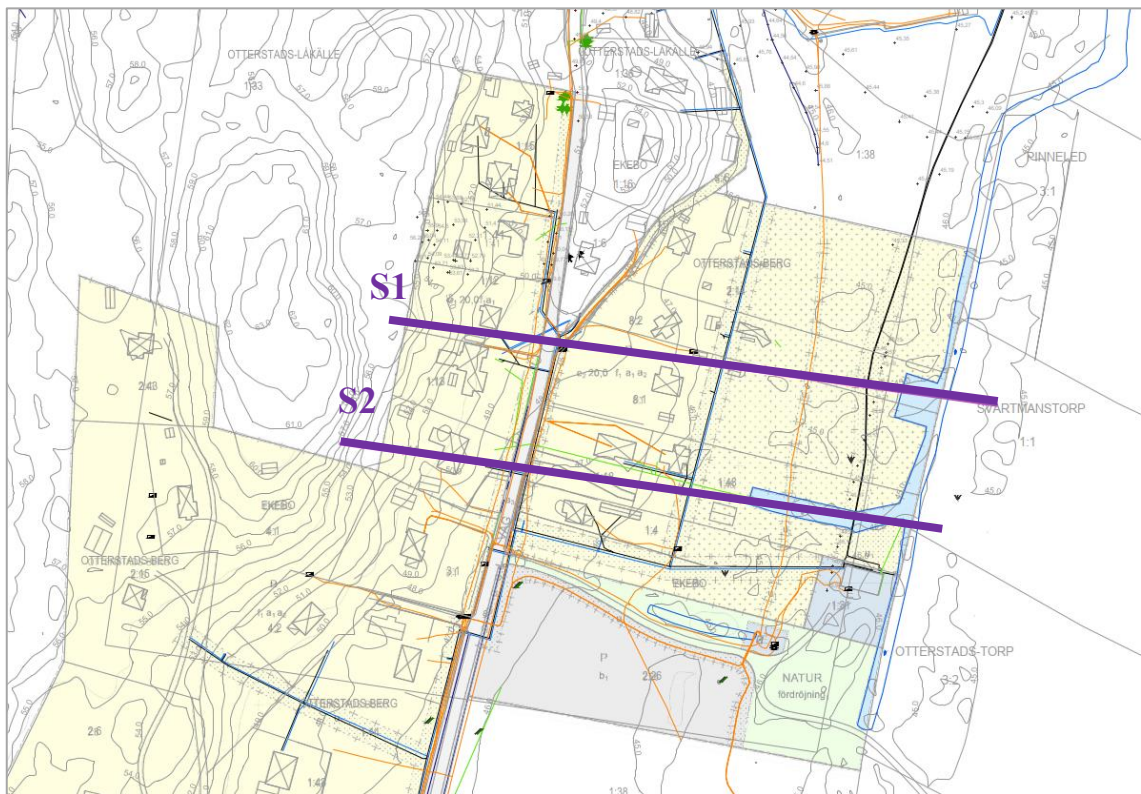
5 STABILITETSANALYS

5.1 Allmänt

Stabiliteten har analyserats i två sektioner i väst–östlig riktning ned mot kanalen. Beräkningssektionernas läge framgår av Figur 7. Sektionerna har valts för att representera de mest ogynnsamma förhållandena inom planområdet, där större jorddjup och lutande terräng förekommer i riktning mot kanalen.

Den sydöstra delen av planområdet, där den planerade parkeringsytan är belägen, har inte analyserats i separat sektion. Detta motiveras av att området utgörs av flackare terräng samt att berg i dagen förekommer direkt öster om området, vilket innebär gynnsamma stabilitetsförhållanden.

Beräkningar har utförts med karakteristiska värden på materialegenskaper och laster.



Figur 7. Planritning med valda sektioner för stabilitetsberäkningar.

5.2 Beräkningsförutsättningar

Beräkningarna har utförts enligt beräkningsgången i IEG Rapport 4:2010.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med hjälp av datorprogrammet SLOPE/W GeoStudio 2024.2.0, version 24.2.0.298. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsekvationer i det vertikala planet.

I de aktuella analyserna har cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Prices lamellmetod. Beräkningarna har utförts för dränerad och kombinerad analys. Inga tredimensionella effekter har tagits med i beräkningarna.

5.3 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Stabilitetsberäkningar är utförda för permanentskedet, i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

5.4 Geometri

Beräkningssektionernas geometrier har fastställts utifrån primärkarta som har erhållits från beställaren. Marknivåer och släntgeometrier i sektionerna har därmed baserats på befintliga topografiska förhållanden.

I den västra, högre belägna delen av planområdet antas friktionsjord och/eller berg påträffas på ringa djup under markytan. Detta antagande stöds av SGU:s jorddjupskarta samt förekomsten av berg i dagen i och i anslutning till området.

Mot den kanalnära delen i öster ökar jorddjupet successivt. Jorddjupet i beräkningssektionerna har fastställts med stöd av utförda sonderingar inom planområdet, vilka visar att övergången från lera till fast lagrad friktionsjord generellt sker på djup i storleksordningen cirka 9 till 14 m under markytan.

Bottendjupet i kanalen har karterats av kommunen i samband med denna utredning (underlag erhållet 2025-12-11). Karteringen visar bottennivåer omkring +43,45 m, vilket motsvarar en höjdskillnad om cirka 1,25 meter i förhållande till omgivande marknivåer.

5.5 Laster

Vid stabilitetsberäkningarna har laster antagits utifrån planerad markanvändning enligt detaljplanen. Laster har valts som karakteristiska värden och har ansatts i enlighet med gällande praxis.

För ytor avsedda för väg har en karakteristisk, utbredd last om 20 kPa antagits i enlighet med TRVINFRA-00230.

För bebyggelsemark har en karakteristisk, utbredd last om 20 kPa antagits. Valet av lastnivå baseras på att bebyggelsen huvudsakligen utgörs av småhus.

För områden planlagda som kryssmark har ingen ytlast antagits i beräkningarna.

5.6 Portryck

Vid stabilitetsberäkningarna har en hydrostatisk portrycksprofil antagits. Portrycksprofilen har valts så att den i huvudsak följer markens lutning ned mot kanalen längs planområdets östra gräns.

Grundvattennivån i beräkningarna har anpassats utifrån utförda observationer i borrhål samt uppmätta grundvattennivåer inom planområdet. Uppmätta portryck i underliggande friktionsjord, baserade på DPT-sonderingar, indikerar hydrostatiska förhållanden, vilket styrker antagandet om en hydrostatisk portrycksprofil. Den valda profilen bedöms därmed vara representativ för rådande grundvattenförhållanden.

Som ett ogynnsamt och dimensionerande fall har lågt vattenstånd i kanalen antagits. Vattenståndet i Vätern har i beräkningarna satts till +43,7, vilket motsvarar lägsta vattenstånd efter reglering sedan 1937 enligt statistik från SMHI.

5.7 Stabilitetskrav

Stabilitetsberäkningar har utförts med odränerad och kombinerad analys enligt IEG Rapport 4:2010. Beräkningar är utförda för planläggning med status detaljerad utredning, vilket innebär att erforderlig säkerhetsfaktor ska uppgå minst inom spannet $F_c \geq 1,7 - 1,5$ vid odränerad analys och $F_{komb} \geq 1,5 - 1,4$ vid kombinerad analys.

I detta fall har $F_c \geq 1,56$ för odränerad analys respektive $F_{komb} \geq 1,43$ för kombinerad analys. Detta val är baserat på ett antal olika gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer. Viktning av gynnsamma och ogynnsamma faktorer redovisas i Bilaga 1.

5.8 Valda värden för materialparametrar

Val av materialparametrar för stabilitetsberäkningarna har baserats på utförda geotekniska undersökningar inom planområdet, innefattande CPT-sonderingar och ostörd provtagning med tillhörande laboratorieundersökningar.

