

PM GEOTEKNIK
Detaljerad stabilitetsutredning
MARSTRAND 5:39 MFL



Uppdrag 322827, Marstrand 5:39m.fl.

Titel på rapport: PM Geoteknik. Detaljerad stabilitetsutredning.
MARSTRAND 5:39 m.fl.

Status: Slutrapport

Datum: 2023-05-17

Medverkande

Beställare: Kungälv kommun

Kontaktperson: Gunnar Håkansson/Ann-Sofie Sjögren

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Daniel Hägerstrand, Tyréns AB

Handläggare: Daniel Hägerstrand/Anna Lindblom, Tyréns AB

Kvalitetsgranskare: Marius Tremblay, Tyréns AB

Revidering

Författad av Daniel Hägerstrand



Datum: 2023-05-17

Handlingen granskad av Marius Tremblay



Datum: 2023-02-22

Tyréns AB

Tel: 010 452 20 00

www.tyrens.se

Säte: Stockholm

Org.Nr: 556194-7986

Sammanfattning

Denna rapport "PM Geoteknik. Stabilitetsutredning. MARSTRAND 5:39 m.fl." redovisar utförda släntstabilitetsanalyser i enlighet med anvisningar i IEG Rapport 4:2010, utvärdering och beskrivning av geotekniska förhållanden samt rekommendationer för planerade exploateringar inom området för ny detaljplan.

Tidigare geotekniska undersökningar och utredningar (som ligger till grund för denna rapport) redovisas i "MUR/Geoteknik. Markteknik undersökningsrapport, Geoteknik. MARSTRAND 5:39 m.fl. (Båtället m.m.)", daterad 2016-05-19.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	6
2	Objekt	7
3	Tidigare utförda undersökningar	7
4	Utförda undersökningar	8
4.1	Fältundersökningar	8
4.2	Laboratorieundersökningar	9
5	Geoteknisk översikt.....	9
5.1	Områdesbeskrivning	9
5.2	Topografi.....	10
5.3	Geotekniska förhållanden	10
5.3.1	Densitet, vattenkvot och konflytgräns	11
5.3.2	Skjuvhållfasthet.....	11
5.3.3	Vattennivå i havet	12
5.3.4	Erosionsinventering	12
6	Stabilitet	15
6.1	Allmänt	15
6.2	Säkerhetskrav	16
6.3	Beräkningsförutsättningar	17
6.3.1	Materialparametrar.....	17
6.3.2	Markklaster	17
6.3.3	Vattennivå	17
6.4	Stabilitetsanalyser, allmänt	18
6.5	Stabilitetsanalyser - befintliga förhållanden	18
6.5.1	Sektion A – vid Kungsplan.....	18
6.5.2	Sektion B – vid Marstrands kurhotell	18
6.5.3	Sektion C – vid planerat kallbad	18
6.5.4	Sektion E – vid vändplan	18
6.6	Stabilitetsanalyser - planerad verksamhet.....	19
6.6.1	Sektion A - vid Kungsplan.....	19
6.6.2	Sektion C – med planerat kallbad.....	19
6.7	Sammanställning av utförda stabilitetsanalyser	21
7	Slutsats och rekommendationer	22
7.1	Totalstabilitetsanalys.....	22
7.2	Geotekniska rekommendationer	22

Bilagor

- Bilaga 1 Bergteknisk besiktning inför detaljplan, Marstrand 5:39 m.fl.
- Bilaga 2 Översiktlig stabilitetsbedömning (Räddningsverket, 2001-08-31). Stabilitetszoner (ritning K-18_1A) samt översiktligt bedömda stabilitetsförhållanden (ritning K-18_1B)
- Bilaga 3 Släntstabilitetsberäkningar, befintliga förhållanden.
- Bilaga 4 Släntstabilitetsberäkningar, planerad verksamhet.

Tillhörande dokument

- "MUR/Geoteknik. Markteknik undersökningsrapport, Geoteknik. MARSTRAND 5:39 m.fl. (Båtellet m.m.)", daterad 2016-05-19.
- "PM Geoteknik. Detaljerad stabilitetsutredning. Marstrand 5:39 mfl (Båtellet mm)", daterad 2016-08-26, Rev A 2017-09-01.
- "VA OCH DAGVATTENUTREDNING FÖR BÅTELLET I MARTSTRAND", daterad 2016-08-26.

1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Kungälv kommun har Tyréns AB utfört en stabilitetsutredning för Marstrand 5:39 m.fl. i samband med upprättande av en ny detaljplan för området. Uppdraget omfattar släntstabilitetsanalyser, utvärdering och beskrivning av geotekniska förhållanden samt rekommendationer för planerad exploatering.

Detaljplanen innebär en nyexploatering i området. Planens syfte är att möjliggöra utveckling av Marstrand med kurbad, hotell och vandrarhem i området kring det nuvarande Marstrands kurhotell.

Syftet med stabilitetsutredningen har varit att utreda och beskriva stabilitetssituationen för området samt att vid behov föreslå lämpliga stabilitetshöjdande åtgärder. Utredningen har utförts i enlighet med anvisningar i IEG Rapport 4:2010 (*Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar*) för en detaljerad utredning.

2 Objekt

Området för ny detaljplan framgår av Bild 1. I områdets nordvästra del föreslås ett nytt kallbadhus, ungefär i läge för det tidigare kallbadhuset (som numera är rivet). Ny konstruktion utformas strandnära i området för befintlig vändplan.

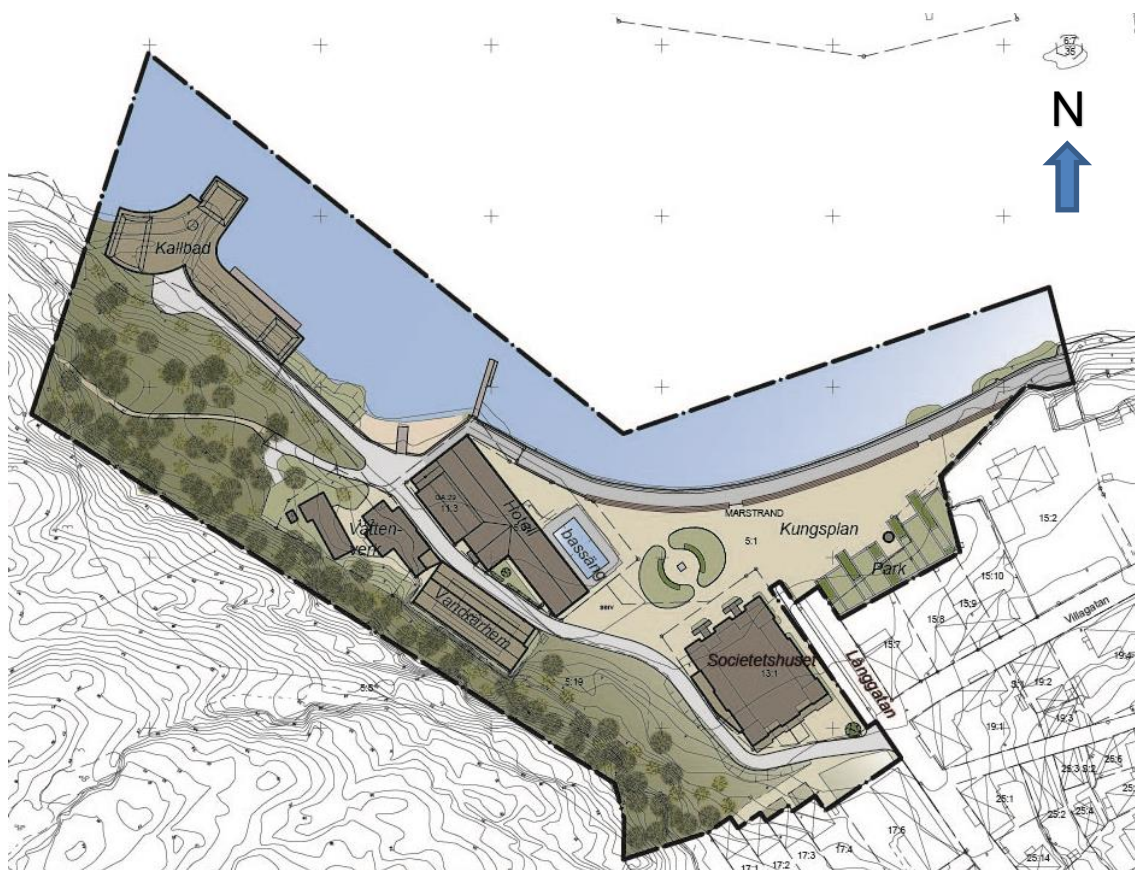


Bild 1. Utdrag ur Illustrationskarta, Marstrand 5:39 m.fl.

I läget för nuvarande tennisbana planeras för ett nytt vandrarhem som enligt presenterade illustrationer utgörs av en byggnad i två alternativt tre våningar.

Framför det planerade vandrarhemmet ligger Kurhotellet, som är en befintlig hotellverksamhet.

För att ansluta planerade anläggningar till befintliga så förlängs gatan från societetshuset fram till det planerade Kallbadet.

3 Tidigare utförda undersökningar

Följande tidigare undersökningar har legat till grund för geotekniska bedömningar i området:

- "Kungälv kommun. Översiktlig stabilitetsutredning. Delområde: Mässingsviken i Marstrand. Teknisk PM. Geoteknik" FB Engineering AB, daterad 2004-11-24
- "Kungälv/Marstrands tennisklubb. Marstrand 11:1 och 11:2, tennishall. Geoteknisk undersökning: PM beträffande grundförhållandena" (inklusive fält- och laboratorieresultat), GF Konsult AB, daterad 1995-10-04

- "Marstrands norra inlopp. Arkeologi i Marstrands hamn 9. Arkeologisk utredning. Marstrand 5:39 m.fl. Marstrand socken, Kungälv kommun", Bohusläns museum, Rapport 2014:42 (avser provgropar i bottensediment)
- "Bohusläns museum. Rapport 2016:03. Bryggglämningar vid Kungsplan. Arkeologi Marstrand hamn nr. 13. Marinarkeologisk utredning 5:39 m.fl. Marstrand socken, Kungälv kommun", Bohusläns museum

4 Utförda undersökningar

Utförda geotekniska undersökningar i utredningsområdet innefattar fält- och laboratorieundersökningar. Syftet med dessa har främst varit att bestämma djupet till fast botten samt att ta upp ostörda och störda jordprover för klassificering samt bestämning av jordlagrens hållfasthet. I Bild 2 sammanställs tidigare utförda undersökningar (områden i grönt) samt nu utförda geotekniska fältundersökningar (röda punkter). Resultaten från dessa undersökningar redovisas i tillhörande "MUR/Geoteknik. Marstrand 5:39 m.fl (Båtellet m.m)", daterad 2016-05-19 inklusive bilagor.

I området för den nya detaljplanen förekommer även brant sluttande berg i dagen eller ytligt berg. Parallellt med denna geotekniska undersökning har en bergteknisk besiktning utförts. Den bergtekniska besiktningen redovisas i Bilaga 1.

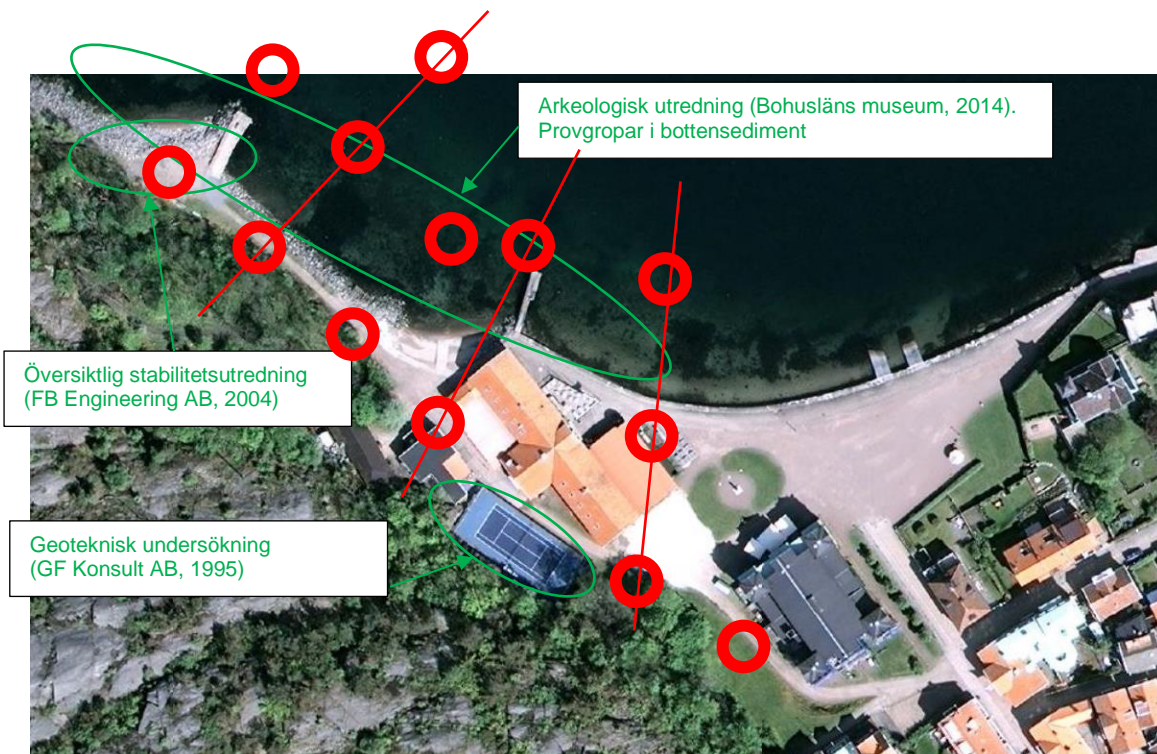


Bild 2. Geotekniska undersökningar i området (ungefärligt läge).

4.1 Fältundersökningar

Geotekniska fältundersökningar utfördes under oktober 2015 av Tyréns AB och omfattar följande:

- Jord-bergsondering (Jb3) i 13 st punkter för bestämning av djupet till berg.

- CPT-sondering (CPT) i 5 st punkter för bestämning av jordlagrens ingående hållfasthetsparametrar samt förekomsten av eventuella skikt.
- Trycksondering (Tr) i 5 st punkter för bestämning av jordens relativa fasthet och djupet till fast botten (berg).
- Skruvprovtagning (Skr) i 4 st punkter för upptagning av störda jordprover för laboratorieundersökningar.
- Kolvprovtagning (Kv/St II) i 1 st punkt för upptagning av ostörda prover för utförande av avancerade laboratorieundersökningar.

Utförda undersökningar benämns 1501-1513 och redovisas i plan, som enskilda borrhål och i sektion på ritningarna G01, G11-G15 samt G21 i tillhörande MUR/Geoteknik.

4.2 Laboratorieundersökningar

Upptagna störda skruvprover och ostörda kolvprover har analyserats på geotekniskt laboratorium, Ramböll Sverige AB i Göteborg. Laboratorieundersökningarna har omfattat:

- Rutinanalyser på 3 st punkter från upptagna skruvprover och 1 st från upptagna kolvprover.

Pga stort skalinhåll i den upptagna leran har det inte varit möjligt att utföra mer avancerade laboratorieundersökningar. Provtagen lera (med kolvprovtagare) föll sönder när material avlägsnades från kolvturen, för mer info se MUR.

5 Geoteknisk översikt

5.1 Områdesbeskrivning

Området för detaljplanen utgörs idag av en stor öppen, mestadels grusad, yta (Kungsplan) med det intilliggande Marstrands kurhotell, se Bild 3. Berget sluttar brant mot nordöst, ner mot Kungsplan och vattnet i norr (Mässingsviken). Längs med berget sträcker sig en väg som avslutas med en vändplan i nordväst. Söder om Kungsplan ligger Societetshuset. Detta berörs inte av aktuell detaljplan. Vid Kungsplan förekommer en kajkonstruktion längs strandlinjen. Inga uppgifter angående kajens utformning och grundläggning (ritningar, etc.) har varit tillgängliga vid denna utredning.

Jorden nedanför kajen (i bottensedimentet) består enligt (Bohusläns Museum, 2014) ytligt av sand, grus och skalgrus. I området har två gamla "anläggningar" hittats som kan dateras till ca 1700-1800-tal. Anläggning 1 ligger vid strandkanten vid kurhotell-byggnaden och anläggning 2 ligger framför det planerade kallbadet. Anläggning 1 består av en koncentration av sten som är ungefär 22x20 meter stor och där stenens storlek varierar mellan 0,10x0,10 till 1,0x0,3 meter. Anläggning 2 består av en stenkoncentration som är 50 meter lång och 15 meter bred och ligger parallellt med strandlinjen. Även i detaljplaneområdets östra del har tre anläggningar av sten påträffats. Bohusläns museum bedömer att dessa är lämningar efter bryggor (Bohusläns Museum, 2016).



