

Spårväg Frihamnen–Lindholmen, detaljplan



PM Geoteknik

Teknikansvarig
Axel Josefson
Teknikområde
Geoteknik
Projekt ID
770900

Datum
2020-10-16
Version
Rev A 2021-05-12
Rev B 2021-09-30

Rapport-ID
PM Geoteknik Spårväg Frihamnen-Lindholmen, detaljplan
Kund
Göteborgs Stad Trafikkontoret

PM Geoteknik Spårväg Frihamnen-Lindholmen, detaljplan

Revidering A (2021-05-12) innefattar följande:

- Ny stabilitetsberäkning, sektion A1, vid Lindholmsmotet. Beräkning för kontroll av stabilitet för teknisk anläggning mot ramp till Lundbyleden.
- Uppdaterade stabilitetsberäkningar för sektion B och E med last på 10kPa utanför detaljplanens område. Befintliga ledningar med fjärrkyla och planerade ledningar med fjärrvärme har även tagits med i beräkningarna.
- Hänvisning till spårvägslast.
- Sektion B har med avseende på påverkan på detaljplanens område utretts för scenario där skred inträffat nära Lundbyhamnen.

Revidering B (2021-08-31) innefattar följande:

- Stabilitetsberäkningar med en last på 10 kPa utanför detaljplaneområdet
- Borttagning av kapitel "Planbestämmelse" och tillägg kapitel "Omgivningspåverkan"
- Diverse textredigering
- Bilaga 6 ersätts med planerade åtgärder för GFS Spårväg Frihamnen-Lindholmen

Innehållsförteckning

1	Objekt.....	6
2	Syfte.....	6
3	Styrande dokument	6
4	Underlag för projektering	6
4.1	Planerad konstruktion	7
4.2	Geotekniska undersökningar.....	7
4.2.1	Utförda undersökningar	7
4.2.2	Tidigare utförda undersökningar	7
5	Befintliga förhållanden	7
5.1	Befintliga byggnader och anläggningar.....	7
5.2	Topografiska förhållanden	8
5.3	Ytbeskaffenhet.....	8
5.4	Geotekniska förhållanden	8
5.4.1	Jorddjup och jordlagerföljd	8
5.4.2	Jordegenskaper	8
5.5	Hydrogeologiska förhållanden	8
5.6	Sättningsförhållanden	9
5.7	Stabilitetsförhållanden	9
5.8	Markgasförhållanden.....	9
5.9	Blocknedfall/bergras	9
6	Stabilitet	9
6.1	Stabilitetsberäkningar	9
6.1.1	Allmänt.....	9
6.1.2	Geometri.....	10
6.1.3	Beräkningssektioner	10
6.1.4	Materialegenskaper	10
6.1.5	Hållfasthetsvärden	11
6.1.6	Vattenstånd och portryck	11
6.2	Laster	11
6.3	Val av erforderliga säkerhetsfaktorer	12
6.4	Resultat	13
6.5	Sekundära skred	16
7	Slutsats och rekommendation	16
7.1	Allmänt.....	16
7.2	Stabilitet	16
7.3	Sättningar	17
7.4	Markgasförhållanden.....	17
7.5	Schaktning	17

7.6 Omgivningspåverkan	17
------------------------------	----

Bilagor

Bilaga 1.....	Översiktskarta
Bilaga 2.....	Utvärderad korrigerad skjuvhållfasthet
Bilaga 3.....	Stabilitetssektioner i plan
Bilaga 4.....	Stabilitetsberäkningar
Bilaga 5.....	Översikt bedömda förstärkningsåtgärder stabilitet för dp
Bilaga 6.....	Översikt bedömda förstärkningsåtgärder stabilitet för GFS

Sammanfattning

AFRY har på uppdrag av Trafikkontoret Göteborgs Stad utfört en geoteknisk utredning för Spårväg Frihamnen-Lindholmen, detaljplan.

Följande utredning är framtagen för att utgöra planeringsunderlag för framtagande av detaljplan. Detaljplanen ska ge en samlad bild över hur ett avgränsat markområde ska användas samt markens lämplighet för att bebyggas med spår- och citybussbyggnation.

Inom området utgörs jordmassorna generellt av 0,5 - 5 m fyllningsmaterial som underlagras av lera som vilar på friktionsjord på berg. Djupet till fast botten varierar mellan ca 0 m till mer än 100 m. Vid vändslingans sydvästra del finns berg i dagen i nära anslutning till området på en sträcka av ca 15 m. Fyllningen utgörs av varierande material. Leran har torrskorpekaraktär mellan 0,5 - 2,5 m och därunder bedöms leran vara normalkonsoliderad. Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. En grundvattenyta på mellan 1 och 2 m under markytan har påträffats. Det förekommer att portrycket i leran är något högre än hydrostatiskt på större djup.