5.8.1 Ytligt lager

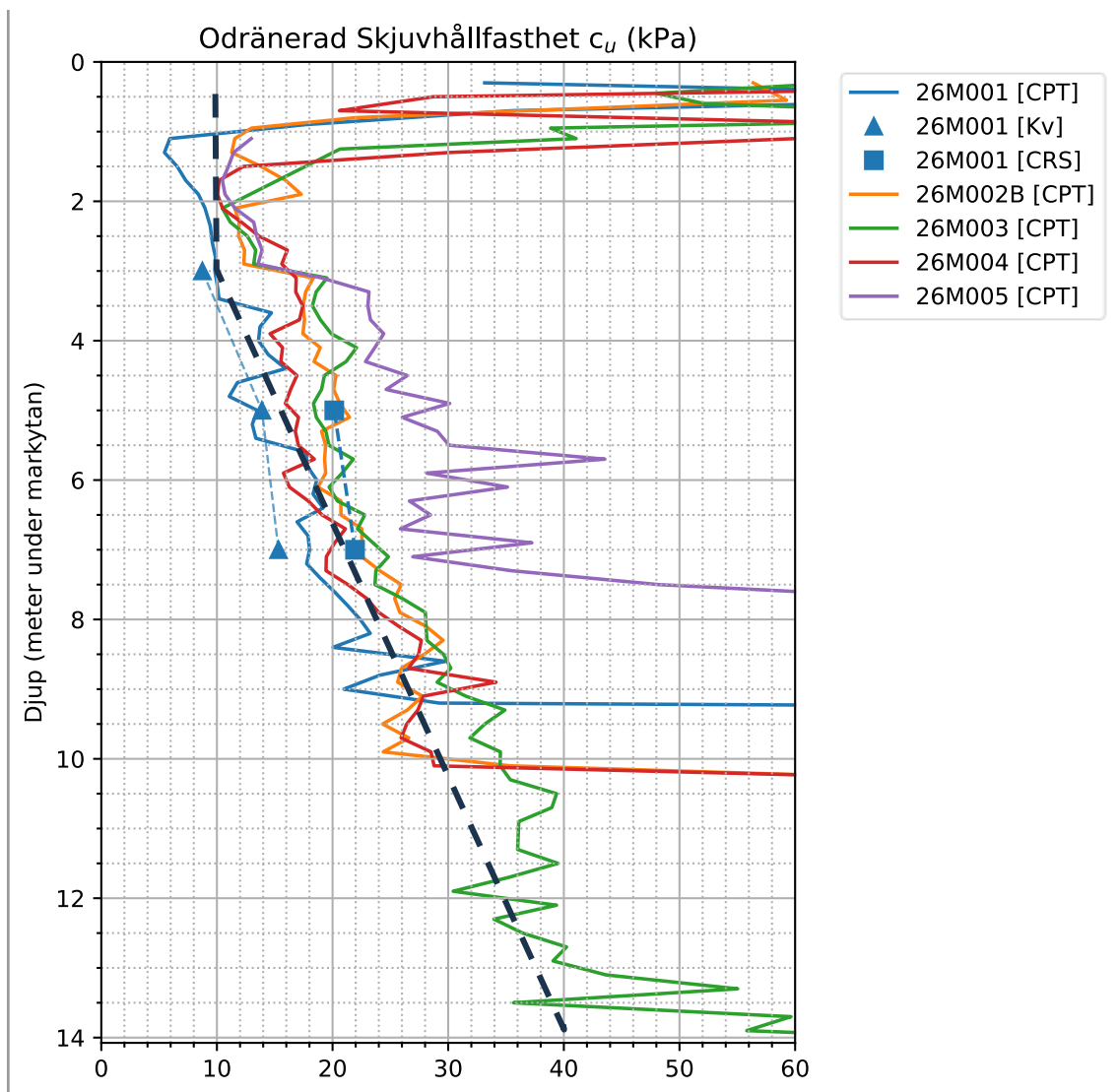
Friktionsvinkeln på det ytliga lagret har valts till $\phi' = 34^\circ$. Tungheten på lagret antas uppgå till 16 kN/m^3 .

5.8.2 Lera

Värden för lerlagrets odränerade skjuvhållfasthet har bestämts utifrån härledda värden från CPT-sonderingar, ostörda rutinanalyser och CRS utförda i laboratorium.

- Omedelbart under det ytliga lagret antas en odränerad skjuvhållfasthet om $c_u = 10 \text{ kPa}$ ned till 3 meters djup under markytan.
- Från 3 meters djup ökar skjuvhållfastheten linjärt med cirka $2,7 \text{ kPa}$ per meter till cirka 40 kPa vid 14 meters djup, motsvarande övergången till underliggande friktionsjord.

Den valda skjuvhållfastheten är markerad med svartstreckad linje, se Figur 8.



Figur 8. Härledda värden för odränerad skjuvhållfasthet och valt värde.

För dränerad skjuvhållfasthet som används vid kombinerad analys antas att:

- Inre friktionsvinkel, $\phi' = 30^\circ$,
- Kohesionsintercept, $c' = 0,1 \times c_u$

där c_u är valda värden för odränerad skjuvhållfasthet.

Tungheten på lagret sätts till 16 kN/m vilket är ett medelvärde baserat på uppmätta skrymdensiteter på ostörda jordprover.

5.8.3 Underliggande friktionsjord

Friktionsvinkeln i underliggande friktionsjord har valts till $\phi' = 38^\circ$ och tungheten till 18 kN/m².

5.8.4 Berg

Berg antas utgöra fast botten. Berg har betraktats som ogenomträngligt i stabilitetsberäkningarna och har inte modellerats som ett aktivt material utan utgör begränsning för möjliga glidytor.

5.8.5 Övriga antaganden/förutsättningar

Nedan listas övriga antaganden för stabilitetsberäkningarna:

- Beräknade glidytor har begränsats till att ligga som närmast 3 m under markytan.
- Inga 3D-effekter är beaktade, vilket i detta fall ger beräkningar på säker sida.

5.8.6 Sammanställning av valda värden

I Tabell 2 redogörs en sammanställning av valda materialparametrar för stabilitetsberäkningarna.

Tabell 2. Valda materialparametrar för stabilitetsanalys, karakteristiska värden.

Jordlager	Materialegenskap	Karakteristiskt värde, X_k
Ytligt lager	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	16 kN/m ³ 34°
Lerlager 1	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Kohesionsintercept, c'	16 kN/m ³ 30 ° 10 kPa 0,1 * c_u
Lerlager 2	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Kohesionsintercept, c'	16 kN/m ³ 30 ° 10+2,7*z kPa (där z=0 i ö.k. av lerlagret) 0,1 * c_u
Friktionsjord	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 38°
Berg	Ogenomträngligt	Ogenomträngligt

5.9 Känslighetsanalys

För att belysa stabilitetens känslighet för förändrade geotekniska och geometriska förhållanden har en känslighetsanalys genomförts för båda beräkningssektionerna (S1 och S2).

I analysen har ett erosionsscenario beaktats där kanalens botten antas ha eroderat med 0,5 m i förhållande till nuvarande nivå. Samtidigt har släntgeometrin justerats så att slänten i det eroderade området antas vara brantare än i nuläget. Detta representerar ett ogynnsamt men möjligt framtida tillstånd där erosion medför en sänkning av släntheten i kombination med en ökad släntlutning.

5.10 Resultat

Beräkningarna visar att kraven på säkerhetsfaktor uppfylls med $F_c \geq 1,59$ och $F_{komb} \geq 1,44$ för båda sektionerna.

En sammanställning över beräknade säkerhetsfaktorer med totalsäkerhetsmetoden redovisas i Tabell 3. Samtliga beräkningar redogörs i sin helhet i Bilaga 2.

Tabell 3. Sammanställning av beräknade säkerhetsfaktorer. Förklaring till färgkodning ges i nedre delen av tabellen.