Bild 3. Flygbild över detaljplaneområdet. (Källa: www.hitta.se)

Marknivån vid Kungsplan ligger på nivåer kring ca +1,6 närmast kajkanten (höjdsystem: RH 2000). Marken stiger därifrån sakta och ligger på nivån ca +1,8 vid entrén till Marstrands kurhotell. Söder och väster om Marstrands kurhotell utgörs marken av brant sluttande berg. Bergsslänterna är generellt bevuxna med träd och sly. De lägre belägna delarna av planområdet riskerar att översvämmas vid stigande havsnivåer.

5.2 Topografi

Området för detaljplanen omfattas av berg i dagen eller ytligt berg med brant lutning. Enligt en geoteknisk undersökning som utfördes inom området för det blivande vandrarhemmet (nuvarande tennisbana) är marken sluttande och delvis brant. Som mest påträffades 3,5 m jordtäckning. Under ett lager av grus förekom skalsand med ca 2,5 m mäktighet ovan berg (GF KONSULT AB, 1995).

5.3 Geotekniska förhållanden

Planområdet angränsar till stora delar till berg i dagen som sluttar ner mot havet. Jordlagren i området i och runt Kungsplan består under fyllnadsmaterial generellt av 1-2 m mäktig siltig lera med skalskikt. Jordlagrens mäktighet ökar bort från land. Ca 10 m från strandkanten varierar jordlagrens mäktighet mellan 3-7 m. På djupet finns inslag av lerig silt, främst i områdets östra del. Såväl sonderingar som upptagna kolvprover visar att leran innehåller varierande mängd av silt samt mycket marina skal. Lera och silt överlagrar ett tunt friktionsjordlager på berg.

På grund av den stora andelen marina skal i jordlagren så har det varit svårt att få upp jordprover med skruv- eller kolvprovtagning. Även hanteringen av de få upptagna jordproverna har varit svår. Exempelvis har bestämningen av lerans skjuvhållfasthet med konförsök i laboratorium varit mycket begränsad pga. att en stor del av upptagna jordprover faller sönder.

I planområdet förekommer områden med fyllnadsmassor, främst i anslutning till befintlig väg och vändplats i den nordvästra delen. Fyllnadsmassorna består av grusig sand med spår av tegel och organiskt material och kan variera i mäktighet mellan 2-3 m. Strandkanten i den nordvästra delen av området är utfylld med grov sprängsten, inom ett område som är ca 22x20 m² stort. Stenens storlek varierar mellan 0,1x0,1 m till 1,0x0,3 m (Bohusläns Museum, 2014).

Vattendjupet inom det undersökta området är generellt grundare än 3 m. Botten består av sand, grus och skalgrus inom det grunda partiet. De djupare områdena består av mjukare sediment, som siltig lera med marinskalsskikt.

5.3.1 Densitet, vattenkvot och konflytgräns

Densitet, vattenkvot och konflytgräns har kontrollerats på prover i laboratorie från skruv- och kolvprovtagning.

Vid fältundersökningar har endast en kolvprovtagning kunnat utföras. Rutinförsök på detta prov visar att lerans skrymdensitet (ρ) varierar mellan 1,6–1,7 t/m³. Den naturliga vattenkvoten (w_N) i leran varierar mellan ungefär 60-76% och varierar med djupet samt konflytgränsen (w_L) varierar mellan 63-65%.

5.3.2 Skjuvhållfasthet

Lerans odränerade skjuvhållfasthet (τ_{tu}) har korrigerats utifrån konflytgränsen (w_L), med en korrektionsfaktor om $\mu=0,83-0,84$. Den reducerade odränerade skjuvhållfastheten i leran har utvärderats till ca 20 kPa. Genomgående har ingen hållfasthetstillväxt kunnat konstateras i genomförda CPT-sonderingar. Resultatet från konförsöken indikerar dock en ökning motsvarande ca 2 kPa/m med djupet. Det ska noteras att antalet mätvärden är högst begränsat, se MUR/Geoteknik.

Som tidigare konstaterats så visar sonderingar samt upptagna kolvprover att leran innehåller varierande mängd av silt samt mycket marina skal. Lerans textur är därmed mer uppluckrad och bedöms ha något dränerande egenskaper. Helt odränerade förhållanden (motsvarande säkerhetsfaktorn F_c) bedöms därför inte förekomma i området, vilket är ett avsteg från praxis gällande stabilitetsutredningar i områden med jordlager bestående av lera. Stabilitetsberäkningar för denna utredning har utförts med dränerad analys samt kombinerad analys (dränerad + odränerad), se 6.2 Säkerhetskrav.

5.3.3 Vattennivå i havet

Följande högsta och lägsta vattennivåer i havet har antagits enligt data från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) för Stenungssunds station samt från en tidigare undersökning utförd av FB ENGINEERING AB, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Vattennivåer i området enligt SMHI och FB ENGINEERING AB

		(FB ENGINEERING AB, 2004)	SMHI, (SMHI, 2014)
Lägsta lågvattennivå	LLW	- 1,10	-1,18
Högsta högvattennivå	HHW	+1,50	+1,57
Medelvattennivå	MW	0,00	+0,83

Vattennivån har för beräkningarna i denna utredning ansatts till -1,18 m, vilket bedöms motsvara lägsta lågvattennivå (LLW). Vid lägsta lågvatten är vattnets mothållande effekt som lägst vilket därmed utgör det farligaste fallet för stabiliteten.

5.3.4 Erosionsinventering

En okulär inventering av eventuell stranderosion har utförts (med en båt) längs strandkanten från den östra delen av Kungsplan (B) till den västra delen av kallbadhuset (A), enligt Bild 4. Längs sträckan finns en träbrygga och en betongpir/vågbrytare/brygga. Strandkanten utgörs av en stenuppskyddad kaj (öster om träbryggan) samt strand med erosionskydd av sprängsten (väster om träbryggan).



Bild 4. Strandkanten och kajen inom området.

Vid den okulära besiktningen av strandkanten/kajen observerades två områden med erosionsskador, dels vid betongpiren (område A) och dels vid stenkajen (område B), se Bild 4. Bild 5 och Bild 6 visar befintlig betongpir och stenkaj där viss erosion har observerats.

Erosionsskadorna i betongpiren utgörs av hålrum mellan botten av betongkonstruktionen och grundläggningen av piren, se Bild 5.



Bild 5. Betongpir, hålrum under konstruktioner.

Erosionsskadorna i stenkajen utgörs av att stenblock som bygger upp kajkanten har spolats ur/lossnat och hålrum bildats. Hålrummen påträffas i nivån för vattenytan, se Bild 6.



Bild 6. Erosion vid stenkaj.

6 Stabilitet

6.1 Allmänt

Enligt tidigare utförd översiktlig stabilitetsbedömning (Räddningsverket, 2001) har de områden där det förekommer lera inom aktuellt område för detaljplan (dvs. ungefärligt område för Kungsplan) klassats som "område med otillfredsställande stabilitet enligt gällande anvisningar, alternativt otillräckligt utrett". Den översiktliga stabilitetsbedömningen framgår av Bilaga 2.

Stabiliteten i området har för denna utredning analyserats för befintliga förhållanden i fyra sektioner; A, B, C, E, se Bild 7.

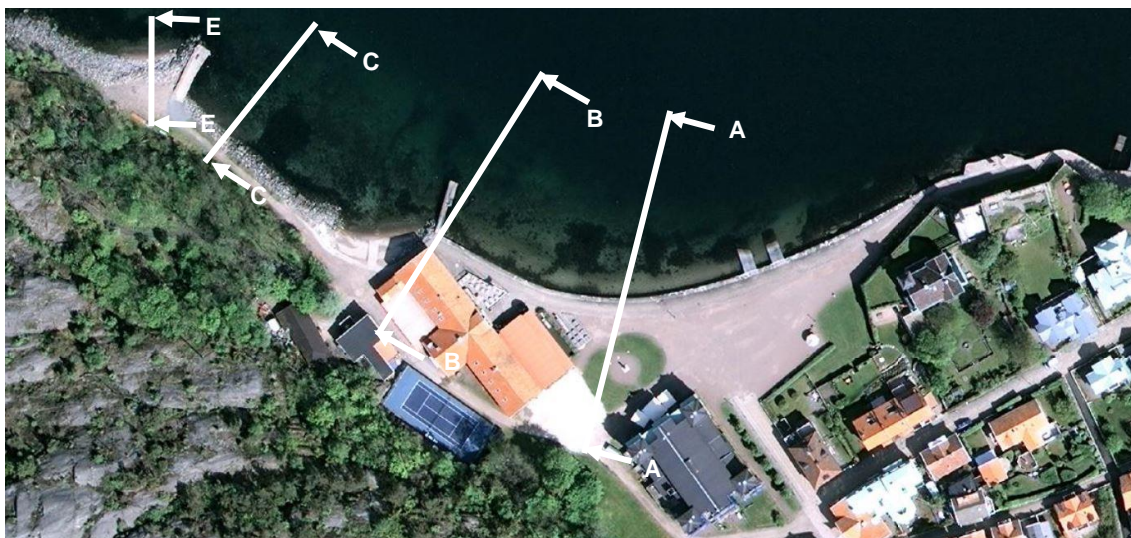


Bild 7. Beräkningssektioner, befintliga förhållanden.

För planerad verksamhet har stabiliteten analyserats i två sektioner; A och C, se Bild 8.

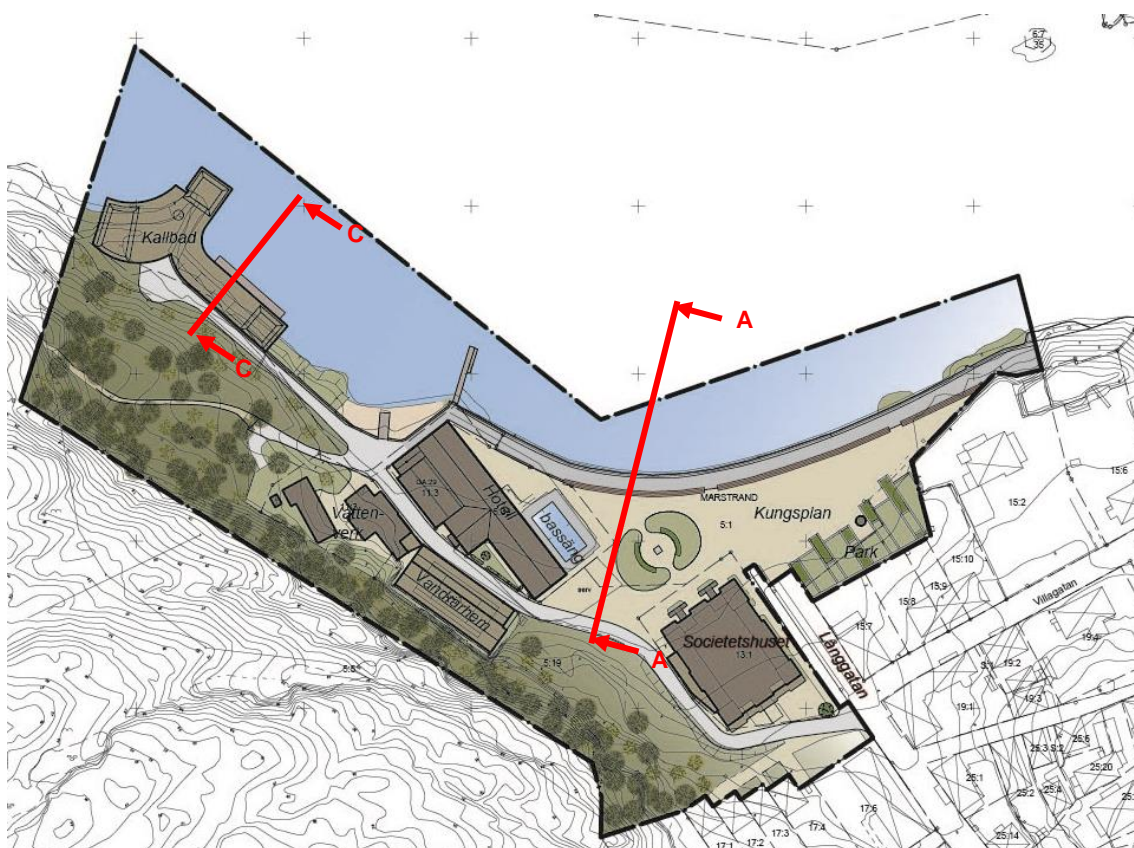


Bild 8. Beräkningssektion A och C. Utformning med planerad verksamhet enligt detaljplan.

6.2 Säkerhetskrav

Stabilitetsutredning har utförts enligt Implementeringskommissionen för Europastandarder inom Geotekniks (IEG:s) rapport 4:2010 där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för *Detaljerad stabilitetsutredning*. I Tabell 2 anges de lägsta säkerhetsfaktorer mot brott som anges i IEG:s anvisningar för detaljerad utredning.

Tabell 2 Säkerhetskrav enligt IEG (Val av rekommenderad säkerhetsfaktor) (IEG, 2010)

	Nyexploatering - Planläggning	Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
F_c	$\geq 1,7-1,5$	$\geq 1,7-1,5$	$\geq 1,6-1,4$
F_{komb}	$\geq 1,5-1,4$	$\geq 1,5-1,3$	$\geq 1,4-1,3$
F_ϕ	$\geq 1,3$ (sand)	$\geq 1,3$ (sand)	$\geq 1,3$ (sand)

För denna utredning inför detaljplan har lägsta tillåtna säkerhetsfaktor valts för kategorin Nyexploatering - Planläggning. Lägsta tillåtna säkerhetsfaktor i dränerad analys är $F_\phi \geq 1,3$. Lägsta tillåtna säkerhetsfaktor i kombinerad analys har valts till $F_{komb} \geq 1,5$, dvs den övre gränsen i det rekommenderade spannet. Detta eftersom osäkerheten är stor gällande jordens ingående hållfasthetsparametrar. Helt odränerade förhållanden (motsvarande säkerhetsfaktorn F_c) bedöms inte förekomma i området, enligt 5.3.2 Skjuvhållfasthet.

6.3 Beräkningsförutsättningar

6.3.1 Materialparametrar

I nedanstående Tabell 3 redovisas de materialegenskaper som använts vid stabilitetsberäkningarna.

Tabell 3 Bedömda materialegenskaper

Jordlager	Materialegenskap	Värde
Fyllning (Fy)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 38°
Erosionsskydd	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	20 kN/m ³ 45°
Lera 1 (Le_1)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	17 kN/m ³ 32° 20 kPa
Siltig lera (siLe)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	17 kN/m ³ 30°
Lera 2 (Le_2)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	16 kN/m ³ 30° 20 kPa
Lera 3 (Le_3)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ' Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	17 kN/m ³ 30° 20 kPa
Friktionsmaterial (grSa)	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	18 kN/m ³ 36°

6.3.2 Marklaster

Lasten från planerad väg är ansatt till 20 kPa, vilket motsvarar mycket tung trafik. Detta ska ses som en trafiklast på säkra sidan. Vägarna på Marstrand trafikeras enligt uppgift mest av mindre fordon pga. utrymmesskäl etc. En trafiklast på 5-10 kPa är då mer trolig, motsvarande den allmänna trafiken. I området för vändplanen (sektion E), har stabilitetsberäkningar utförts med trafiklast 10 och 20 kPa.

I sektion A och B är en utbredd last av 5 kPa ansatt för att simulera last från befintliga byggnader och verksamhet.

Information om befintliga byggnaders grundläggning har inte varit tillgänglig vid denna utredning.

För planerad verksamhet har last från det planerade kurbadet antagits föras ned till fast botten eller berg.

6.3.3 Vattennivå

Vattennivå i havet har i beräkningarna satts till nivån -1,18, vilket bedöms motsvara lägsta lågvattennivå (LLW) enligt SMHI data. Grundvattennivån i de ingående jordlagren bedöms korrelera med havsnivån.

6.4 Stabilitetsanalyser, allmänt

Stabiliteten för befintliga såväl som planerade förhållanden har kontrollerats i 4 respektive 5 sektioner. Beräkningarna är utförda med programmet SLOPE/W version 8.0 (Geostudio 2012) och med dränerad och kombinerad analys.

Redovisad säkerhetsfaktor avser Morgenstern-Price beräkningsmodell för cirkulär-cylindriska glidytor. Samtliga beräkningar redovisas i Bilaga 3 och 4. Presenterade säkerhetsfaktorer avser generellt den lägsta analyserade säkerhetsfaktorn mot brott för respektive glidyta.

Grundvattenytan har vid beräkningar antagits ligga mellan 2,3 och 0,5 m under markytan och är modellerad med en grundvattenyta under vilken hydrostatiskt portrycksförhållande råder.