Leran är sättningskänslig och tål ingen eller liten last innan stora tidsberoende sättningar uppkommer. Pågående sättningar förekommer inom området.

Stabiliteten är tillfredsställande vid Lindholmsmotet (sekt A och A1). Stabiliteten är inte tillfredsställande vid Lundbyhamnen/Kvillebäcken (sekt B, C och E) för varken befintliga förhållanden eller för en framtida exploatering utan åtgärder. Geoteknisk stabilitetsåtgärd i form av KC-pelare och till viss del i kombination med lättfyllning bedöms behövas på en sträcka av totalt ca 350 m. Inga arbeten utförs som berör vattnet i Lundbybassängen. I övrigt föreligger inga stabilitetsproblem som berör planerat detaljplanelagt område.

I samband med detaljprojektering av planerad stadsbana bör kompletterande geotekniska- och bergtekniska undersökningar utföras i läget för blivande spår och tillfälliga vägar för att i detalj bedöma slutgiltiga förstärkningsåtgärder.

1 Objekt

På uppdrag av Trafikkontoret, Göteborgs Stad, har ÅF Infrastructure AB utfört geoteknisk utredning för detaljplan för Spårväg Frihamnen-Lindholmen, se Bilaga 1.

2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar. Utredningen är framtagen för att utgöra underlag för detaljplan.

En detaljplan ska ge en samlad bild över hur ett avgränsat markområde ska användas samt markens lämplighet för att bebyggas. Den styrs av de krav på en detaljplan som PBL, Plan- och bygglagen, ställer med stöd av geotekniska europastandarder, Eurokod.

3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

Styrande dokument är:

SS-EN 1997-1:2005 Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner –
Del 1: Allmänna regler

För nationella val till Eurokod gäller följande dokument:

BFS 2015:6, EKS 10 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och
allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska
konstruktionsstandarder (eurokoder).

TRVFS 2011:12 Trafikverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter
(VVFS 2004:43) om tillämpningen av europeiska
beräkningsstandarder.

Följande dokument är rådgivande för objektet:

Teknisk Handbok 2020:2, Göteborgs Stad

IEG Rapport 2:2008, Rev. 2 Tillämpningsdokument Grunder, SGF

IEG Rapport 6:2008, Rev. 1 Tillämpningsdokument Slänter och bankar, SGF

IEG Rapport 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter
och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar,
SGF

4 Underlag för projektering

Inom projektets ramar har en "Rapport arkivinventering GFS Spårväg Frihamnen - Lindholmen", 2020-10-30, utförts för att inventera och sammanställa tidigare geotekniska undersökningar, utredningar, jordarts- och jorrdjupskartor, arkivmaterial över grundkonstruktioner och äldre kartmaterial. Det finns en stor mängd undersökningar och utredningar utförda i området. I denna PM Geo har för projektet tillämpliga delar inarbetats.

4.1 Planerad konstruktion

Trafikkontoret arbetar med att ta fram en detaljplan för spårväg mellan Frihamnen och Lindholmen, se Figur 4.1.



Figur 4.1. Översikt ungefärligt detaljplaneområde. (google.se)

4.2 Geotekniska undersökningar

4.2.1 Utförda undersökningar

Undersökningar har utförts i området vid Lundbyhamnen. Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik" (MUR/Geo), daterad 2020-10-30.

4.2.2 Tidigare utförda undersökningar

Tidigare relevanta undersökningar redovisas i "Rapport arkivinventering GFS Spårväg Frihamnen - Lindholmen", daterad 2020-10-30.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Området utgörs framförallt av befintliga vägar, hårdgjorda ytor och ett fåtal byggnader. Ledningar och kablar förekommer. Vid korsning med Kvillebäcken finns dels en befintlig bro och en kulvertering med 3 trummor vid utloppet till Lundbyhamnen.

5.2 Topografiska förhållanden

Området är plant och nivåerna varierar generellt mellan ca +0 till +3. Nivåskillnader i närområdet förekommer dels vid Lundbybassängen med botten på ca nivå -4 och dels vid Lindholmsmotet vars lägsta punkt är ca -3,3.

5.3 Ytbeskaffenhet

Området består mestadels av hårdgjord yta men mindre grönytor förekommer.