Sektion	Odränerad, F_c	Kombinerad, F_{komb}	Bilaga 2 Sid.nr.
S1	1,85	1,57	1-2
S2	2,30	2,05	3-4
S1 - känslighetsanalys	1,60	1,43	5-6
S2 - känslighetsanalys	1,98	1,77	7-8
Krav	1,56	1,43	
Uppfyller ej krav			
Uppfyller krav			

5.11 Bakåtgripande skred från fiskehamnen

I områden kring vattendrag kan sekundärskred inträffa om ett initialskred sker vid eller under strandlinjen där högsensitiv- eller kvicklera förekommer. Som en första ansats antas att ett initialskred faktiskt inträffar i Spikens fiskehamn längre upp i norr, det vill säga säkerhetsfaktorn för initialskredet antas vara $<1,0$. Detta för att i första hand kontrollera om utbredningen av det bakåtgripande skredet överhuvudtaget kan nå planområdet. Vid betryggande avstånd behöver således inte stabiliteten vid fiskehamnen verifieras med beräkning.

För att beräkna utsträckningen av ett eventuellt sekundärskred har metoden för bakåtgripande skred använts enligt rekommendationer i GÄU delrapport 32 som behandlar utbredningen av ett sekundärt skredförlopp i Göta älv.

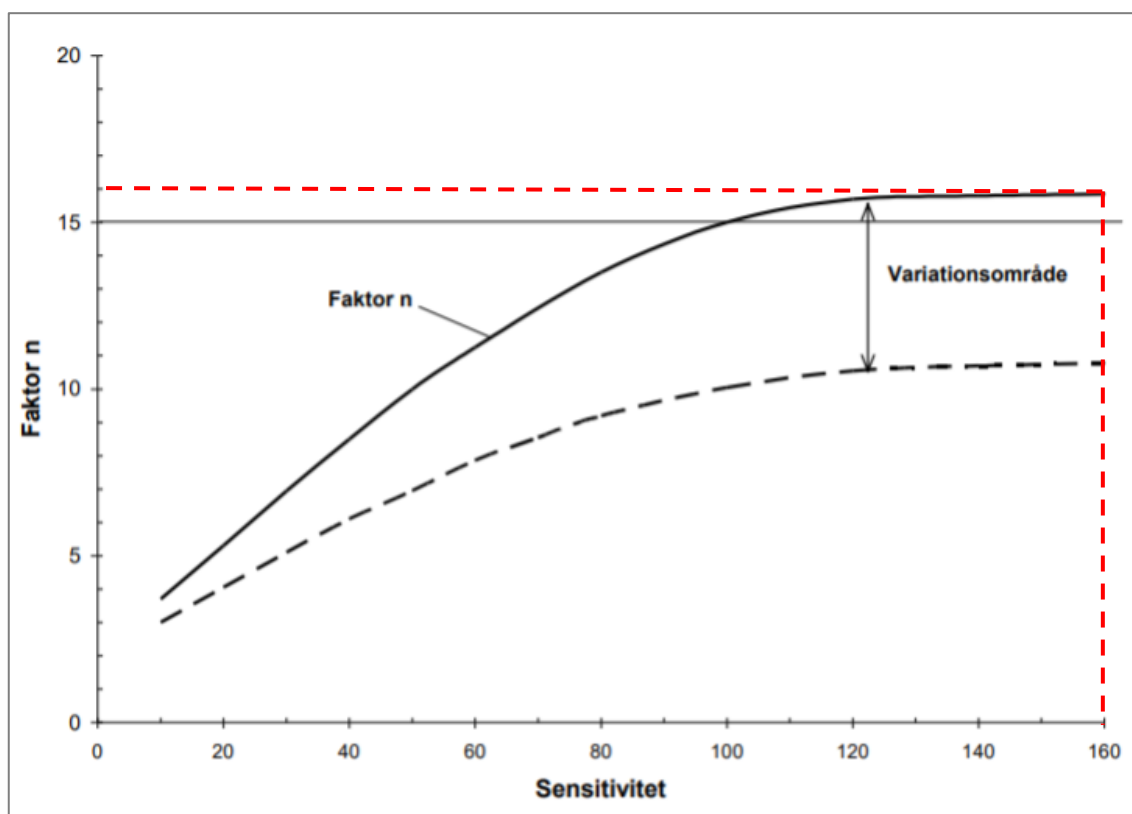
5.11.1 Metodbeskrivning

Bakåtgripande skredets utsträckning utvärderas med en begränsningslinje med lutningen $1/n$ som utgår från släntfoten, där n är en funktion av sensitiviteten hos leran. Faktorn n utvärderas enligt Figur 9. Principen illustreras i Figur 10. Avståndet från slänten blir då faktorn ” n ” multiplicerat med slänthöjden.

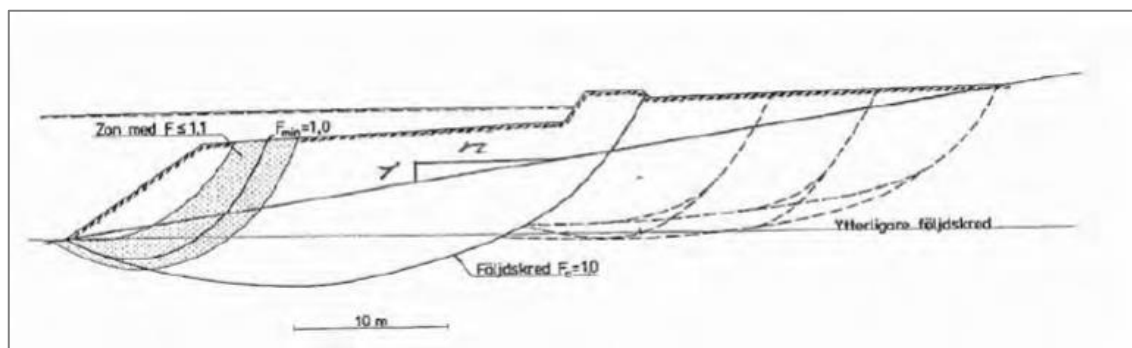
Slänthöjden har ansatts som lägsta uppmätta bottennivån i fiskehamnen enligt primärkartan, +41,8 och planområdets höjd +46,1.

Sensitiviteten har ansatts till $S_t=160$ som ett värsta scenario.

Bakåtgripande skred är aktuellt i sektioner där initiala säkerhetsfaktorn underskrider 1,2 vid kombinerad analys och 1,3 vid odränerad analys (rekommendationer från GÄU delrapport 32). Eftersom säkerhetsfaktorn i Spikens fiskehamn ej utvärderats i detta fall antas här att ett initialskred inträffar.



Figur 9. Diagram för bedömning av faktor n med ledning av sensitivitet (GÄU – delrapport 32).



Figur 10. Princip för utvärdering av skredutbredning enligt metodik GÄU delrapport 32.

5.11.2 Analys och resultat

I Tabell 4 redogörs bedömt avstånd för utbredning av bakåtgripande skred samt det faktiska avståndet till planområdet.

Tabell 4. Bedömd utbredning av sekundära skred (avstånd från släntfot).

Sektion	n	Slänthöjd från fiskehamn till planområde (m)	Utbredning från släntfot (m)	Faktiskt avstånd till planområdet (m)
B-B	16	4,3	68,8	140

6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

6.1 Slutsatser

Utförd stabilitetsutredning visar att planområdet, med de geotekniska förutsättningar och dimensionerande antaganden som lagts till grund för beräkningarna, uppfyller ställda stabilitetskrav enligt IEG Rapport 4:2010 för planskedet. Stabilitetsberäkningarna har utförts i två sektioner i väst–östlig riktning ned mot kanalen, valda för att representera de mest ogynnsamma förhållandena inom planområdet. Beräknade säkerhetsfaktorer uppgår till $F_c = 1,83$ respektive 2,22 för odränerad analys och $F_{komb} = 1,60$ respektive 2,06 för kombinerad analys, vilket överstiger tillämpade krav om $F_c \geq 1,56$ och $F_{komb} \geq 1,43$.

Den sydöstra delen av planområdet, där den planerade parkeringsytan är belägen, har inte analyserats i en separat sektion. Detta har bedömts motiverat eftersom området utgörs av flackare terräng samt att berg i dagen förekommer direkt öster om området. Bergets närvaro innebär att potentiella glidytor avskärs, vilket medför att skredutveckling i denna riktning inte bedöms möjlig. Därutöver visar utförda undersökningar att övergången till fast lagrad friktionsjord inom denna del av området sker på grundare djup än i övriga delar av planområdet. Sammantaget bedöms den planerade parkeringsytan vara lokaliserad till en del av området med gynnsamma stabilitetsförhållanden och anläggandet av denna bedöms därför inte medföra några stabilitetsproblem.