I kombinerad analys har kohesionsinterceptet (c') ansatts till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten.

6.5 Stabilitetsanalyser - befintliga förhållanden

6.5.1 Sektion A – vid Kungsplan

Sektion A är belägen i den östra delen av utredningsområdet, över Kungsplan och ut i Mässingsviken.

För glidytor som sträcker sig ca 15 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott för dränerad analys $F_\phi = 2,20$ respektive $F_{komb} = 1,78$, se Bilaga 3. Den lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är emellertid en lokal glidyta som går runt kajkonstruktionen och har en säkerhetsfaktor mot brott på $F_\phi = 1,54$ respektive $F_{komb} = 1,48$.

6.5.2 Sektion B – vid Marstrands kurhotell

Sektion B ligger strax väster om sektion A och sträcker sig genom det nuvarande Marstrands kurhotell och ut i Mässingsviken.

För glidytor som sträcker sig ca 15 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott $F_\phi = 2,40$ för dränerad analys och $F_{komb} = 2,00$ med kombinerad analys, se Bilaga 3. Den lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är emellertid en lokal glidyta som går i strandkanten och har en säkerhetsfaktor mot brott för dränerad analys och kombinerad analys på $F_\phi = 1,65$ respektive $F_{komb} = 1,64$.

6.5.3 Sektion C – vid planerat kallbad

Sektion C ligger väster om sektion A och B, och sträcker sig genom läget för det planerade kurbadet.

För glidytor som sträcker sig ca 10 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott ungefär $F_\phi = 2,04$ för dränerad analys och $F_{komb} = 2,04$ med kombinerad analys, se Bilaga 3. Den lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är emellertid en lokal glidyta som går i strandkanten och har en säkerhetsfaktor för dränerad och kombinerad analys på $F_\phi = 1,59$ respektive $F_{komb} = 1,59$.

6.5.4 Sektion E – vid vändplan

Sektion E ligger väster om sektion C, och sträcker sig genom läget för befintlig vändplan i den nordvästra delen av området. Området för vändplanen utgörs av utfyllda massor som underlagras av lera innan berget tar vid. Berget sluttar relativt brant ner mot Mässingsviken. Strax intill vändplanen förkommer en pir/vågbrytare av betong. Erosionsskyddet vid vändplanen utgörs av sprängsten, se Bild 9.



Bild 9. Vändplanen och befintligt erosionsskydd, sektion E.

Trafiklast 20 kPa ansatt på vändplanen; För glidytor som sträcker sig ca 10-15 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott $F_{\phi} = 1,74$ för dränerad analys och $F_{komb} = 1,49$ för kombinerad analys, se Bilaga 3.

Trafiklast 10 kPa ansatt på vändplanen; För glidytor som sträcker sig ca 15-20 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott $F_{\phi} = 1,72$ för dränerad analys (glidyten berör ej själva vändplanen) och $F_{komb} = 1,51$ för kombinerad analys, se Bilaga 3.

6.6 Stabilitetsanalyser - planerad verksamhet

6.6.1 Sektion A - vid Kungsplan

Sektion A är belägen i den östra delen av utredningsområdet, över Kungsplan och ut i Mässingsviken.

För glidytor som sträcker sig ca 15 m ut från strandkanten är säkerhetsfaktorn mot brott för dränerad analys $F_{\phi} = 2,25$, se Bilaga 3. Den lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är emellertid en lokal glidyta som går runt kajkonstruktionen och har en säkerhetsfaktor mot brott på $F_{\phi} = 1,72$ respektive $F_{komb} = 1,67$.

6.6.2 Sektion C – med planerat kallbad

Denna sektion har beräknats med hänsyn till det planerade kurbadet med utformning enligt planbeskrivning. Ny byggnad innebär pålad konstruktion i eller nära strandkanten. Precis bakom kurbadet sträcker sig Bygatan med antagen tung trafiklast 20 kPa. Fyllnadsmaterial för gatan har antagits ha samma egenskaper som befintligt fyllnadsmaterial.

Den lägsta säkerhetsfaktorn mot brott för glidytor som sträcker sig 5-10 m ut från planerad byggnad har beräknats till $F_{\phi} = 2,21$ för dränerad analys och $F_{komb} = 1,96$ för kombinerad analys (se Bilaga 4), vilket är tillfredsställande ur stabilitetssynpunkt.

För stora glidytor i slänten under vattnet har säkerhetsfaktorn mot brott beräknats till $F_{komb} = 2,19$ för kombinerad analys (se Bilaga 4).

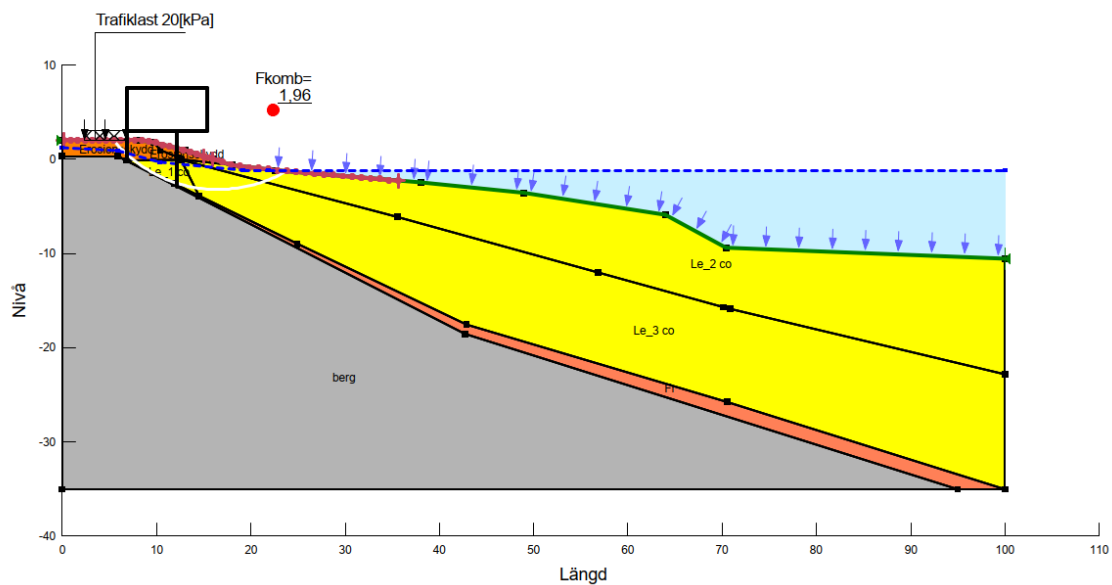
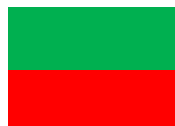


Bild 10. Sektion C med schematisk planerad utformning av kurbad. Trafiklast 20 kPa.

6.7 Sammanställning av utförda stabilitetsanalyser

Befintliga förhållanden

I nedanstående Tabell 4 redovisas framräknade lägsta säkerhetsfaktorer mot brott för varje sektion analyserad med befintliga förhållanden.



Uppfyller stabilitetskravet enligt IEG Rapport 4:2010.

Uppfyller inte stabilitetskravet enligt IEG Rapport 4:2010.

(Krav $F_{\phi} \geq 1,3$ och $F_{komb} \geq 1,5$, se kap. 6.2)

Tabell 4 Sammanställning av säkerhetsfaktorer för befintliga förhållanden

Sektion	A	B	C	E Trafiklast 20 kPa	E Trafiklast 10 kPa
F_{ϕ}	2,20 1,54 ^{*)}	2,40 1,65 ^{*)}	2,04 1,59 ^{*)}	1,74	1,72
F_{komb}	1,78 1,48 ^{*)}	2,00 1,64 ^{*)}	1,96 1,59 ^{*)}	1,49	1,51

^{*)} Avser korta lokala glidytor nära strandkanten/konstruktionen

Planerad verksamhet

I nedanstående Tabell 5 redovisas framräknade lägsta säkerhetsfaktorer mot brott för sektioner analyserade för planerad verksamhet.

Tabell 5 Sammanställning av säkerhetsfaktorer för planerad verksamhet, sektion A och C.

Sektion	A	C
F_{ϕ}	2,25 1,72 ^{*)}	2,21
F_{komb}	1,82 1,67 ^{*)}	1,96 2,19 ^{**)}

^{*)} Avser korta lokala glidytor nära strandkanten/konstruktionen.

^{**)} Avser stor glidyta i slänt under vatten.

7 Slutsats och rekommendationer

7.1 Totalstabilitetsanalys

Stabiliteten inom området för ny detaljplan anses tillfredsställande för befintliga förhållanden och för den lastsituation som råder i området idag. Även för planerade anläggningar nära strandkanten anses stabiliteten vara tillfredsställande, med förutsättning att nya anläggningar grundläggs på fast botten eller berg.

Viktigt är att stabilitetssituationen i området för planerade anläggningar enligt detaljplanen beror på en rad faktorer så som anläggningars grundläggningssätt, grundläggningsnivå, höjdsättning inom området etc.

7.2 Geotekniska rekommendationer

Allmänt gäller att stabilitets- och sättningsituationen i området behöver beaktas vid projektering av slutlig utformning av byggnader och anläggningar.

Generellt bör nya och planerade byggnader och anläggningar samt eventuella uppfyllnader i området utformas så att belastningen inte nämnvärt ökar i ingående jordlager, dvs. tillkommande laster behöver kompenseras alternativt föras ned till berg.

Kurbadet

Förslag till ny byggnad innebär konstruktion i eller nära strandkanten. Planerad byggnad utförs utan källare. Förslag till utformning framgår av Bild 11.

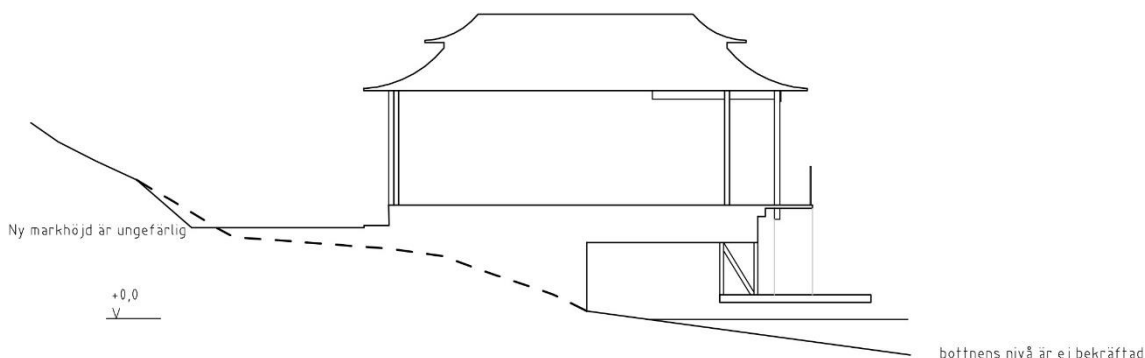


Bild 11. Förslag på sektion för nytt kurbad.

Rekommendationen är att kurbadet grundläggs till fast botten eller berg, vilket också är en förutsättning i utförda stabilitetsberäkningar. Den innersta delen av bottenplattan kommer troligtvis att grundläggas nära berg (möjligtvis bergschakt), medan de yttre delarna av konstruktionen är belägen ovan lösare jordlager.

Omkringliggande markyta planeras till nivå +2,9 eller lägre. I området för planerat kurbad sluttar berget relativt kraftigt och jordlagren blir snabbt djupa utanför befintlig strandlinje (se sektion C, Bilaga 3 och 4). Eftersom den innersta delen av bottenplattan troligtvis är nära berg, så förekommer risk att skadliga differenssättningar kan uppstå om inte den yttre delen även grundläggs ned till berg eller fast botten.

Byggnaden bör grundläggas på pålar/plintar. Alternativet är att muddra alla massor och återfylla med sprängstensfyllning ner till fast berg, men detta är både kostsamt och har troligtvis större miljöpåverkan på grund av grumling etc. Typ av grundläggning ska ses över när slutlig utformning/höjdsättning finns framme.

Föreslagen utformning av kurbadet innebär omfattande grundläggning, med stora dragkrafter, i berg. Vid slutlig utformning behöver dessa krafter hanteras.

Nytt vandrarhem

Det nya planerade vandrarhemmet (i läget för nuvarande tennisbana) är beläget i område med grunt till berg (enligt tidigare geoteknisk undersökning, GF Konsult AB, 1995-10-04). Vandrarhemmet kan därför troligtvis grundläggas direkt med platta på mark alternativt med plintar på berg.

Erosionsskydd

Byggnader ska grundläggas och konstrueras på ett erosionsskyddat sätt. Det förekommer tecken på erosion i strandkanten. Delar av befintligt erosionsskydd behöver göras om eller förstärkas så att det uppfyller önskad funktion. Det är vidare mycket viktigt att erosionsskyddet längs hela strandlinjen ses över och anpassas till framtida vattennivåer. Vid nya strandkonstruktioner/anläggningar i strandkant ska nytt erosionsskydd dimensioneras (material och utformning) med hänsyn till HHW-nivån och vågkrafter. För strandlinje som bibehålls ska översyn av befintligt erosionsskydd och reparation/komplettering utföras (ex. förankring av lösa stenar/block, iläggning av håligheter).

Utläggning av erosionsskydd får inte förändra stabilitetssituationen. Totalstabilitet för hela området, inklusive lokal stabilitet under vattenytan, ska beaktas.

Högvattenskydd

Utlåtande angående förslag till högvattenskydd, daterat 2016-05-03, framgår av "VA OCH DAGVATTENUTREDNING FÖR BÅTELLET I MARTSTRAND", daterad 2016-08-26. Eftersom inga uppgifter angående den befintliga kajens utformning och grundläggning (ritningar, etc.) har varit tillgängliga vid denna utredning så är det svårt att helt avgöra eventuella åtgärder för att området ska klara av ett högvattentillstånd. Troligtvis består befintlig kaj av så genomsläppligt material att vatten kan tränga igenom. Om en skyddande barriär för högvatten utförs så kan det ändå finnas risk att vattennivån stiger innanför barriären, om inte en helt tät skärm/slits utförs.

Högvattenskyddet ska utformas och projekteras med hänsyn till geotekniska förhållanden, speciellt så att den tillkommande lasten från högvattenskyddet inte äventyrar stabilitetsförhållandena i området.

Ovanstående slutsatser och rekommendationer gäller för förhållanden beskrivna i denna rapport. Om beräkningsförutsättningarna skulle förändras (lastförutsättningar, typ av grundläggning, grundläggningsnivå, höjdsättning etc.) krävs en revidering/uppdatering av denna rapport. I projekteringsskedet rekommenderas kompletterande undersökningar av jordens egenskaper i området för att kunna optimera och dimensionera grundläggningarna.

Referenser

- Bohusläns Museum. (2014). *Marstrands norr inlopp. Arkeologi i Marstrands hamn 9. Arkeologisk utredning. Martsrand 5:39 m.fl.* Marstrand: Bohusläns Museum.
- Bohusläns Museum. (2016). *Bryggglömningar vid Kungsplan. Arkeologi Marstrand hamn nr. 13. Marinarkeologisk utredning 5:39 m.fl. Kungälv kommun.* Göteborg: Bohusläns Museum.
- FB ENGINEERING AB. (2004). *Teknisk PM. Geoteknik. Översiktlig stabilitetsutredning. Delområde: Mässingsviken i Marstrand.* Göteborg: FB ENGINEERING AB.
- GF KONSULT AB. (1995). *Kungälv/Marstrands Tennisklubb. Martsrand 11:1 och 11:2, Tennishall.* Martsrand: GF KONSULT AB.
- IEG. (2010). *Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik. Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.* Stockholm: Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik.
- SKREDKOMMISSIONEN. Commission on Slope Stability. (1996). *Anvisningar för släntstabilitetsutredningar. Information.* Linköping: INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN.
- SMHI. (den 23 april 2014). *Rekord: Havsvattenstånd.* Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/klimatdata/oceanografi/havsvattenstand/rekord-havsvattenstand-1.2269> den 08 januari 2016



BILAGA 1

Bergteknisk besiktning inför detaljplan, Marstrand 5:39 m.fl.

RAPPORT
**BERGTEKNISK BESIKTNING INFÖR
DETALJPLAN, MARSTRAND 5:39 MFL**





Uppdrag

264454, Detaljplan för MARSTRAND 5:39 m.fl. gällande Geoteknik och bergteknik

Titel på rapport:

Bergteknisk besiktning inför detaljplan, MARSTRAND 5:39 m.fl.