5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Jordlagerföljden utgörs överst av ett fyllningslager på ett varierande tjocklek av ca 0,5 till ca 5 m. Fyllningen bedöms kunna vara bestående av varierande material av bland annat sand, grus, silt, lera, sten och mulljord. Därefter visar flera undersökningar ett lager torrskorpelera med mäktighet som varierar mellan ca 0,5 – 2,5 m, även denna kan innehålla viss inblandning av andra material. Därefter följer ett naturligt lerlager till som mest mer än 100 m djup, lerlagret kan lokalt saknas vid vändslingans sydvästra del. Därefter följer ett lager friktionsjord innan berg med okänd mäktighet.

Under vattnet i Lundbyhamnen finns fyllning med muddermassor som överlagras av sand.

5.4.2 Jordegenskaper

Inom uppdraget har utförts störd och ostörd provtagning vid Lundbyhamnen som visar en vattenkvot, W_N , på 3 – 20% för fyllningen, 34 – 43 % för torrskorpeleran och 43 – 104 % för underliggande lerlager. Sensitiviteten enligt tidigare undersökningar har uppmätts till att vara låg- till mellansensitiv i hela området med stabilitetsproblematik.

Dessa jordegenskaper stämmer väl överens med området som helhet enligt tidigare utförda undersökningar.

Tungheten för lerlagret varierar mellan 15 kN/m³ och 16 kN/m³.

5.5 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenytan har observerats på mellan ca 1 till 2 m djup under markytan. Grundvattenytan påverkas troligtvis av befintliga ledningar/kablar och Göta Älvs vattennivå. Grundvattennivåer varierar med årstid och nederbörd.

Tidigare uppmätta portryck i området visar på mestadels hydrostatisk tryckfördelning men även ett något högre portryck än hydrostatiskt (ca 1-2 m högre än hydrostatiskt) på stort djup under markytan. Leran är homogen och inga vattenförande skikt med förhöjda portryck har noterats.

De nuvarande karakteristiska vattenstånd för Göta älv inom centrala Göteborg antas vara följande (höjdsystem RH2000):

- Högsta högvattenstånd HHW +1,6
- Normalt högvattenstånd NHW +1,0
- Normalt medelvattenstånd MW +0,1
- Normalt lågvattenstånd MLW -0,6
- Lägsta lågvattenstånd LLW -1,1

5.6 Sättningsförhållanden

Marken inom området är mycket sättningskänslig och har till följd av tidigare belastningar/utfyllningar konsoliderat. Ytterligare belastningar som påförs marken kommer utbilda sättningar. Det kan inte uteslutas att krypsättningar pågår i vissa områden.

5.7 Stabilitetsförhållanden

Stabilitetsberäkningar presenteras vidare i Kapitel 6.

Tidigare stabilitetskarteringar är utförda både på västra sidan och östra sidan av Lundbyhamnen av Sweco¹. De detaljerade stabilitetsutredningarna visar att stabiliteten för delar av Lundbyhamnen inte uppfyller de rekommendationer som anges i Skredkommissionens anvisningar, Rapport 3:95, för den typ av markområde och utredningsnivå som gällde vid tiden för karteringen.

5.8 Markgasförhållanden

Enligt radonboken gäller indelningen i radonriskområden (lågrisk-, normalrisk- och högrisk) orörda markförhållanden, där ingen hänsyn är tagen till markbearbetning i samband med exploatering.

De orörda jordlagren inom området består generellt av mer än 2 m mäktiga leror varför den naturliga jorden ska betecknas som lågriskområde avseende radonförhållanden om inte ytterligare mätning utförs. Sydvästra hörnet av vändslangan saknar leran och området betecknas som normalriskområde enligt radonriskkartan i Göteborg.

5.9 Blocknedfall/bergras

Vid vändslangans sydvästra del finns berg i dagen nära planerat område på en sträcka av ca 15 m. Det bedöms inte föreligga någon risk för blockutfall och ytliga ras för befintliga förhållanden.

6 Stabilitet

Generellt i området är marken flack och stabiliteten är tillfredsställande. Dock är stabiliteten inte tillfredsställande vid Lundbyhamnen/Kvillebäcken (sekt B, C och E) för varken befintliga förhållanden eller för en framtida exploatering utan åtgärder. I detta område samt vid Lindholmsmotet (sekt A och A1) har stabilitetsberäkningar utförts.

6.1 Stabilitetsberäkningar

6.1.1 Allmänt

För tillståndsbedömning av stabiliteten har IEG Rapport 4:2010 tillämpats. Stabilitetsberäkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden. Beräkningarna är utförda i säkerhetsklass 2 (SK2) och geoteknisk kategori 2 (GK2).