Jordlagerföljden inom planområdet utgörs i huvudsak av ett tunt ytligt lager ovan lera, som underlagras av friktionsjord på berg. Lerans mäktighet varierar inom området, vilket är förenligt med områdets topografiska läge i en dalgång mellan bergspartier. Grundvattenytan ligger generellt ytligt, cirka 0,5–1,2 m under markytan, och bedöms stå i hydraulisk kontakt med kanalen. Dessa förhållanden har beaktats i stabilitetsanalysen genom vald geometri, materialparametrar och portrycksprofil.

Den genomförda analysen av bakåtgripande skred från Spikens fiskehamn visar att ett eventuellt sekundärskred inte bedöms kunna nå planområdet. Bedömningen har gjorts med konservativa antaganden, där ett initialskred i fiskehamnen har förutsatts och sensitiviteten satts till $St = 160$. Den beräknade utbredningen från släntfoten uppgår till 68,8 m, medan det faktiska avståndet till planområdet uppgår till cirka 140 m. Risken för att planområdet ska påverkas av ett bakåtgripande skred från fiskehamnen bedöms därmed kunna uteslutas.

Vid platsbesöket den 2026-01-08 noterades inga tydliga tecken på pågående eller omfattande erosion längs den aktuella kanalsträckan, såsom undergrävda slänter, rasbranter eller blottlagda jordlager. Eftersom markytan vid besöket delvis var snötäckt var möjligheten att bedöma mindre och yttligare erosionsspår begränsad. Lokalt noterades dock sly och mindre träd som lutar in mot kanalen. Några akuta stabilitetsproblem kopplade till erosion bedöms inte föreligga i nuläget.

Den genomförda känslighetsanalysen, där ett erosionsscenario med 0,5 m sänkt kanalbotten och en brantare slänt har beaktats, visar att stabiliteten inom planområdet är relativt robust men känslig för förändringar i släntgeometrin. Beräkningarna visar att säkerhetsfaktorerna reduceras jämfört med grundfallet, men att gällande stabilitetskrav fortfarande uppfylls i båda sektionerna.

Sammantaget visar utredningen att planområdet, utifrån nu utförda undersökningar och analyser, är lämpligt ur stabilitetssynpunkt för den planerade markanvändningen inom detaljplanen.

6.2 Rekommendationer

Om den fortsatta planeringen eller projekteringen medför förändringar av marknivåer, slänthlutningar, schaktgeometrier, avvattningsförhållanden eller belastningar jämfört med de förutsättningar som antagits i denna utredning, bör stabilitetsbedömningen uppdateras. Detta gäller särskilt om nya laster tillkommer i kanalnära lägen eller om marken förändras genom schakt eller uppfyllnad.

Schakt- och markarbeten inom kanalnära delar av planområdet bör utföras med särskild försiktighet. Temporära schakter, upplag, tung byggtrafik, länshållning eller annan tillfällig påverkan nära släntröner kan lokalt försämra stabilitetsförhållandena. Sådana arbeten bör därför hanteras genom anpassad projektering och vid behov kompletterande geoteknisk kontroll.

Vid eventuella framtida åtgärder i eller intill kanalens strandzon bör erosionsförhållanden fortsatt beaktas. Även om inga tydliga tecken på omfattande erosion observerats inom ramen för denna utredning kan lokala förändringar i strandlinje, vegetation eller vattenförhållanden påverka släntens långsiktiga förutsättningar. Ingrepp i strandzonen bör därför utformas med hänsyn till både erosion och stabilitet.

Den genomförda känslighetsanalysen visar att stabilitetskraven uppfylls även vid ett antaget erosionsscenario med sänkt kanalbotten och brantare slänt. Några särskilda åtgärder med avseende på erosion bedöms därför inte nödvändiga i nuläget.

MEASURING THE WORLD



BILAGA 1

Gynnsamma förhållanden	1/0	Vikt	Ogynnsamma förhållanden	1/0	Vikt
Konsekvenser av skred					
Ingen risk för människoliv och ringa ekonomisk skada			Risk för människoliv eller stor ekonomisk	1	1
Begränsad utbredning av skred	1	1	Risk för bakåtgripande skred		
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan			Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	1	1
Ej kvicklera	1	1	Kvickleraområde enligt kap 4.4.3		
Släntens beständighet					
Inga tecken på rörelser i slänten	1	0.9	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning mm		
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion	1	0.9	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterosion		
Intakt gräs-, busk-, eller trädvegetation	1	0.9	Vegetationsfria eller avverkade områden alt. Lutande och/eller nedfallna träd		
Tidigare förändringar i slänten					
Utlagda fungerande erosionsskydd			Pågående erosion		
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder			Ingrepp som försämrat stabiliteten		
Belastningsminskningar			Belastningsökningar		
Gynnsam reglering av vattendrag			Ogynnsam reglering av vattendrag		
Jordens egenskaper					
Friktionsjordar			Kohesionsjordar	1	0.8
Låg sensitivitet	1	0.8	Hög sensitivitet		
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	1	0.8	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper		
Homogen jord	1	0.8	Skiktade jordar		
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet					
Stort antal beräknade glidytor	1	0.7	Litet antal beräknade glidytor		
Känslighetsanalys utförd på valda parametrar			Ingen känslighetsanalys utförd på valda parametrar	1	0.7
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffas samtidigt	1	0.7	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten		
Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet			Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultat		
Kritiska glidyten omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet.			Kritiska glidyten omfattar mindre jordvolym med ett fåtal hållfasthetsbestämningar.		
Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	1	0.7	Förhållandena är komplicerade med stora variationer yta, jordlagerföljd eller hållfasthet.		
Glidyten läge i plan vald i farligaste delen ur stabilitetssynpunkt	1	0.7	Glidyten läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri		
2-dimensionell analys (som regel något på säkra sidan)	1	0.7	3-dimensionell analys (begränsad erfarenhet för stora slänter)		

Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning					
Tätt undersökt, dvs undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet			Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen	1	0.6
CPT-sonderingar är utförda	1	0.6	Endast sonderingar typ Tr, Vim är utförda		
Stort antal undersökta prover i lab			Litet antal undersökta prover i lab	1	0.6
Kompressionsförsök utförda	1	0.6	Kompressionsförsök saknas		
Direkta skjuvförsök är utförda			Direkta skjuvförsök saknas	1	0.6
Triaxialförsök är utförda			Triaxialförsök saknas	1	0.6
In situ-provning är utförda med vingförsök och/eller dilatometerförsök	1	0.6	Ingen eller ringa provning i fält		
Släntens geometri					
Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar, etc)	1	0.5	Glest avvägt och/eller lodat		
Flack slänt	1	0.5	Brant slänt		
Lokala branta partier finns ej i slänten	1	0.5	Lokala branta slänter finns i slänten		
Grundvatten- och portrycksförhållanden					
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena utförd			Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena ej utförd	1	0.4
Långtidsobservationer finns			Långtidsobservationer saknas	1	0.4
Begränsade förväntade tryckvariationer			Risk för stora tryckvariationer		
God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet			Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten		
Ytvattenförhållanden					
Karakteristiska vattenstånd är kända	1	0.3	Karakteristiska vattenstånd är okända		
Små vattenståndsvariationer			Stora vattenståndsvariationer		
Långsam förändring i vattenstånd			Hastiga förändringar i vattenstånd		
Väldränerat och dikat området			Stor risk för lokala vattenansamlingar		
Poäng		14.2			6.7
Fördelning		68%			32%