Status:

Datum:

2015-09-25

Medverkande

Beställare:

Kungälv kommun

Kontaktperson:

Matilda Svenning

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Daniel Hägerstrand

Handläggare:

Lars Bergström

Kvalitetsgranskare:

Claes Lenninger

Revideringar

Författare:

Lars Bergström

Datum: 2015-09-25

Handlingen granskad av:

Claes Lenninger

Datum: 2015-09-25

Tyréns AB

Tel: 010 452 20 00

www.tyrens.se

Säte: Stockholm

Org.Nr: 556194-7986

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	4
2	Utförda undersökningar	4
3	Resultat	4
3.1	Bergarter och sprickor.....	5
3.2	Beskrivning av stabiliteten i området	6
3.3	Strålning och radonriskbedömning	6
4	Rekommendationer	7
4.1	Bergtekniska rekommendationer	7
4.1.1	Framtida bergschakt	7
4.1.2	Slänter intill planerad nybyggnation	7
4.1.3	Åtgärder för strålsäkerhet och radon	7
4.1.4	Största tillåtna byggnadsarea	8
	Referenser	8

Bilaga 1: Fotodokumentation

1 Bakgrund och syfte

Tyréns AB har erhållit en förfrågan från Kungälvskommun avseende geotekniska och bergtekniska undersökningar i samband med att en ny detaljplan för Marstrand 5:39 m.fl. ska tas fram. Detaljplanen möjliggör att befintliga verksamheter i form av hotell och vattenverk ges möjlighet att kompletteras och utvecklas, genom att bland annat möjliggöra ett nytt kallbadhus.

Denna rapport omfattar redovisning av bergteknisk undersökning, samt en översiktning okulär inventering av områdets markegenskaper. Inventeringen av markegenskaperna ligger till grund för bedömning av behov av vidare geotekniska undersökningar.

2 Utförda undersökningar

Platsen besöktes av berggrundsgeolog för bergteknisk besiktning. Berghällarnas topografi och blockighet noterades samt fotograferades. Bergarten bestämdes och sprickriktningar och sprickegenskaper dokumenterades. Alla orienteringar anges enligt högerhandsregeln, dvs. planets strykning (skärningslinje mot horisontalplanet) anges i 0-360°, så att planet alltid lutar mot höger observerat i strykningsriktningen. Stupningen eller lutningen anges i 0-90° där horisontalplanet = 0° och vertikalplanet = 90°.

Väderleken vid besiktningstillfället utgjordes av växlande molnighet och uppehåll. Temperaturen stigande 15-18 grader.



Bild 1. Undersökta områden, ungefärlig utbredning. Utsnitt ur Google Maps.

3 Resultat

Den undersökta platsen berör det naturområde med nordöstligt sluttande bergslänter som angränsar till hamnområdet med Societetshuset och "Båtället". I den sydvästra delen, bakom Societetshuset och "Båtället" viker slänten av mot väster och angränsar här till det gångstråk som fortsätter runt ön. I anslutning till gångstråket utgörs området av en grästäck yta med enstaka träd och stubbar.

Bergslänterna är i allmänhet bevuxna med träd och sly samt med gräs i förekommande avsatser.

3.1 Bergarter och sprickor

Berggrunden består av en fin- till medelkornig metagråvacka (1-5 mm kornstorlek) tillhörande Stora Le Marstrand-gruppens bergarter. Bergarten är ådergnejsig till bandad och består främst av mineralen kvarts, fältspat, glimmer. Vittringshuden är ca 1mm tunn och vitaktig, vilket antyder att sulfidmängden i berget är låg. Gnejsigheten stryker generellt i östvästlig riktning och är mestadels flack med 20°-35° stupning från horisontalplanet. Brantare gnejsighet förekommer då sprickorna i allmänhet är undulerande/vågiga.

I området förekommer tre dominerande sprickriktningar, strykning/stupning:

- Förskifring varierande 270°-275°/20°-30° med huvudsakligen plana, rå sprickytor
- 280°-310° / 80°-90°, samt några "övertippade" medelbranta i 100°-130°/30°-90°
- 210°-220° / 80°-90°

De medelbranta och branta sprickorna kan orsaka instabilitet i berget.

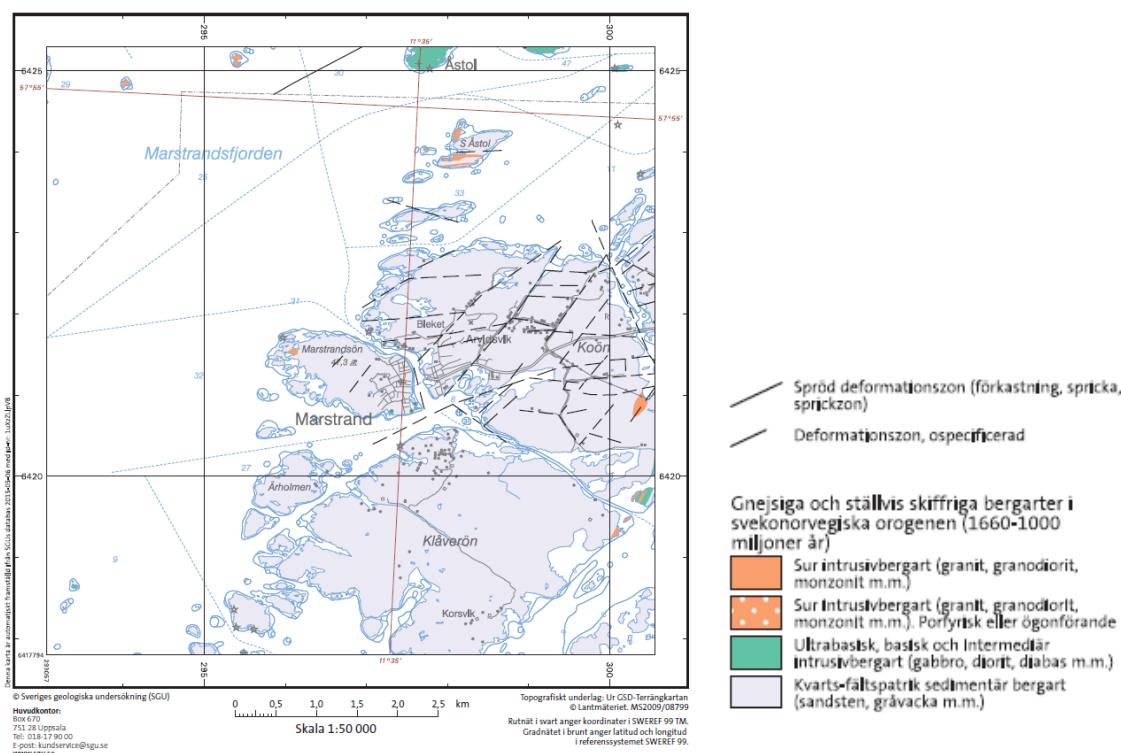


Bild 2. Utsnitt ur SGU berggrundskarta.

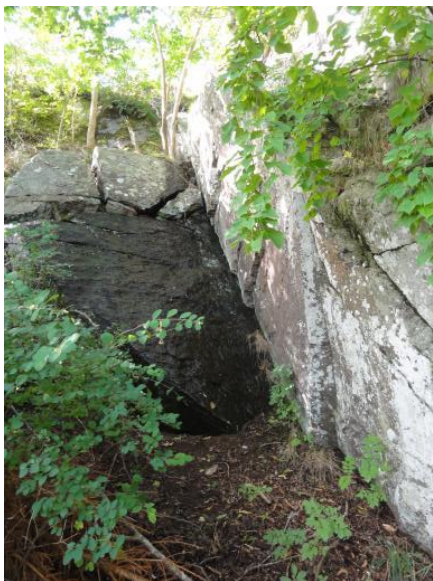


Bild 3. Ådergnejsig metagråvacka.

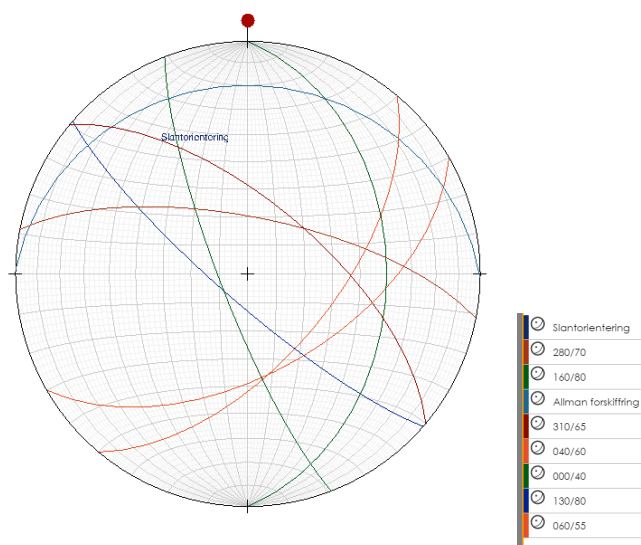


Bild 4. Stereografisk projektion som visar plan till dominerande sprickriktningar (9 st.), undre hemisfären, Schmidt nät. Släntens riktning inkluderad.

3.2 Beskrivning av stabiliteten i området

Som tidigare beskrivits finns dominerande sprickförekomster i området.

Bergarten har en gnejsig struktur med i huvudsak flack till medelbrant lutning utåt i slänten. Dessa sprickplan bedöms variera något i strykningsriktning och lutning på grund av ett vågigt utförande.

Utöver den förekommer ett par sprick-set med brantstående orientering såväl tvärs släntens orientering som nära parallellt. Lokalt har branta sprickplan uppmätts som lutar inåt i slänten och därmed skapar stående bakåtlutande block.

I ytan förekommer lokalt block som idag ligger stabilt.

3.3 Strålning och radonriskbedömning

Enligt befintligt kartmaterial utgörs planområdet av ett normalriskområde.

All berggrund avger strålning och viss mängd radon. Genom att mäta den totala gammastrålningen, vilket är en indirekt metod, kan man bekräfta om området utgör ett normalriskområde för markradon eller inte. Den dominerande förekomsten av radon härrör från sönderfall av Uran-238 som förekommer naturligt i berggrunden. Radongasen sönderfaller i sin tur i en serie av kortlivade metaller som i sina sönderfall avger gammastrålning. Gammastrålning från berggrunden uppkommer förutom genom sönderfall av uran även genom sönderfall av torium och kalium, varför hög gammastrålning inte entydigt betyder att även radonhalterna är höga. Däremot kan låg gammastrålning uppmätt direkt på berg utsluta större emission av radongas från berget. Clavensjö och Åkerblom (2004) har utarbetat en radonriskklassning beroende på uppmätt gammastrålning enligt tabell 1.

Tabell 1. Radonriskbedömning utgående från total gammastrålning enligt Clavensjö och Åkerblom (2004).

Radonrisk	Gammastrålning
Normalriskområde (huvudsakligen normalradonmark). Berggrund med normal uranhalt.	ca 0,10 – 0,15 $\mu\text{Sv/h}$
Lågriskområde (huvudsakligen lågradonmark). Berggrund med låg uranhalt	ca < 0,10 $\mu\text{Sv/h}$

4 Rekommendationer

4.1 Bergtekniska rekommendationer

I området förekommer, under rådande förhållanden, liten eller ingen risk för spontana blocknedfall. Lösa block har noterats i slänten ovan Societetshuset men dessa bedöms ligga stabilt under rådande markförhållanden.

Berggrunden klassificeras som normalradonriskområde.

Nya byggnadernas grundkonstruktioner ska vara av radonskyddande utförande. Vid eventuell bergschakt ska bergsakkunnig tillkallas för stabilitetsbedömning av schakten.

Mer detaljerade rekommendationer redovisas nedan.

4.1.1 Framtida bergschakt

Förekommande sprickor kan vid bergschakt förorsaka bergutfall i form av utglidning eller stjälpning från brantstående sprickgrupper.

Det förekommer även sekundära, eller mer sällan förekommande sprickset som i interaktion med varandra kan skapa kilformade och instabila block.

Schaktarbeten bör planeras i samråd med bergsakkunnig med syfte att erhålla en stabil slänt.

4.1.2 Slänter intill planerad nybyggnation

I naturligt tillstånd bedöms slänterna intill planerad nybyggnation vara stabila.

En bergschakt förändrar de naturliga stabilitetsförhållandena i berget, genom att stödet för en bergmassa med bakomliggande lutande sprickor tas bort och glidning därför kan ske längs det lutande sprickplanet. Vid all bergschakt bör bergsakkunnig tillkallas för stabilitetsbedömning av bergväggen, både ur arbetsmiljöhänsyn och med hänsyn till den permanenta stabiliteten.

4.1.3 Åtgärder för strålsäkerhet och radon

Enligt Boverkets normer får gammastrålningsnivån inte överstiga 0,3 $\mu\text{Sv/h}$ i rum där människor vistas mer än tillfälligt (BFS 2014:13, BBR21 kap. 6:12). Strålningen från berggrunden i planområdet bidrar med endast 0,10-0,12 $\mu\text{Sv/h}$ och inga åtgärder för gammastrålning från berget behöver därför vidtas.

Årsmedelvärdet av den joniserande strålningen från radongas i inomhusluft får inte överstiga 200 Bq/m³ (BFS 2014:13, BBR21 kap. 6:23). Området är klassat som normalradonriskområde. Under förutsättning att byggnadernas grundkonstruktioner är av radonskyddande utförande (se Clavensjö och Åkerblom, 2004) bedöms risken vara liten att gränsvärdet överskrids med avseende på radonemission från berggrunden. Boverkets broschyr "Åtgärder mot radon i bostäder" kan också rekommenderas.

4.1.4 Största tillåtna byggnadsarea

Berget ställer inga begränsningar på största tillåtna byggnadsarea. Bergytans kontur och sprickornas orientering i förhållande till en brantare bergkontur kan däremot orsaka instabilitet i berget. Vid grundläggning på berg där bergytan lutar mer än 20° från horisontalplanet bör därför bergsakkunnig tillkallas för stabilitetsbedömning och råd avseende behövliga förstärkningsåtgärder.

Referenser

Clavensjö och Åkerblom, 2004. Radonboken – Förebyggande åtgärder i nya byggnader. Formas, Stockholm. ISBN 978-91-540-5926-7

Boverkets författningssamling, BBR21. URL: <https://rinfo.boverket.se/BBR%5CPDF%5CBFS2014-3-BBR-21.pdf>

Åtgärder mot radon i bostäder. Boverket. URL: <http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2013/atgarder-mot-radon-i-bostader/>

Bilaga 1: Fotodokumentation

Bild 1. Slänt bakom Societetshuset

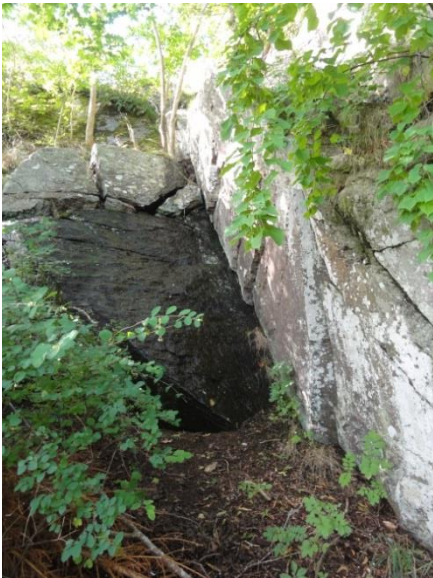


Bild 2. Brantstående sprickor bakom Societetshuset



BILAGA 2

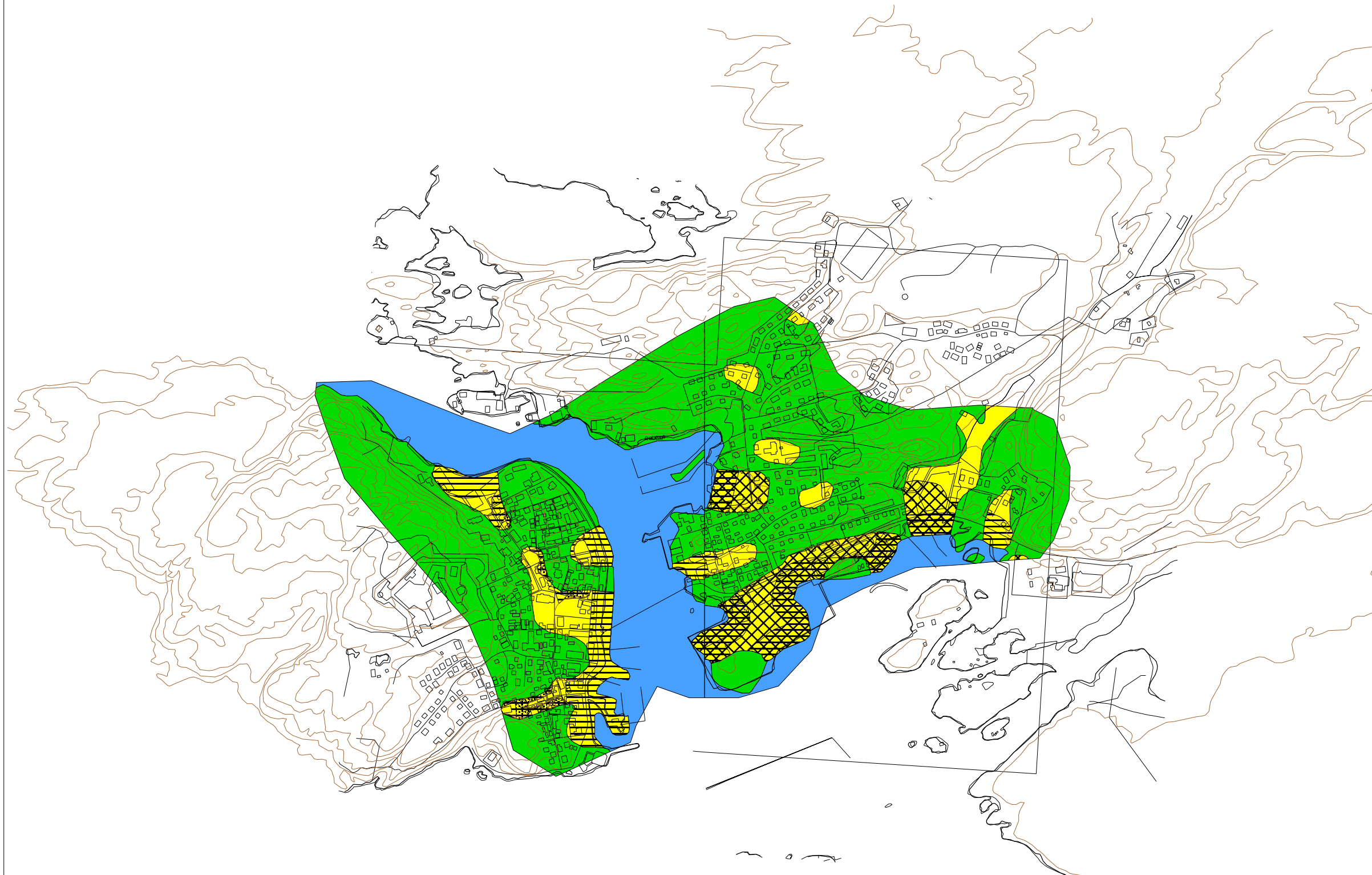
Översiktlig stabilitetsbedömning (Räddningsverket, 2001-08-31)
Ritning K-18_1A och K-18_1B