Beräkningar har utförts med Geostudio 2020, SLOPE/W version 10.2.0.

¹ Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H44, Sweco Infrastructure AB, daterad 2011-09-15 och Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H51 och H063, Sweco Infrastructure AB, daterad 2011-09-15.

6.1.2 Geometri

Geometrin på beräkningssektionerna är antagen utifrån tillhandahållen grundkarta och batymetri från 2019 i Lundbyhamnen.

Jordlagergränser har vid Lundbyhamnen/Kvillebäcken bedömts utifrån nu utförda undersökningar och tidigare utredningar. Jordlagergränser vid Lindholmsmotet har antagits utifrån tidigare utredningar.

6.1.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningar har utförts i sektion A, A1, B, C och E, se Bilaga 3.

6.1.4 Materialegenskaper

Materialegenskaper har för beräkningssektionen vid Lundbyhamnen antagits utifrån utförda fältundersökningar samt tidigare utförda utredningar. Se Tabell 6-1 och Tabell 6-2.

Tabell 6-1 Karakteristiska värden valda för beräkningssektion A och A1 vid Lindholmsmotet utifrån resultat från de utförda geotekniska undersökningarna i området.

Jordlager	Egenskap	Karaktäristiska värden
Fy	Tunghet	$Y_k = 19 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi_i = 36^\circ$
Lera	Tunghet	$Y_k = 16 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 12 \text{ kPa} + 1,2 \cdot z$ $z = \text{djup under my}$
Lera 1 (under jvbank)	Tunghet	$Y_k = 16 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 17 \text{ kPa} + 1,2 \cdot z$ $z = \text{djup under my}$
Vägmateriäl	Tunghet	$Y_k = 18 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi_i = 38^\circ$

Tabell 6-2 Karakteristiska värden valda för beräkningssektion B, C, D och E vid Lundbyhamnen samt Kvällebacken utifrån resultat från utförda geotekniska undersökningarna i området.

Jordlager	Egenskap	Karaktäristiska värden
Fy	Tunghet	$Y_k = 19 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi_i = 36^\circ$
Let	Tunghet	$Y_k = 16,5 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 16 \text{ kPa}$
Le 1	Tunghet	$Y_k = 15 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 14 \text{ kPa}$
Le 2	Tunghet	$Y_k = 16 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 14 \text{ kPa} + 1,2 \cdot z$ $Z = \text{nivå under } -6$
Sand	Tunghet	$Y_k = 18 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\phi_i = 32^\circ$
Fy muddermassor	Tunghet	$Y_k = 15 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 5 \text{ kPa} + 3 \cdot z$ $Z = \text{nivå under } -4$

6.1.5 Hållfasthetsvärden

Utvärderad skjuvhållfasthet bygger på såväl nuvarande undersökningar som tidigare utförda undersökningar och arkivsammanställningar, se Bilaga 2. Vid val av skjuvhållfasthet har hänsyn även tagits till det stora antalet direkta skjuvförsök som är utförda i samma geologiska formation varav de närmaste redovisas i Bilaga 2. KC-pelare har antagits ha karaktäristisk skjuvhållfasthet 100 kPa.

6.1.6 Vattenstånd och porttryck

I beräkningssektion A har grundvattenytan ansatts till nivå ca -3 med hydrostatisk fördelning mot djupet. I beräkningssektion B, C och E har lägsta lågvatten i Lundbyhamnen ansatts på nivå -1,1 och grundvattenytan bedöms följa vattennivån.

Enligt tidigare utredningar t ex "PM geoteknik för Karlavagnssplatsen", Norconsult 2015, är trycknivån något förhöjd jämfört med hydrostatisk fördelning mot djupet. I beräkningarna har ansatts hydrostatisk trycknivå mot djupet då påverkan av en något förhöjd trycknivå för aktuella glidytor är liten.

6.2 Laster

Placering av lasterna har antagits utifrån 2 alternativ. Dels om marken utanför detaljplan inte förändras mer än marklov tillåter och dels för aktuella tillfälliga trafikförslag. Lastens storlek har antagits enligt nedan utifrån användningsområde för respektive yta i trafikförslaget.

GC-väg 5, kN/m^2

Trafiklast, 20 kN/m^2

Spår område, 15 kN/m^2 . Enligt Teknisk Handbok Göteborgs Stad version 2020:2, kapitel 12HA1.7.

Befintlig pålad kajkonstruktion förutsätts föra ner all last till djupare jordlager, 0 kN/m²

Järnväg, dubbelspår 44 kN/m² respektive 33 kN/m². Laster enligt TK Geo.