Odränerad analys			
	Lägst värde	Högst värde	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, annan mark	1.4	1.6	
Viktad säkerhetsfaktor	1.46		
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, annan mark	1.2	1.3	
Viktad säkerhetsfaktor	1.23		
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, bef. Bebygg	1.5	1.7	
Viktad säkerhetsfaktor	1.56		
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, bef. Bebygg	1.3	1.4	
Viktad säkerhetsfaktor	1.33		
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, nyexploatering	1.5	1.7	
Viktad säkerhetsfaktor	1.56		
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, nyexploatering	1.4	1.5	
Viktad säkerhetsfaktor	1.43		

Kombinerad analys		
	Lägsta värde	Högsta värde
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, annan mark	1.3	1.4
Viktad säkerhetsfaktor	1.33	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, annan mark	1.2	1.2
Viktad säkerhetsfaktor	1.20	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, bef. Bebygg	1.3	1.5
Viktad säkerhetsfaktor	1.36	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, bef. Bebygg	1.2	1.3
Viktad säkerhetsfaktor	1.23	
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, nyexploatering	1.4	1.5
Viktad säkerhetsfaktor	1.43	
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, nyexploatering	1.3	1.4
Viktad säkerhetsfaktor	1.33	

BILAGA 2

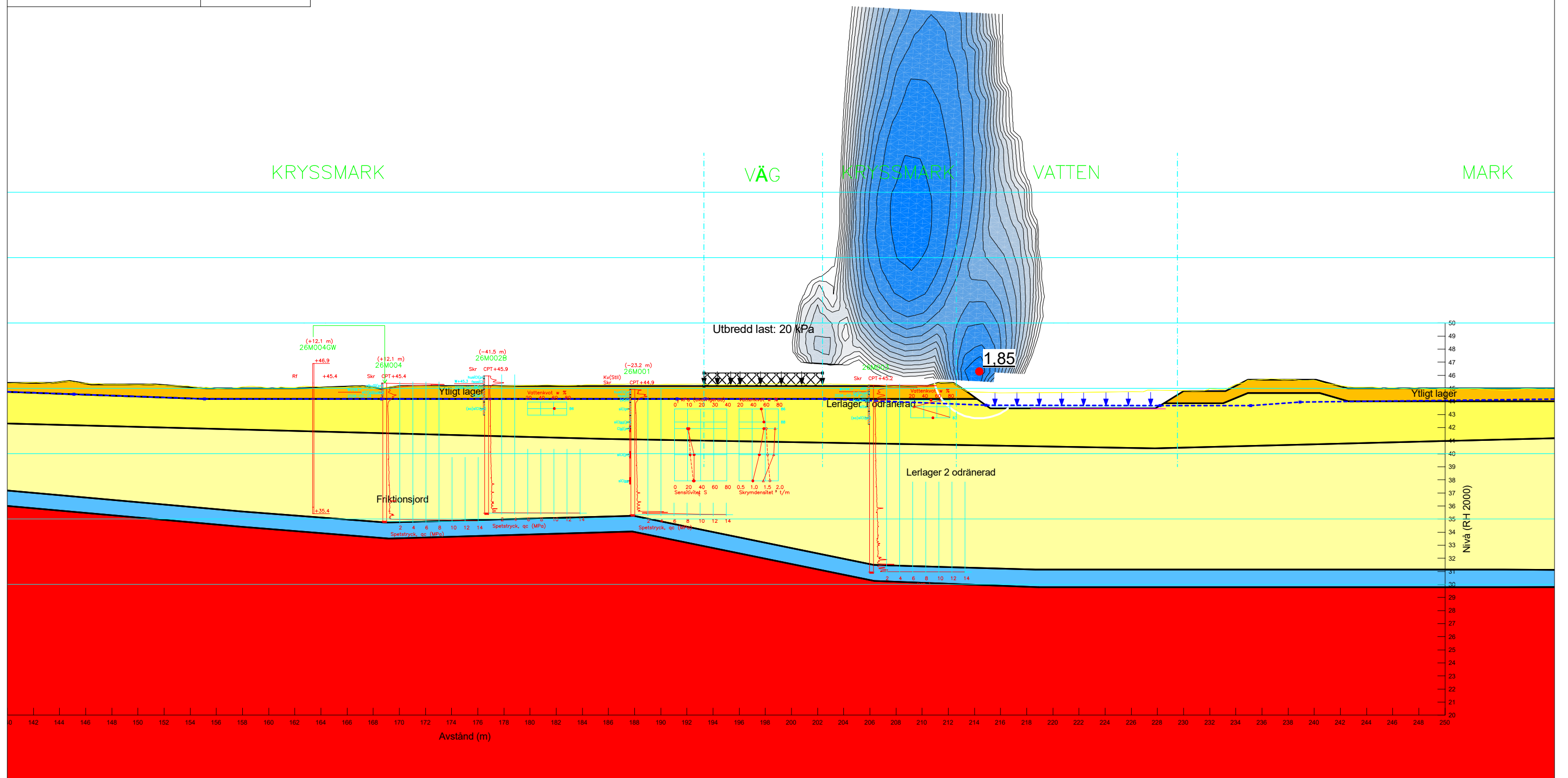


 MITTA	
Stabilitetsberäkning Spiken södra, Lidköpings kommun Typ av analys: ODRÄNERAD Metod: Morgenstern-Price Karakteristiska värden	
Sektion S1 Utbredd last: 20 kPa	<i>Skala: 1:300</i> <i>Format: A3</i>

 MITTA	
Stabilitetsberäkning Spiken södra, Lidköpings kommun Typ av analys: ODRÄNERAD Metod: Morgenstern-Price Karakteristiska värden	
Sektion S1 Utbredd last: 20 kPa	<i>Skala: 1:300</i> <i>Format: A3</i>

 MITTA	
Stabilitetsberäkning Spiken södra, Lidköpings kommun Typ av analys: ODRÄNERAD Metod: Morgenstern-Price Karakteristiska värden	
Sektion S1 Utbredd last: 20 kPa	<i>Skala: 1:300</i> <i>Format: A3</i>

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Maximum/Minimum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18						0	38
	Lerlager 1 odränerad	S=f(depth)	16	10	0	10	0	10		
	Lerlager 2 odränerad	S=f(depth)	16	10	2,7	10	2,7	40		
	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16						0	34