Karta 1a Stabilitetszoner

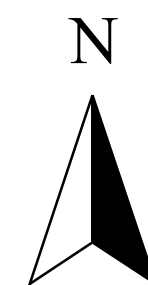
Ekvidistans: 5 m
Skala 1:10000

Teckenförklaring:

-  Stabilitetszon 1;
Si/Sa på Le > 1:5
-  Stabilitetszon 1;
Si/Sa på Le > 1:10
-  Stabilitetszon 1;
Le > 1:10
-  Stabilitetszon 2;
Le < 1:10
-  Stabilitetszon 2;
Si/Sa på Le < 1:10
-  Stabilitetszon 1;
Si/Sa > 1:5
-  Stabilitetszon 2;
Si/Sa < 1:5
-  Stabilitetszon 3;
Fast mark
-  Fyllning
-  Vatten
-  Punkt för fältbesiktning
-  Erosionsskydd
-  Ras- eller skredkant
-  Erosion enl. fältbesiktning
-  Erosion enl. bildtolkning
-  Ravinkant - aktiv ravin
-  Ravinkant - passiv ravin
-  Tidigare skred (år)
-  Förekomst av kvicklera



0 100 200 300 400 500 meter



Marstrand
Kungälv kommun

Datum 2001-08-31



K-18_1A


















Karta 1 b

Översiktligt bedömda stabilitetsförhållanden

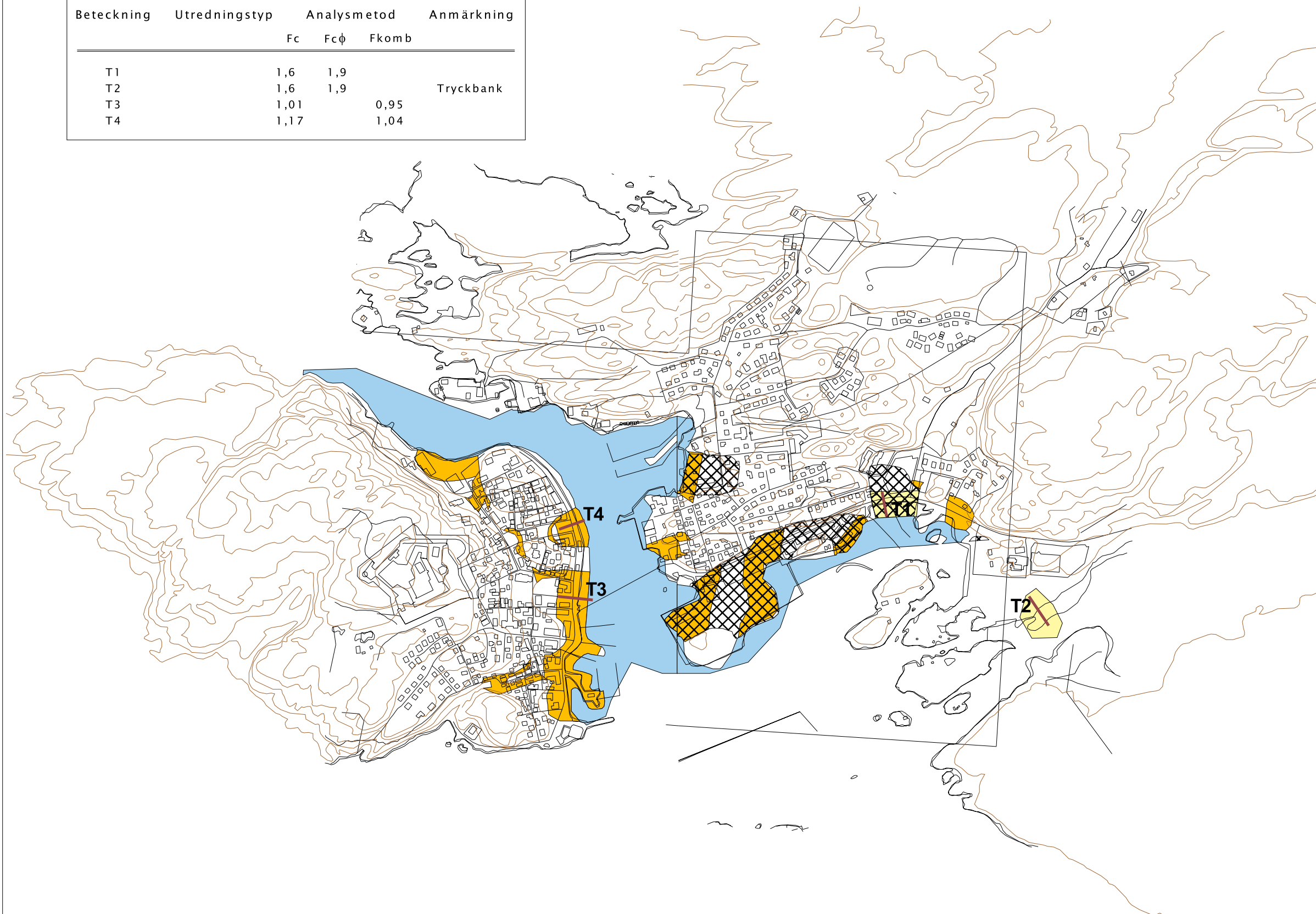
Ekvidistans: 5 m

Skala 1:10000

Teckenförklaring:

-  Område bedömt som stabilt, men tidigare utredning ej utförd enligt gällande anvisningar.
-  Område bedömt som stabilt, men tidigare utredning ej utförd enligt gällande anvisningar. Översyn av stabiliteten bedöms som speciellt angelägen.
-  Område med otillfredsställande stabilitet enligt gällande anvisningar, alternativt otillräckligt utrett.
-  Område med otillfredsställande stabilitet enligt gällande anvisningar. Ytterligare utredning eller åtgärd bedöms som speciellt angelägen.
- T1**  Tidigare utförd stabilitetsutredning
- K1**  Fältkontrollerad sektion
- Ö1**  Sektion baserad på kartdata
-  Fyllning
-  Punkt för fältbesiktning
-  Erosionsskydd
-  Ras- eller skredkant
-  Erosion enl. fältbesiktning
-  Erosion enl. bildtolkning
-  Ravinkant - aktiv ravin
-  Ravinkant - passiv ravin
-  1946 Tidigare skred (år)
-  Förekomst av kvicklera

Beteckning	Utredningstyp	Analysmetod			Anmärkning
		Fc	Fcφ	Fkomb	
T1		1,6	1,9		Tryckbank
T2		1,6	1,9		
T3		1,01		0,95	
T4		1,17		1,04	



0 100 200 300 400 500 meter



Marstrand
Kungälv kommun

Datum 2001-08-31



K-18_1B



BILAGA 3

Släntstabilitetsberäkningar, befintliga förhållanden



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
 BERÄKNING: Sektion A-A, Båtellet Marstrand- (MC)

Analys: Dränerad Analys, befintliga förhållanden
 Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
 Metod: Entry and Exit
 Portrycksmodell: Piezometric Line
 Datum: Date: 2016-09-02

Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion': 2 kPa
 Phi': 38 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Le_1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 2 kPa
 Phi': 32 °

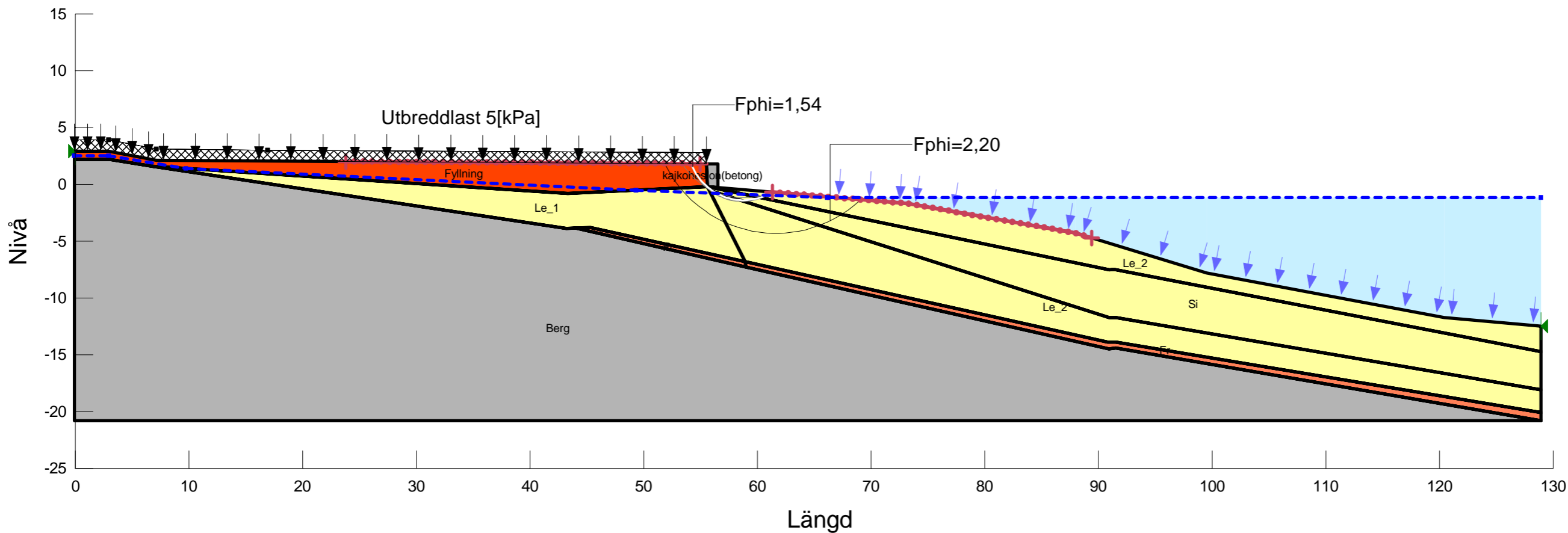
Name: Le_2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Cohesion': 2 kPa
 Phi': 30 °

Name: Fr
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 36 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Si
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion': 0 kPa
 Phi': 30 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: kajkohesion(betong)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 25 kN/m³
 Cohesion': 1 000 kPa
 Phi': 0 °





BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
 BERÄKNING: Sektion A-A, Båtellet Marstrand

Analys: Kombinerad Analys, befintliga förhållanden
 Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
 Metod: Entry and Exit
 Portrycksmodell: Piezometric Line
 Datum: Date: 2016-09-26

Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 38 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Fr
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 36 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

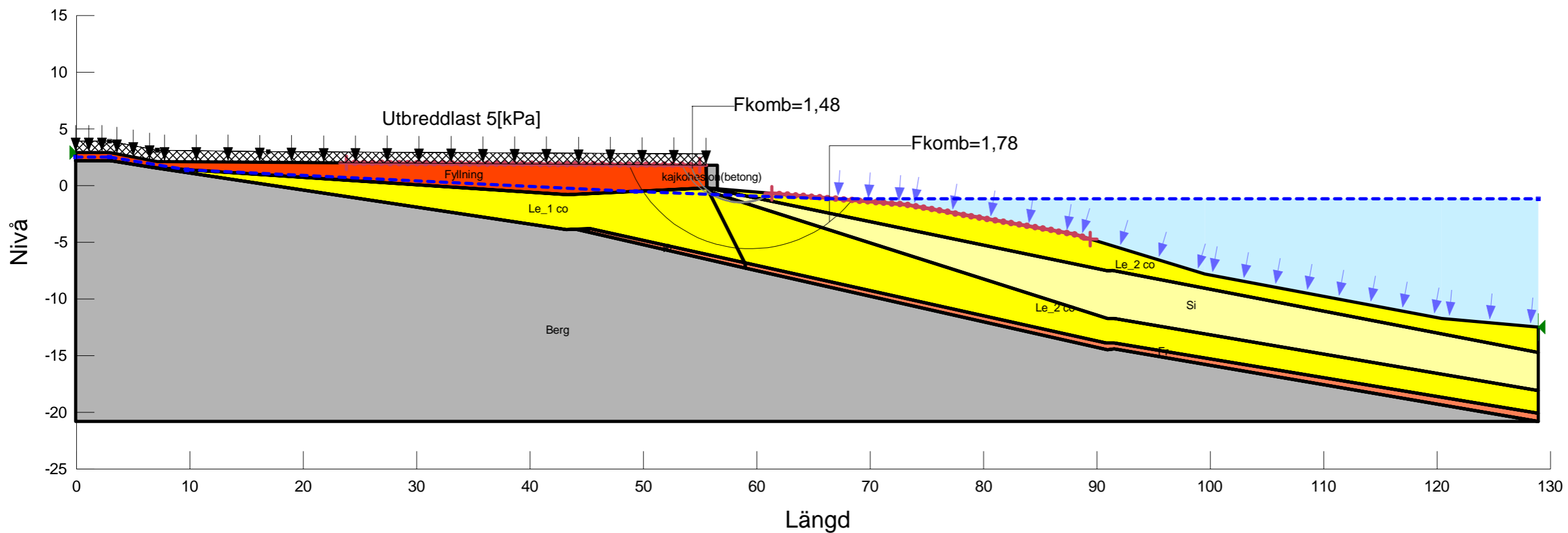
Name: Si
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 30 °
 Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: kajkohesion(betong)
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 25 kN/m³
 Cohesion: 1 000 kPa
 Phi: 0 °

Name: Le_1 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 32 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0,1