Utanför planområdet har en last på 10 kN/m² antagits för att ta höjd för möjlig höjning av marknivån med 0,5 m.

6.3 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Erforderliga säkerhetsfaktorer för detaljerad utredning ligger enligt Skredkommissionens Rapport 3:95 inom spannen $F_c \geq 1,7$ – $1,5$ respektive $F_{komb} \geq 1,4$ – $1,5$. Erforderliga säkerhetsfaktorer inom spannen väljs med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden.

Tabell 6-3 Bedömning av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för slänt.

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Fältundersökningens innehåll och omfattning	<i>Relativt tätt sonderat. CPTR-sondering har utförts i flera punkter. Upptag av jordprover har utförts till relativt stort djup.</i>	
Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	<i>Laboratorieutvärdering av störda och ostörda prover har utförts. Avancerade laboratieförsök från tidigare utredningar har inarbetats i utredningen.</i>	
Släntens beständighet	<i>Intakt vegetation. Erosionsskydd har observerats vid sekt C.</i>	<i>Omfattningen av befintliga erosionsskydd har ej undersökts.</i>
Släntens geometri	<i>Geometri antagen utifrån grundkarta och batymetri.</i>	<i>Ingen egen inmätning av slänt har skett, viss osäkerhet gällande geometrin.</i>
Grundvatten- och portrycksförhållanden	<i>Föreligger kännedom om grundvatten- och portrycksförhållanden från tidigare utförda undersökningar.</i>	<i>Ingen känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållande har utförts. Avläsning från installerad portrycksstation har ej inarbetats i undersökningen. Långtidsvariationer har ej undersökts.</i>

Ytvattenförhållanden	<i>Karakteristiska vattenstånd är kända.</i>	
Jordens egenskaper	<i>Relativt låg sensitivitet, ingen kvicklera. Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper. Liten hänsyn har tagits till kvalificerade försök.</i>	<i>Mestadels kohesionsjord.</i>
Tidigare förändringar i slänten		<i>Har ej utretts.</i>
Nuvarande och förväntade verksamheter i området		<i>Planerade förhållanden innebär troliga belastningsökningar.</i>
Konsekvenser av skred	<i>Ej bedömd kvicklera.</i>	<i>Relativt stora konsekvenser av skred. Viss risk för människoliv och stor ekonomisk skada.</i>
Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning	<i>Parametrar är valda som ogynnsammaste värde.</i>	<i>Ingen känslighetsanalys är utförd på valda parametrar. Relativt litet antal beräknade glidytor för varje sektion.</i>

Utifrån bedömning i Tabell 6-3 samt detaljerad utredning har erforderliga säkerhetsfaktorer valts till $F_c=1,6$ och $F_{komb}=1,45$.

6.4 Resultat

Nedan i Tabell 6-4 presenteras resultat från utförda beräkningar. Resultaten presenteras i sin helhet i Bilaga 4.

Tabell 6-4 Resultat från utförda beräkningar.

Beräkningssektion	Beräknad säkerhetsfaktor	Uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor inom detaljplanens påverkansområde	Bilaga
<i>A, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning</i>	1,48 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.1
<i>A, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning</i>	1,46 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.2
<i>A, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,32 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.3



Beräkningssektion	Beräknad säkerhetsfaktor	Uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor inom detaljplanens påverkansområde	Bilaga
<i>A, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,32 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.4
<i>A1, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning</i>	1,75 (gäller glidytor som påverkar DP-område)	>1,45. Ja	4.5
<i>A1, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning</i>	1,62 (gäller glidytor som påverkar DP-område)	>1,6. Ja	4.6
<i>A1, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,61 (gäller glidytor som påverkar DP-område)	>1,45. Ja	4.7
<i>A1, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,64 (gäller glidytor som påverkar DP-område)	>1,6. Ja	4.8
<i>B, Kombinerad analys, befintliga förhållanden, inkl planerad anläggning</i>	1,07 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.9
<i>B, Odränerad analys, befintliga förhållanden, inkl planerad anläggning</i>	1,09 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.10
<i>B, Kombinerad analys, befintliga förhållanden, inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,07 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.11
<i>B, Odränerad analys, befintliga förhållanden, inkl planerad anläggning, 10 kPa utanför DP</i>	1,09 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.12
<i>B, Kombinerad analys, scenario där skred inträffat</i>	1,51 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.13
<i>B, Odränerad analys, scenario där skred inträffat</i>	1,51 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.14
<i>B, Kombinerad analys, scenario där skred inträffat, 10 kPa utanför DP</i>	1,51 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,45. Ja	4.15
<i>B, Odränerad analys, scenario där skred inträffat, 10 kPa utanför DP</i>	1,51 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	>1,6. Ja	4.16