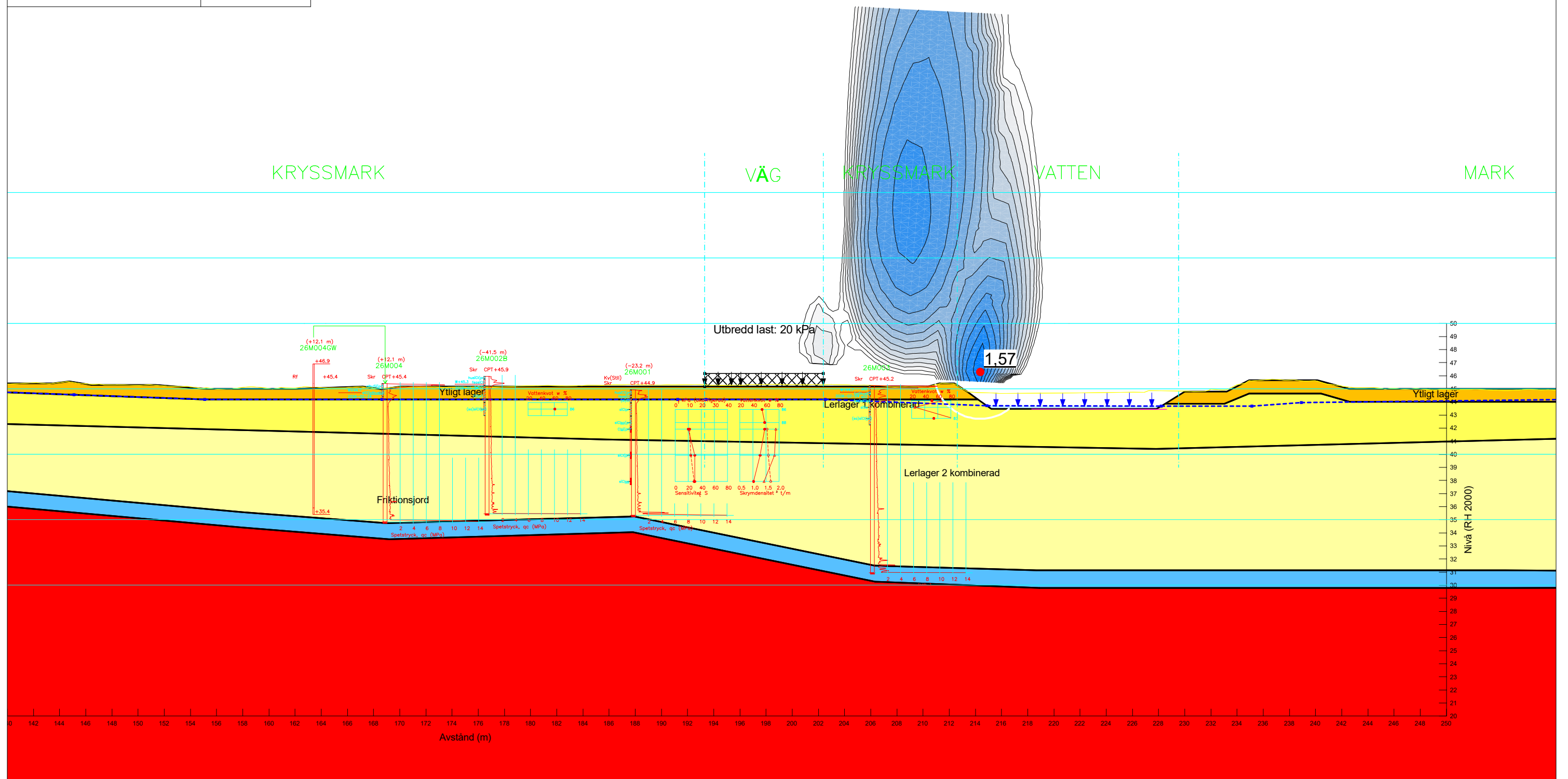


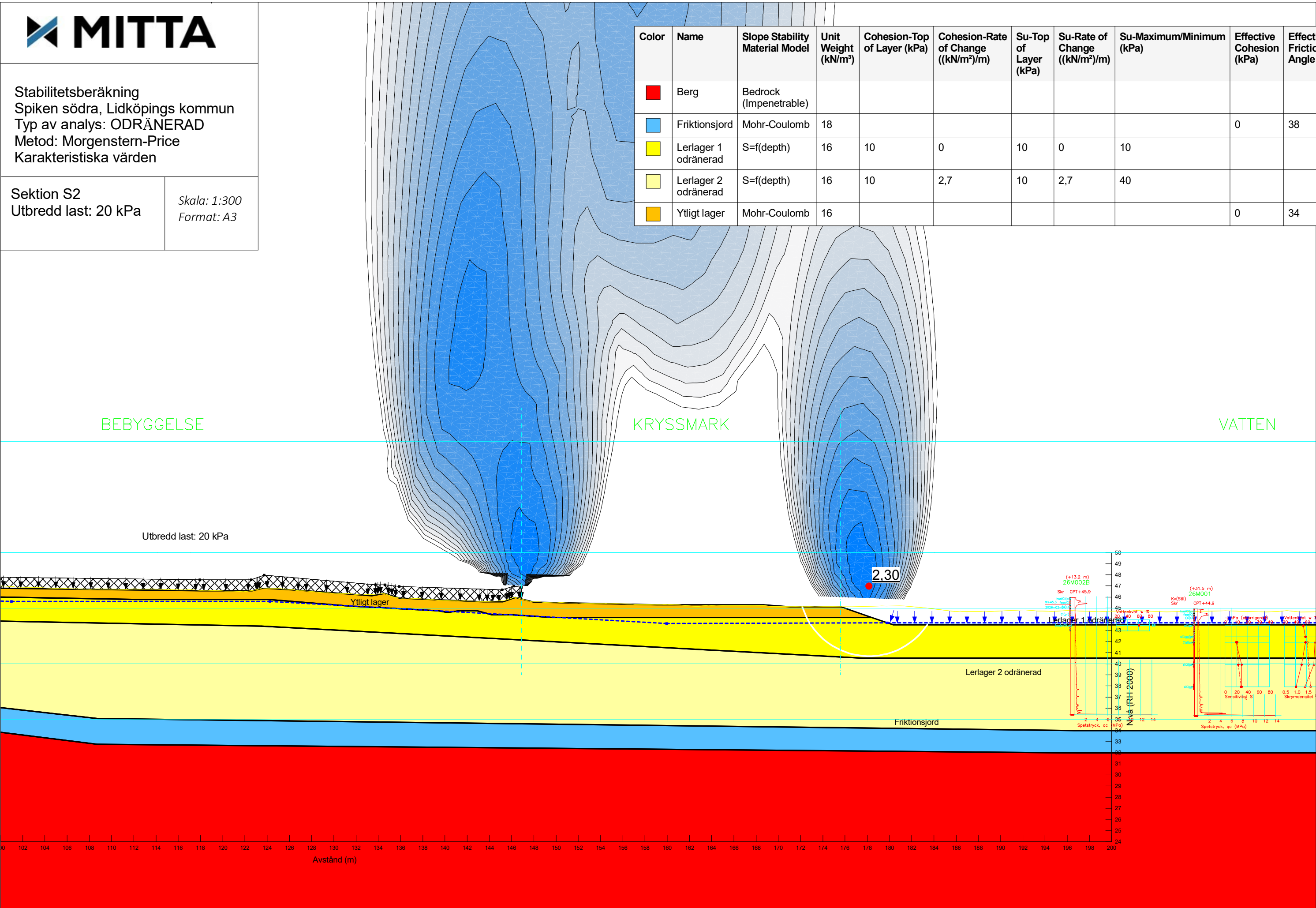


Sektion S1
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
	Friktingsjord	Mohr-Coulomb	18	0	38				
	Lerlager 1 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0
	Lerlager 2 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0,27	10	2,7
	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16	0	34				