Name: Le_2 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0,1

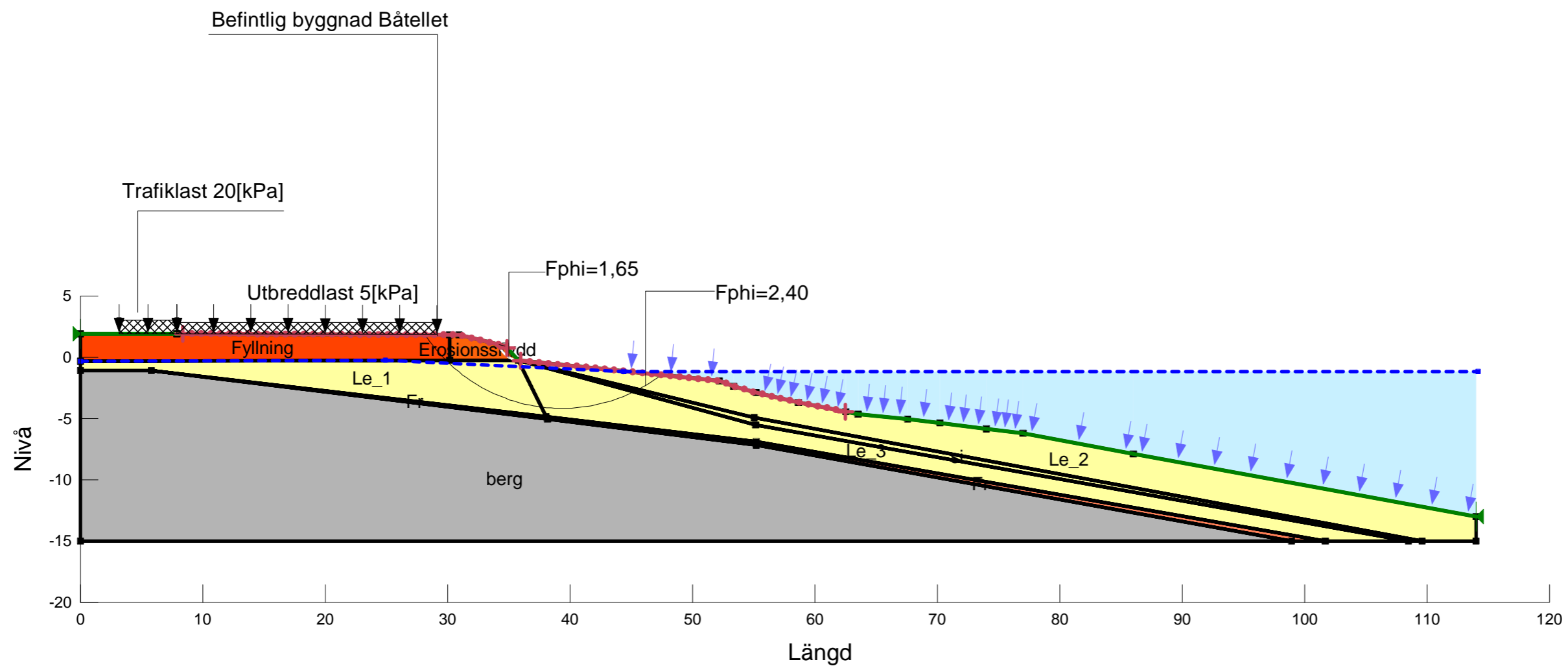




BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion B-B, Dränerad Analys

Analys: Dränerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-03-22

Skala: 1:400 (A3)



Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 38 °

Name: Le_1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 32 °

Name: Le_2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Le_3
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: si
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 36 °

Name: berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Erosionsskydd
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 45 °

Beräkning utförd av:
N. CUOTTO

Granskad av:
M. TREMBLAY



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion B-B, kombinerad analys

Analys: Kombinerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-26

Skala: 1:400 (A3)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Phi: 38 °

Name: si
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Phi: 30 °

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Phi: 36 °

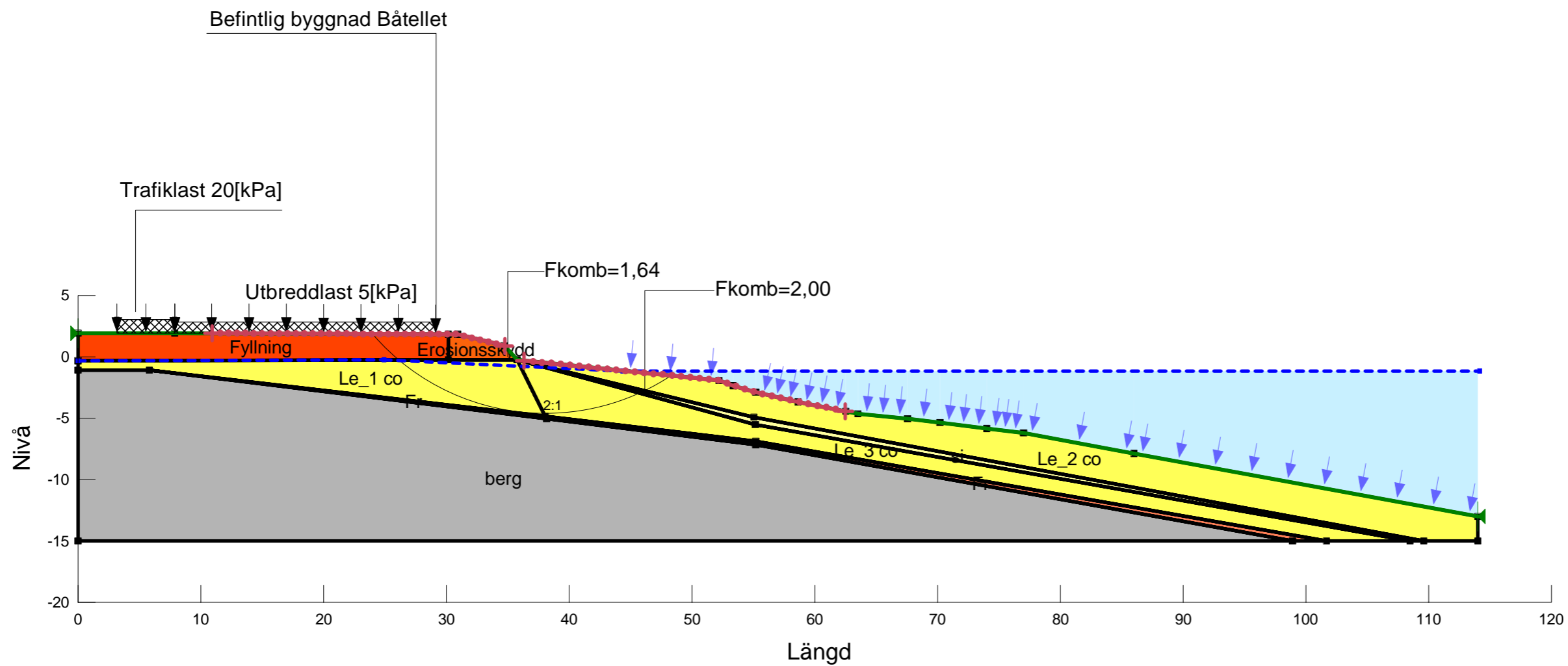
Name: berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Erosionsskydd
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Le_1 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 32 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

Name: Le_2 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

Name: Le_3 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1



Beräkning utförd av:
N. CUOTTO

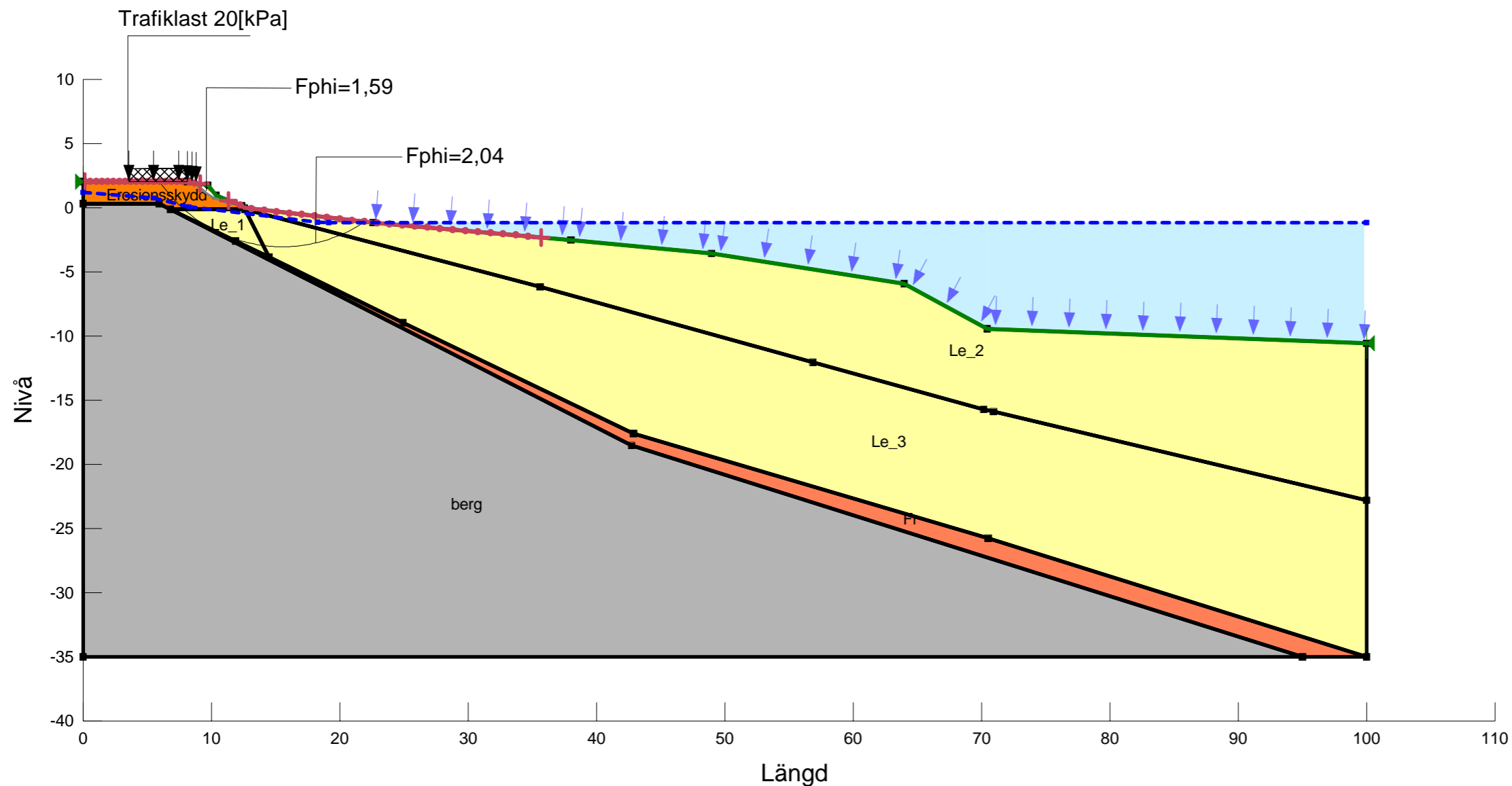
Granskad av:
M. TREMBLAY



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion C-C, Dränerad analys

Analys: Dränerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-03-22

Skala: 1:400 (A3)



Name: Le_1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 32 °

Name: Le_2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Le_3
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 36 °

Name: berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

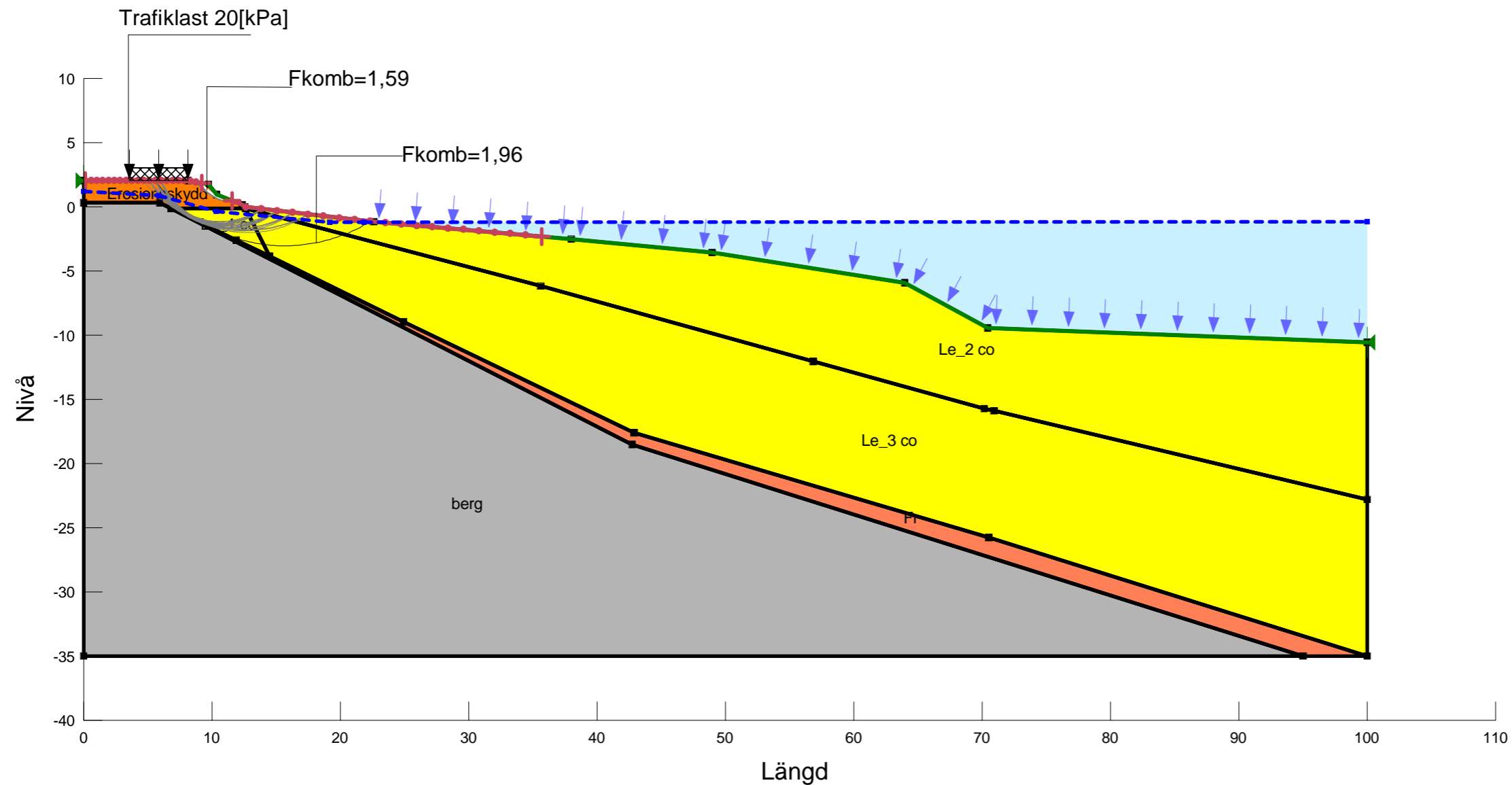
Name: Erosionsskydd
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 45 °



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion C-C, Kombinerad analys

Analys: Kombinerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-26

Skala: 1:400 (A3)



Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 36 °

Name: berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Erosionsskydd
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 45 °

Name: Le_3 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

Name: Le_1 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 32 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

Name: Le_2 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

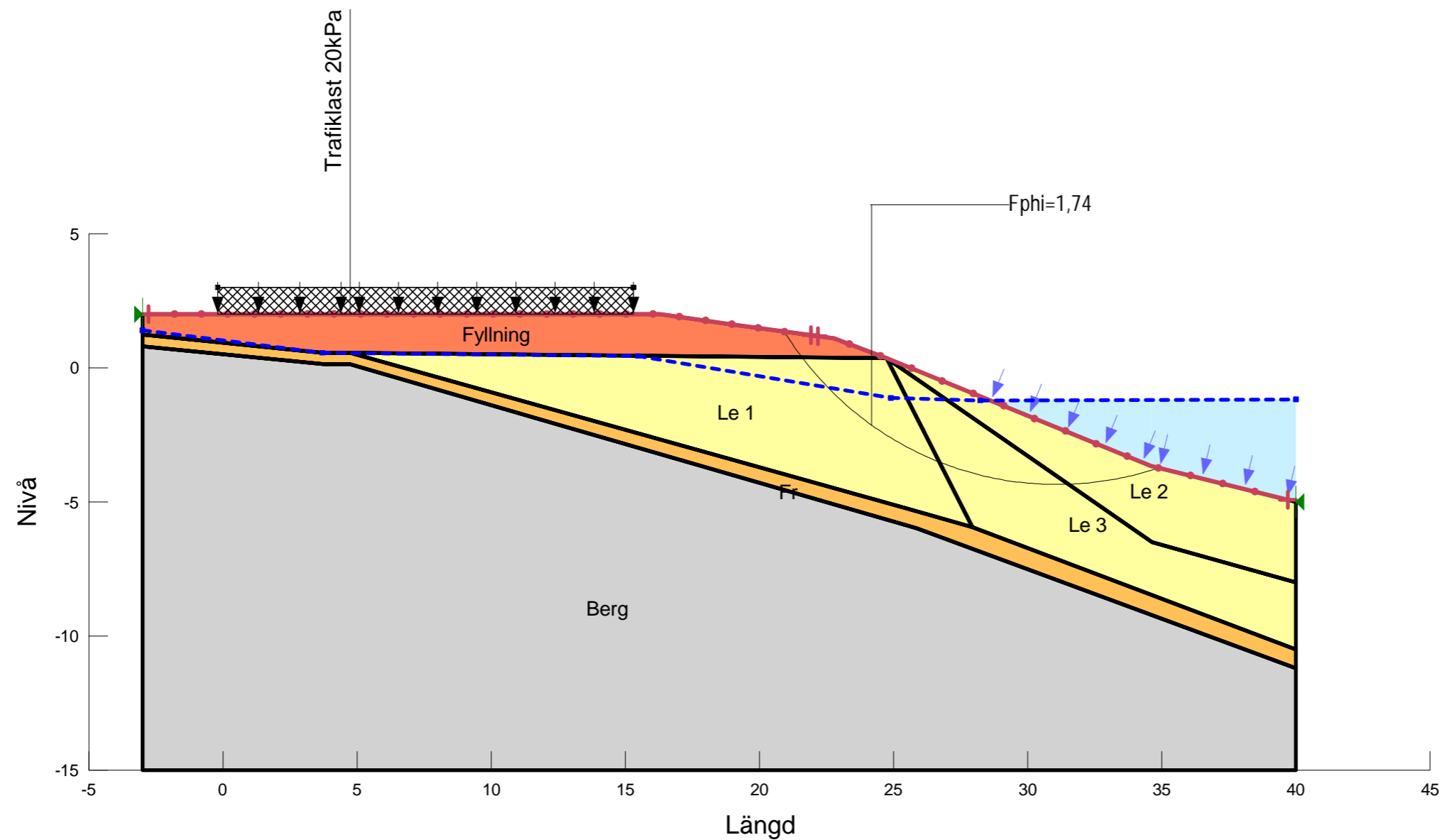
Directory: O:\GBG\264454\G_Berakningar\Slope\Justeringar Sep 2016\SektionC.gsz