Beräkningssektion	Beräknad säkerhetsfaktor	Uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor inom detaljplanens påverkansområde	Bilaga
<i>C, Odränerad analys, befintliga förhållanden</i>	0,89 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,6. Nej	4.17
<i>C, Kombinerad analys, befintliga förhållanden</i>	0,89 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,45. Nej	4.18
<i>C, Odränerad analys, planerad anläggning utan åtgärd</i>	0,89 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,6. Nej	4.19
<i>C, Kombinerad analys, planerad anläggning utan åtgärd</i>	0,89 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,45. Nej	4.20
<i>C, Odränerad analys, planerad anläggning utan åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	0,87 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,6. Nej	4.21
<i>C, Kombinerad analys, planerad anläggning utan åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	0,89 (befintlig slänt utanför detaljplaneområdet)	<1,45. Nej	4.22
<i>C, Kombinerad analys, planerad anläggning med åtgärd</i>	1,20 (ytliga glidytor utanför DP-området)	>1,6. Ja	4.23
<i>C, Odränerad analys, planerad anläggning med åtgärd</i>	1,60	>1,45. Ja	4.24
<i>C, Odränerad analys, planerad anläggning med åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,59 (glidytta utanför DP-området)	>1,6. Ja	4.25
<i>C, Kombinerad analys, planerad anläggning med åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,20 (ytliga glidytor utanför DP-området)	>1,45. Ja	4.26
<i>E, Kombinerad analys, befintliga förhållanden</i>	1,17	<1,6. Nej	4.27
<i>E, Odränerad analys, befintliga förhållanden</i>	1,18	<1,45. Nej	4.28
<i>E, Odränerad analys, planerad anläggning utan åtgärd</i>	1,15	<1,6. Nej	4.29
<i>E, Kombinerad analys, planerad anläggning utan åtgärd</i>	1,14	<1,45. Nej	4.30
<i>E, Odränerad analys, planerad anläggning utan åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,16	<1,6. Nej	4.31
<i>E, Kombinerad analys, planerad anläggning utan åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,15	<1,45. Nej	4.32

Beräkningssektion	Beräknad säkerhetsfaktor	Uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor inom detaljplanens påverkansområde	Bilaga
<i>E, Odränerad analys, planerad anläggning med åtgärd</i>	1,55 (glidyta utanför DP-området)	>1,6. Ja	4.33
<i>E, Kombinerad analys, planerad anläggning med åtgärd</i>	1,45 (glidyta utanför DP-området)	>1,45. Ja	4.34
<i>E, Odränerad analys, planerad anläggning med åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,55 (glidyta utanför DP-området)	>1,6. Ja	4.35
<i>E, Kombinerad analys, planerad anläggning med åtgärd, 10 kPa utanför DP</i>	1,45 (glidyta utanför DP-området)	>1,45. Ja	4.36

6.5 Sekundära skred

Omfattningen av ett sekundärt skred påverkas av sensitiviteten inom det initiala skredets jordvolym. Sensitiviteten inom den beräknade initiala jordvolymen är låg- till mellansensitiv och skredmassorna bedöms med hänsyn till sensitiviteten och det befintliga erosionsskyddet inte transporteras bort utan kommer utgöra ett mothåll för eventuella sekundära skred. Slänterna bedöms som stabila efter initiala skred, KC-pelare nära strandkanten höjer säkerhetsfaktorn för mindre lokala skred.

I sektion B har en beräkning utförts för ett scenario efter ett potentiellt skred nära Lundbyhamnen. Geometrin har då förändrats utifrån hur ett primärt skred bedöms kunna påverka området. Marknivån har sänkts i glidytans pådrivande del och höjts i mothållande del. Beräkningar visar att området bakom ett potentiellt första skred får en säkerhetsfaktor >1,5. Skredmassorna fungerar som mothåll för glidytor som inbegriper planområdet vilket innebär att säkerhetsfaktorn efter primärt skred är högre än med ursprunglig geometri.

7 Slutsats och rekommendation

7.1 Allmänt

Inga arbeten med grundförstärkning kommer utföras i vattnet i Lundbybassängen. Grundförstärkningsarbeten kommer att erfordras och arbetsberedningar och kontrollprogram ska upprättas innan anläggningsarbeten påbörjas.

I samband med detaljprojektering rekommenderas att kompletterande geotekniska undersökningar och utredningar utförs.