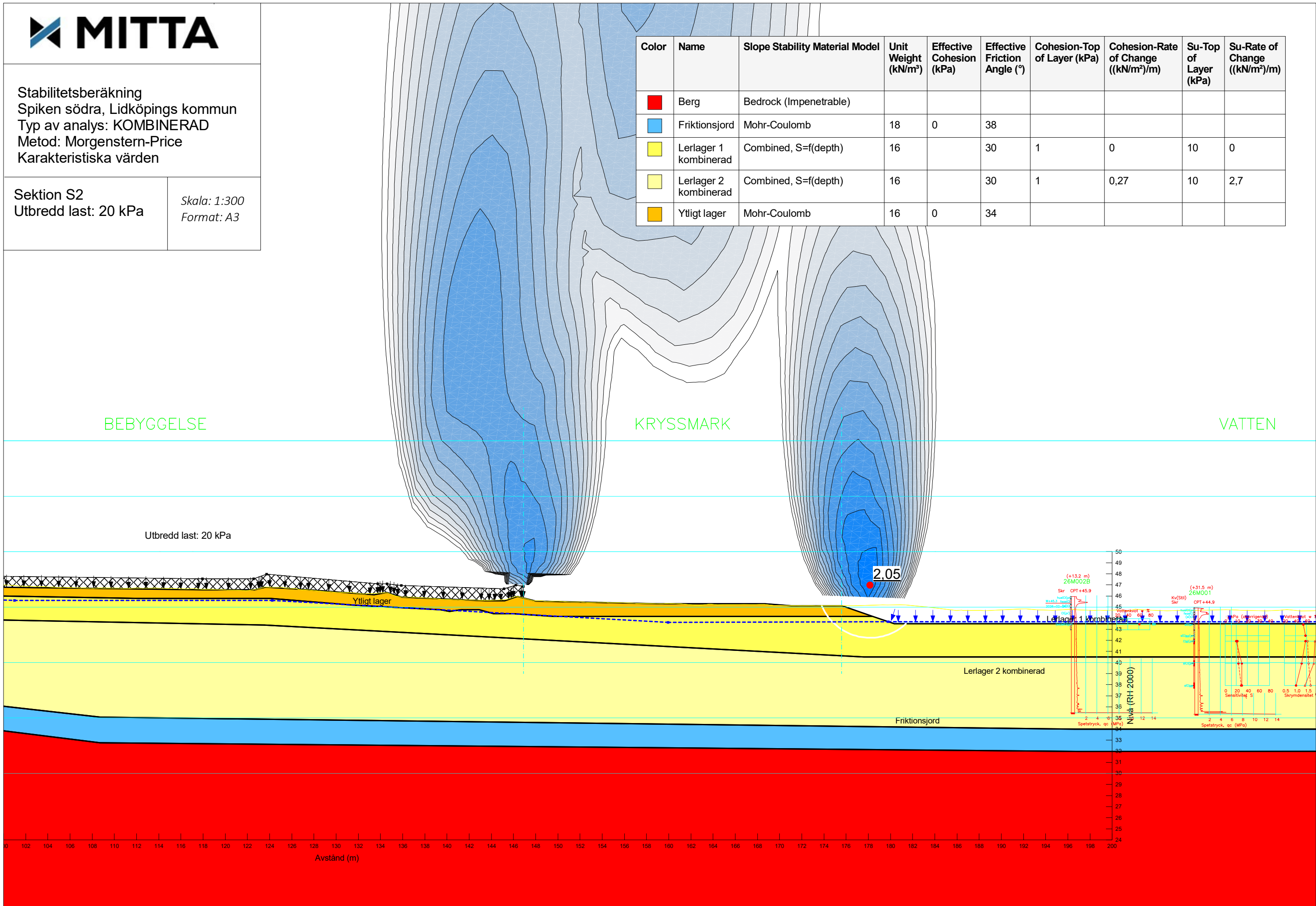


Stabilitetsberäkning
Spiken södra, Lidköpings kommun
Typ av analys: KOMBINERAD
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion S2
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
Blue	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	38				
Yellow	Lerlager 1 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0
Light Yellow	Lerlager 2 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0,27	10	2,7
Orange	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16	0	34				

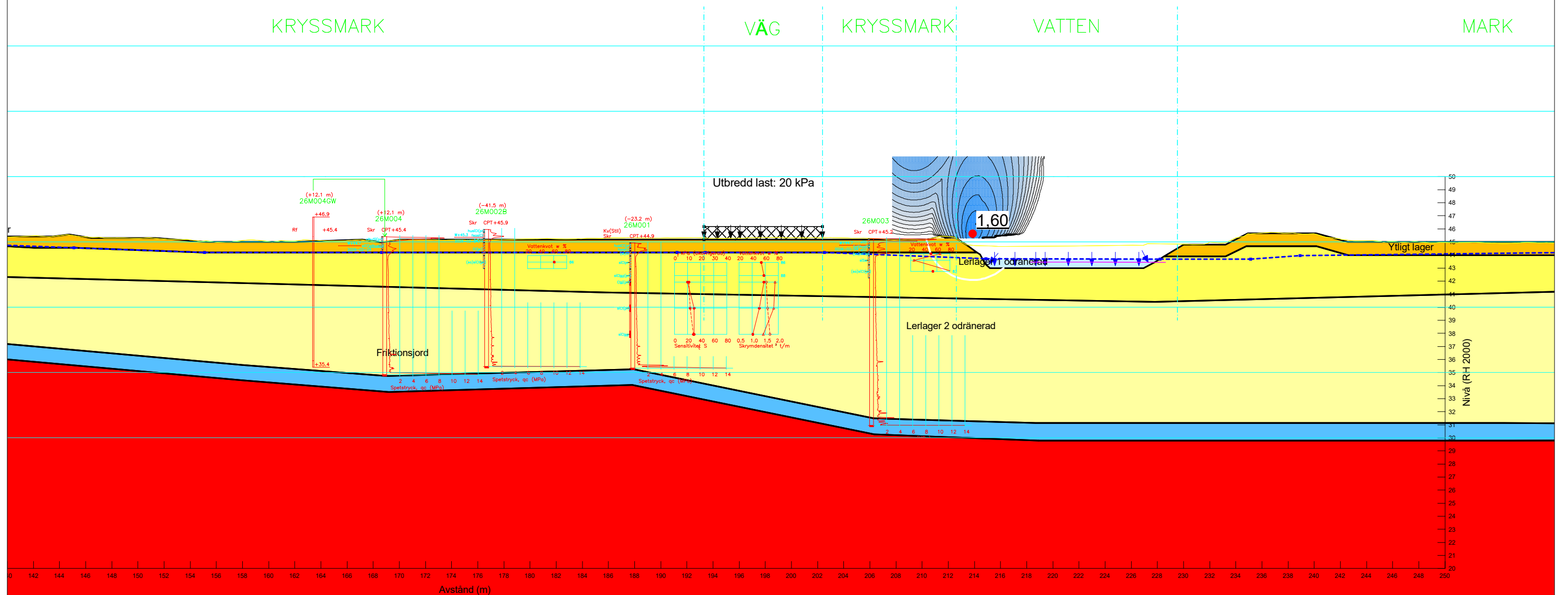




Sektion S1
Känslighetsanalys
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Maximum/Minimum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18						0	38
	Lerlager 1 odränerad	S=f(depth)	16	10	0	10	0	10		
	Lerlager 2 odränerad	S=f(depth)	16	10	2,7	10	2,7	40		
	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16						0	34

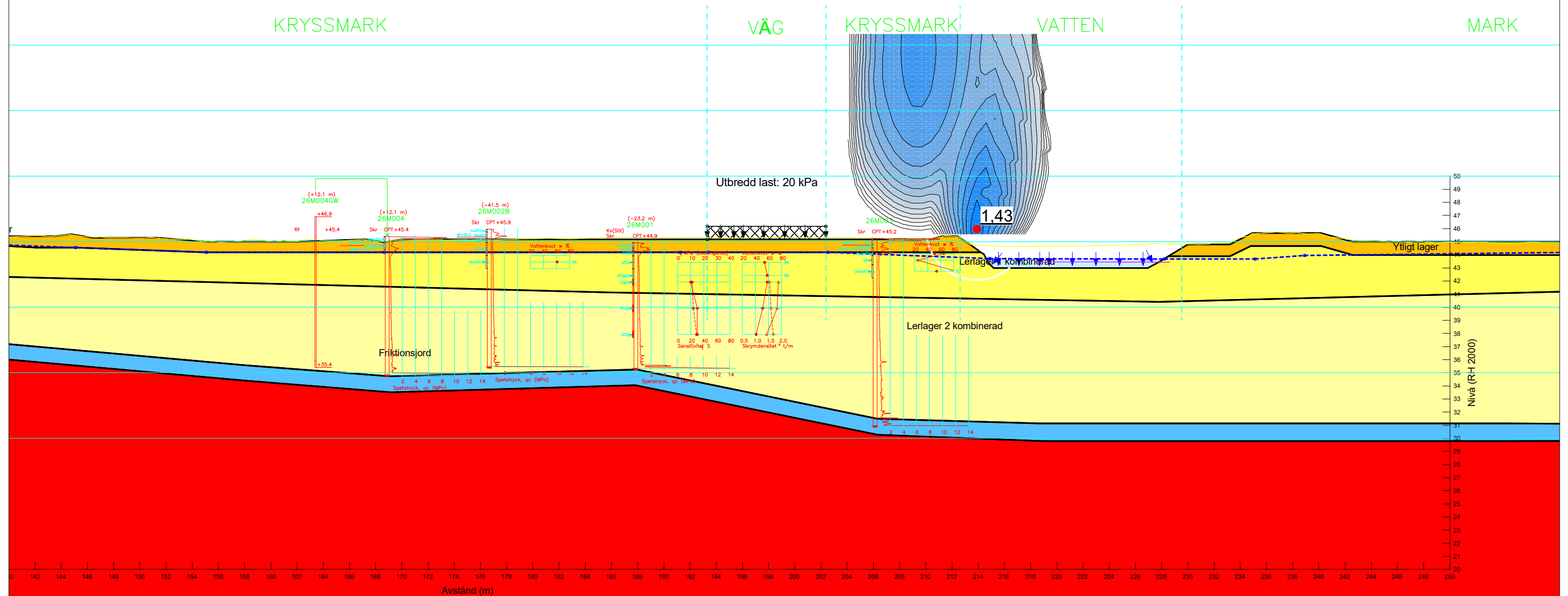




Sektion S1
Känslighetsanalys
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	38				
	Lerlager 1 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0
	Lerlager 2 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0,27	10	2,7
	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16	0	34				