Beräkning utförd av:
N. CUOTTOGranskad av:
M. TREMBLAY

BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion E-E, dränerad analys

Skala: 1:200 (A3)

Analys: Dränerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-02



Name: Le 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 32 °

Name: Le 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Le 3
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 30 °

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 36 °

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 38 °

Skala: 1:200 (A3)

BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion E-E, kombinerad analys

Analys: Kombinerad Analys, befintliga förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-26

Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 36 °

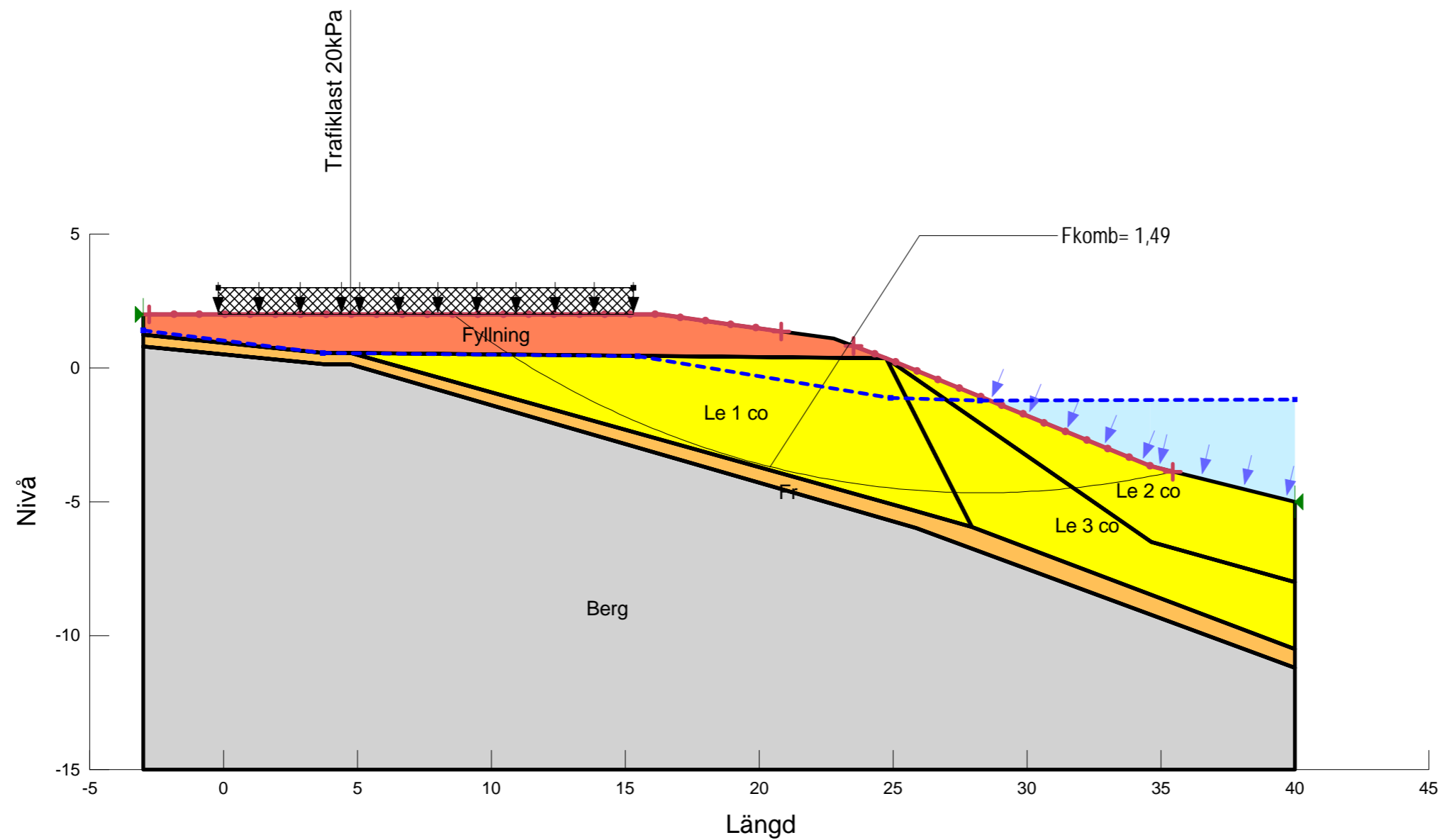
Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 2 kPa
Phi': 38 °

Name: Le 1 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 32 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1

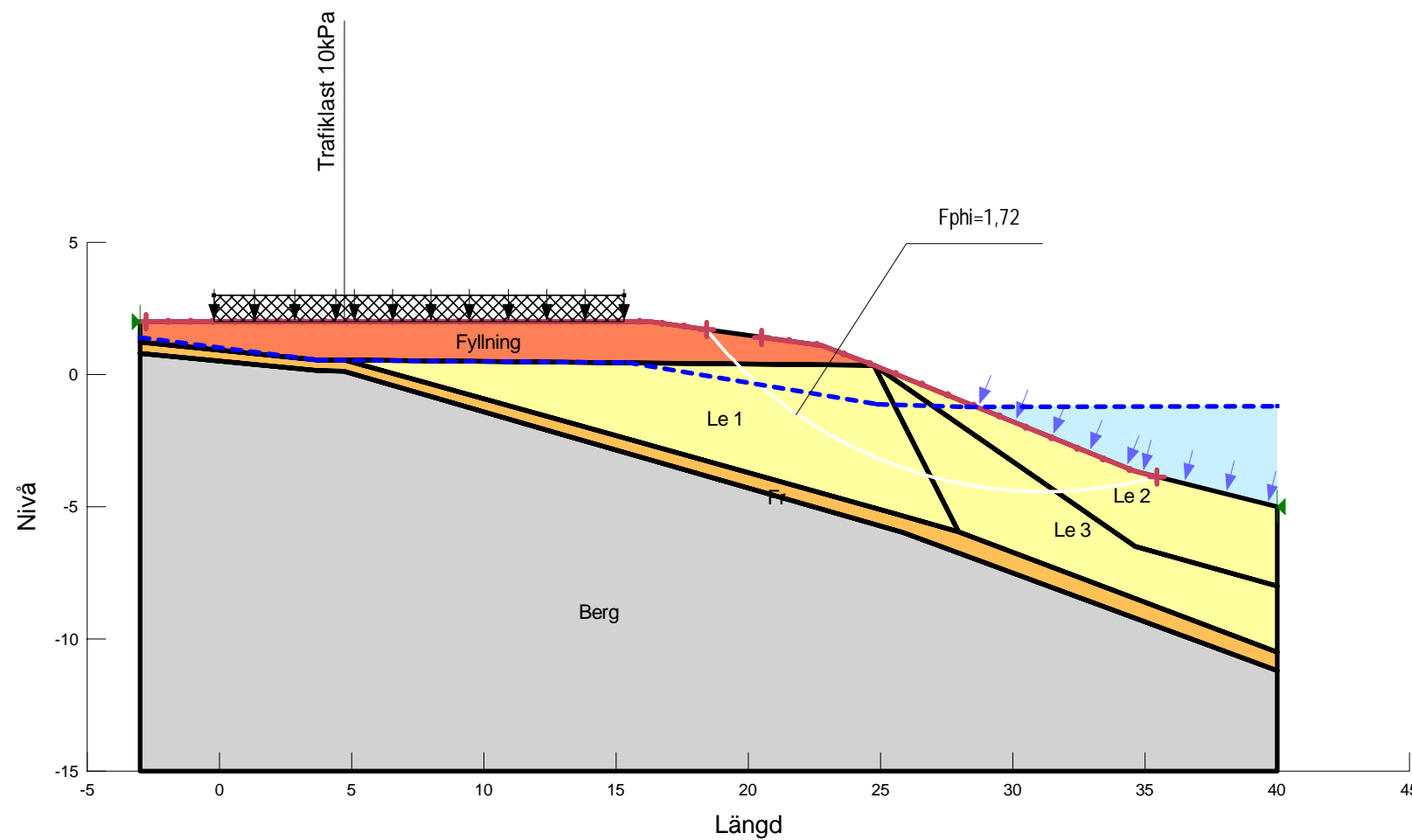
Name: Le 2 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1







Name: Le 3 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0,1



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
 BERÄKNING: Sektion E-E, dränerad analys

Analys: Dränerad Analys, befintliga förhållanden
 Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
 Metod: Entry and Exit
 Portrycksmodell: Piezometric Line
 Datum: 2017-08-23

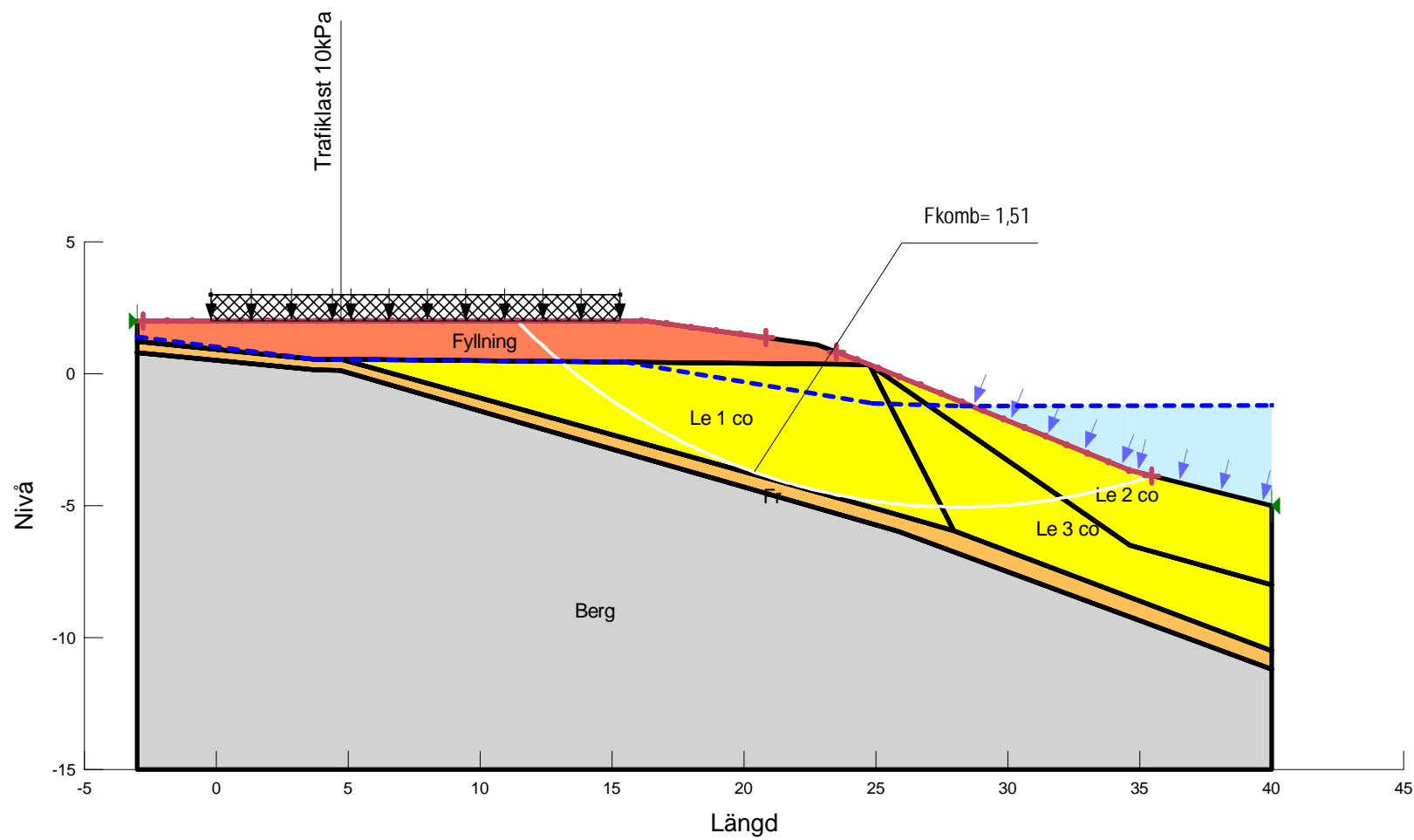


- 
 Name: Le 1
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 32 °
- 
 Name: Le 2
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 30 °
- 
 Name: Le 3
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 30 °
- 
 Name: Fr
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 36 °
- 
 Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
- 
 Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 38 °



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
 BERÄKNING: Sektion E-E, kombinerad analys

Analys: Kombinerad Analys, befintliga förhållanden
 Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
 Metod: Entry and Exit
 Portrycksmodell: Piezometric Line
 Datum: 2017-08-23



- Name: Fr
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 36 °

- Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)

- Name: Fyllning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 2 kPa
 Phi: 38 °

- Name: Le 1 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 32 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1

- Name: Le 2 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1

- Name: Le 3 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1

Directory: O:\GBG\264454\G_Berakningar\Slope\2017-08-23 Vändplats_sektion E\SektionE.gsz

Beräkning utförd av: V. NYMAN
 Granskad av: M. TREMBLAY



BILAGA 4

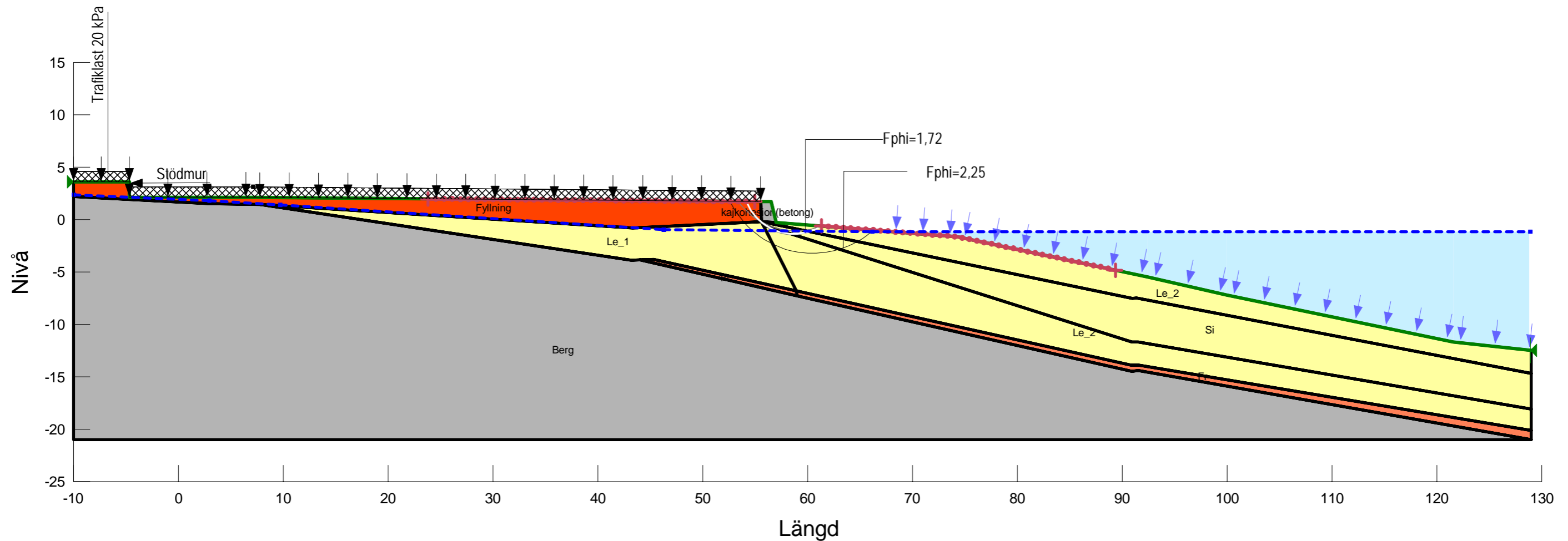
Släntstabilitetsberäkningar, planerad verksamhet