7.2 Stabilitet

Vid sektionerna A och A1 är säkerheten mot skred tillfredsställande för befintlig och planerad anläggning. Vid Lundbyhamnen och Kvillebäcken finns nivåskillnader som innebär att detta område inte har tillfredsställande säkerhet mot skred för varken befintliga förhållanden eller planerade förhållanden utan åtgärd. För planerad anläggning krävs förstärkningsåtgärd i form av kc-pelare och till stor del i kombination

med lättfyllning på en sträcka av ca 350 m. Se Bilaga 5 för övergripande bedömda geotekniska förstärkningsåtgärder för detaljplanen och Bilaga 6 för bedömda geotekniska förstärkningsåtgärder enligt "GFS Spårväg Frihamnen-Lindholmen".

I anslutning mot naturlig mark föreslås att sättningsutjämnande åtgärder utförs. Bakåtgripande skred från befintlig erosionsskyddad slänt mot vattnet beräknas vara ok med hänsyn till att leran inte är högsensitiv.

Alternativt kan tryckbank i Lundbyhamnen utföras för att säkerställa säkerheten mot skred för planerad väg- och spårdragning. Alternativ med enbart avlastning med lättfyllning bedöms vara olämpligt med hänsyn till uppflytningsproblematik.

Vid detta projekts fortsättning med detaljprojektering och dimensionering av förstärkningsåtgärd vid nordvästra hörnet av Lundbyhamnen och Kvillebäcken ska hänsyn tas till framtida utfyllnad av Lundbyhamnen så att påhängslaster och markrörelser kan hanteras i grundläggningen.

Med föreslagen grundförstärkning påverkas inte detaljplanens område av den otillräckliga säkerheten mot skred för befintliga slänter.

7.3 Sättningar

I och med att marken är sättningskänslig bör påförd last minimeras. Om markytan höjs kan tillförd last antingen föras ner till djupare jordlager eller lastkompenseras med lättfyllning. Där last påförs på att spårn går på bank med höjden som mest ca 1 m i Frihamnen vid södra kopplingen till Hjalmar Brantingsgatan eller vid växlar och grundförstärkta befintligheter bedöms geotekniska sättningsreducerande förstärkningsåtgärder behövas för att klara kraven på sättningsdifferens. Lämpliga åtgärder kan vara länkplatta, lättfyllning, kc-pelare. Se bilaga 6 för övergripande bedömda geotekniska förstärkningsåtgärder.

7.4 Markgasförhållanden

De orörda jordlagren inom området består generellt av mer än 2 m mäktiga leror varför den naturliga jorden ska betecknas som lågriskområde avseende radonförhållanden om inte ytterligare mätning utförs. Sydvästra hörnet av vändslungan saknar leran och området betecknas som normalriskområde enligt radonriskkartan i Göteborg.

Fyllning som tillförs området utifrån ska klassificeras genom mätning av gammastrålning innan det används.