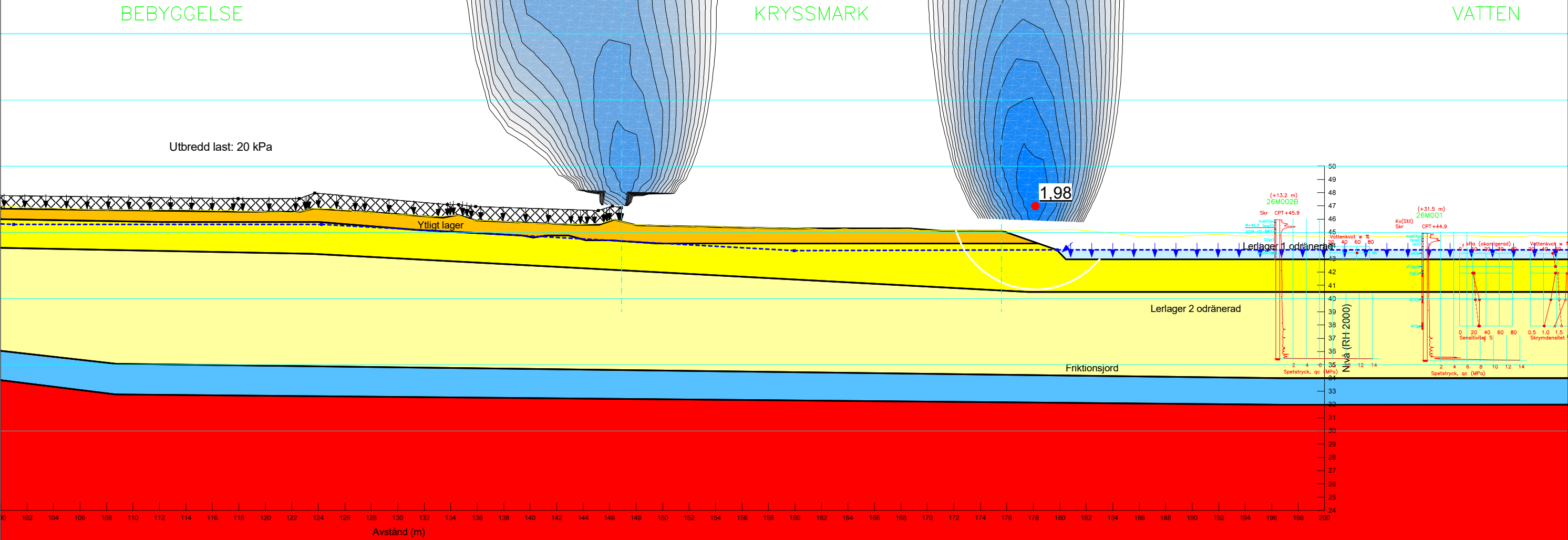


Stabilitetsberäkning
Spiken södra, Lidköpings kommun
Typ av analys: ODRÄNERAD
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion S2
Känslighetsanalys
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Maximum/Minimum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18						0	38
■	Lerlager 1 odränerad	S=f(depth)	16	10	0	10	0	10		
■	Lerlager 2 odränerad	S=f(depth)	16	10	2,7	10	2,7	40		
■	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16						0	34



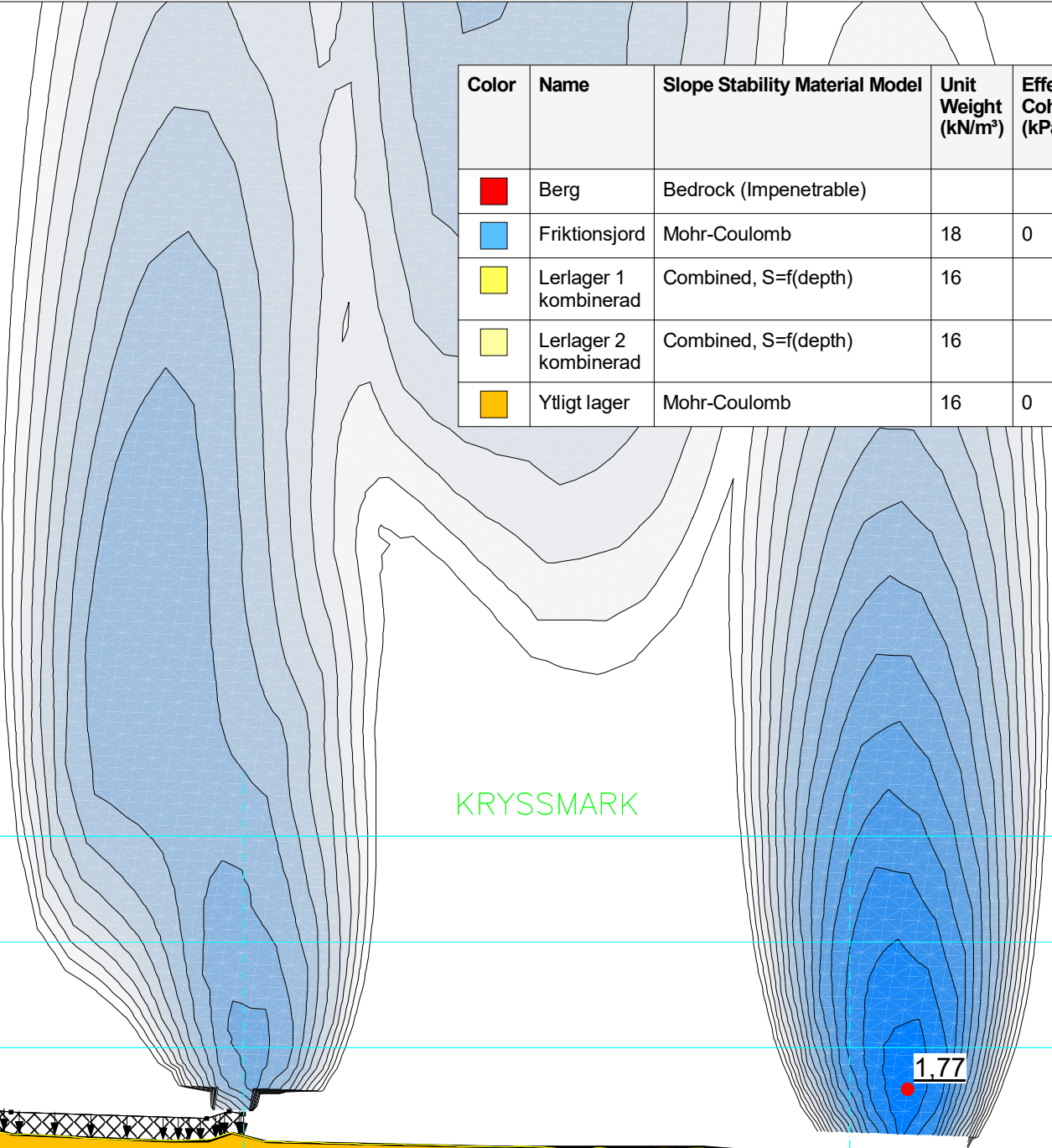


Stabilitetsberäkning
Spiken södra, Lidköpings kommun
Typ av analys: KOMBINERAD
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion S2
Känslighetsanalys
Utbredd last: 20 kPa

Skala: 1:300
Format: A3

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cohesion-Top of Layer (kPa)	Cohesion-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
Blue	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	38				
Yellow	Lerlager 1 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0
Light Yellow	Lerlager 2 kombinerad	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0,27	10	2,7
Orange	Ytligt lager	Mohr-Coulomb	16	0	34				



BEBYGGELSE

KRYSSMARK

VATTEN

Utbredd last: 20 kPa