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion A-A, planerad verksamhet

Analys: Sektion A-A, Dränerad Analys
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-02

Name: Fyllning Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Cohesion: 2 kPa Phi: 38 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Le_1 Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 17 kN/m³ Cohesion: 2 kPa Phi: 32 °
Name: Le_2 Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 16 kN/m³ Cohesion: 2 kPa Phi: 30 °
Name: Fr Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Cohesion: 0 kPa Phi: 36 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Si Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 17 kN/m³ Cohesion: 0 kPa Phi: 30 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)
Name: kajkohesion(betong) Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 25 kN/m³ Cohesion: 1 000 kPa Phi: 0 °

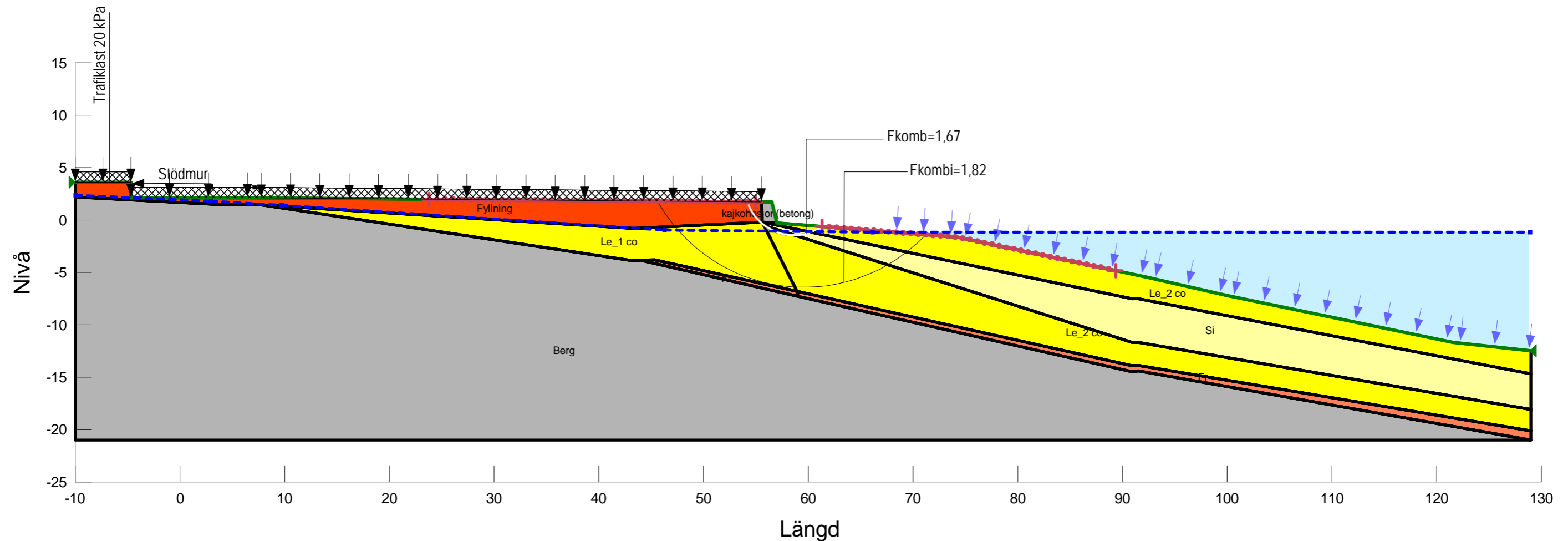




BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion A-A, planerad verksamhet

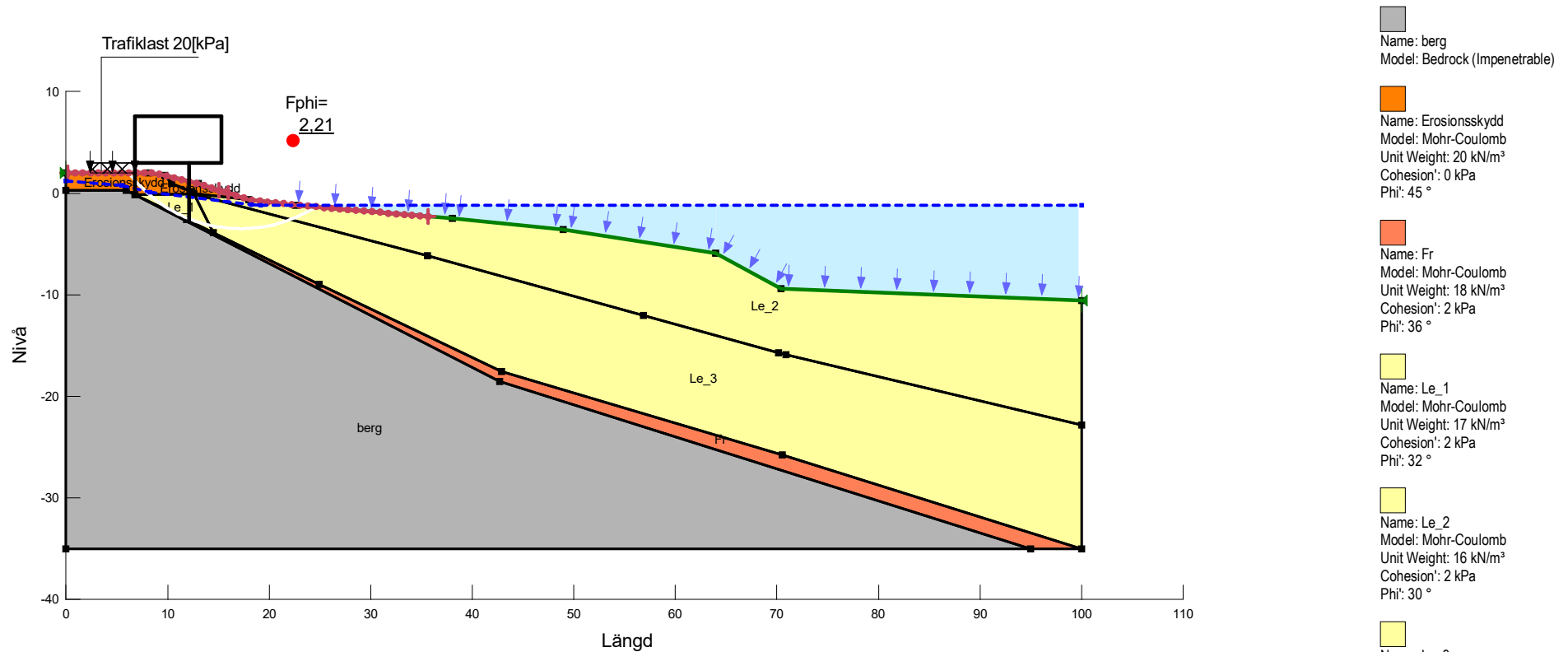
Analys: Sektion A-A, Kombinerad Analys
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2016-09-26

Name: Fyllning Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Cohesion': 2 kPa Phi': 38 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Le_2 co Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16 kN/m³ Phi': 30 ° C-Top of Layer: 2 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1
Name: Fr Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 18 kN/m³ Cohesion': 0 kPa Phi': 36 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Si Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 17 kN/m³ Cohesion': 0 kPa Phi': 30 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)
Name: kajkohesion(betong) Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 25 kN/m³ Cohesion': 1 000 kPa Phi': 0 °
Name: Le_1 co Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 17 kN/m³ Phi': 32 ° C-Top of Layer: 2 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1



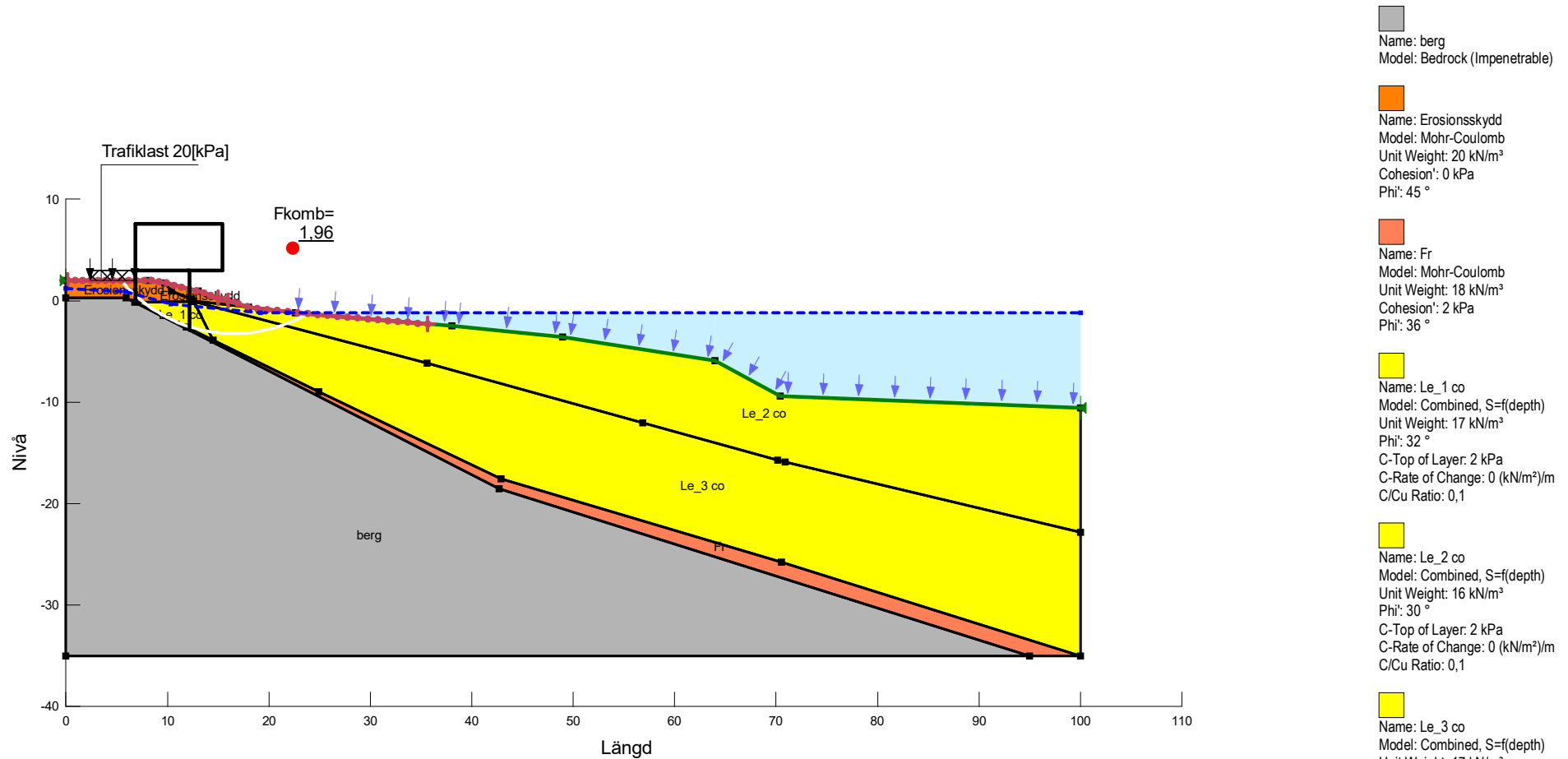
BÄTTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion C-C, Dränerad analys

Analys: Dränerad Analys, framtida förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2023-01-30



BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
BERÄKNING: Sektion C-C, Kombinerad analys

Analys: Kombinerad Analys, framtida förhållanden
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
Metod: Entry and Exit
Portrycksmodell: Piezometric Line
Datum: 2023-01-30



berg
Name: berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Erosionsskydd
Name: Erosionsskydd
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Fr
Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Phi: 36 °

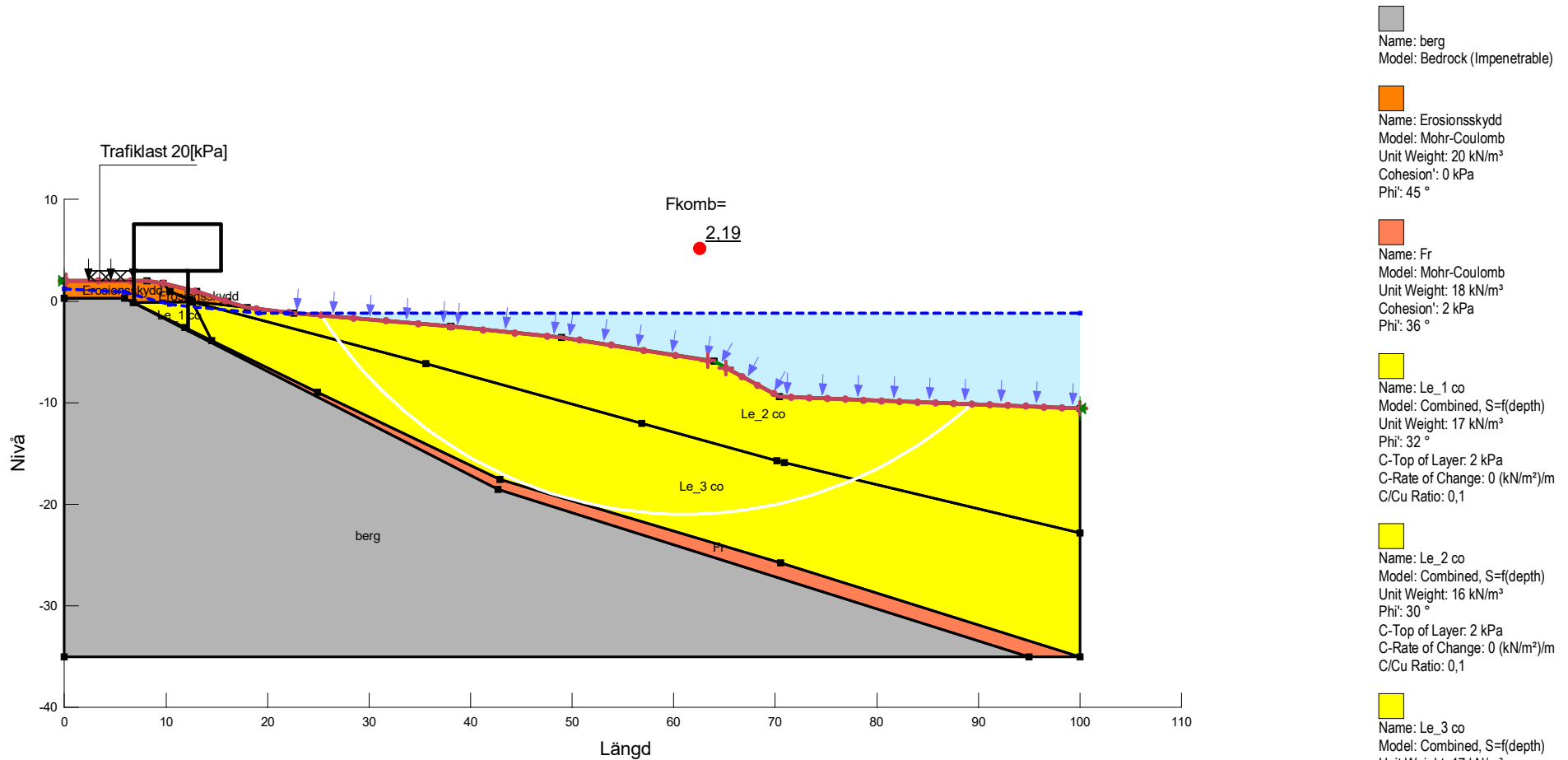
Le_1 co
Name: Le_1 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 32 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

Le_2 co
Name: Le_2 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

Le_3 co
Name: Le_3 co
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 2 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

BÅTELLET, MARSTRAND 5:39 m.fl.
 BERÄKNING: Sektion C-C, Kombinerad analys, långa glidytor under vattnet

Analys: Kombinerad Analys, framtida förhållande, långa glidytor
 Beräkningsmodell: Morgenstern-Price
 Metod: Entry and Exit
 Portrycksmodell: Piezometric Line
 Datum: 2023-01-30



Directory: O:\GBG\322827\G_Berakningar\Slope\SektionC.gsz

Beräkning utförd av:
 A. LINDBLOM

Granskad av:
 J. KARLSSON

Name: Le_3 co
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1