7.5 Schaktning

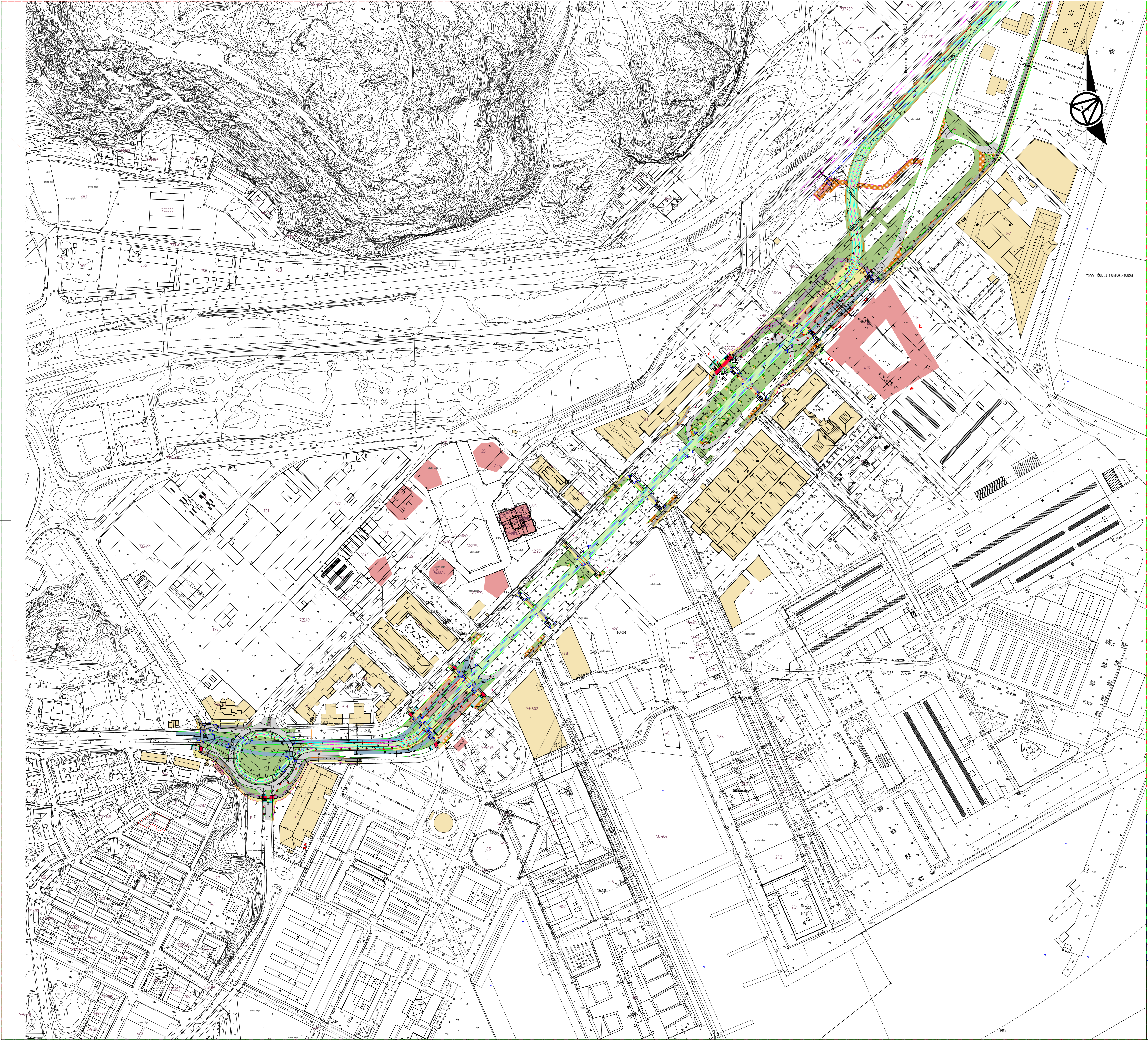
Schakt och fyllning ska alltid utföras med betryggande säkerhet mot ras och skred. Släntlutningen anpassas till jordens hållfasthet, grundvattenförhållanden och förekommande belastningar mm, se vidare Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska instituts handbok "Schakta säkert – säkerhet vid schaktning i jord".

Vid schaktning ska beaktas att jorden kan vara flytbenägen i vattenmättat tillstånd.

7.6 Omgivningspåverkan

Under projektering och byggande skall påverkan på omgivande byggnader, ledningar och markkonstruktioner beaktas. Krav från omgivande konstruktioner och anläggningar på begränsning av rörelser och vibrationer till följd av till exempel påslagning, spontning, packning, kc-installation bör identifieras och beaktas inför

| planerad byggnation. Riskanalys och besiktning av känsliga konstruktioner ska utföras vid vibrationsalstrande arbeten. Ett kontrollprogram för markrörelser ska upprättas.



- BETECKNINGAR
- Gångbana
 - Kombinerad gång- och cykelbana
 - Cykelbana
 - Cykelbana, röd yta
 - Överkörningsbar yta
 - Körbana
 - Spårområde
 - Bussgata, kombinerad buss-/ spårgata
 - Perrong, hållplatsyta
 - Refugyta
 - Grönyta
 - Plantering
 - Befintlig byggnad
 - Ny planerad byggnad
 - Ny kantsten
 - Ny kantsten, fasad
 - Ny ramp/slånt
 - Nytt räcke
 - Nytt stängsel
 - Ny spårmitt
 - Ny räil
 - Framtida planerat spår
 - Framtida spårmitt utbyggd hamnbana
 - Gräns för buffertzonen mot hamnbana
 - Nytt träd
 - Befintligt träd
 - Träd som tas bort
 - Befintlig pelare/konstverk
 - Ny stödmur
 - Nya signaler (gång, cykel, biltrafik, höger/vänster, kollektivtrafik)
 - Ny vägmarkering (endast schematisk)
 - Konnektionlinje
 - Ny förestagen höjd
 - Befintlig höjd från grundkartan

0 20 40 60 80 100 m



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------

Spårväg Lindholmen - Frihamnen
Genomförandestudie

AFRY
Grafiska vägen 2
Box 1551, 401 51 Göteborg
Tel: 010-505 00 00
www.afry.com

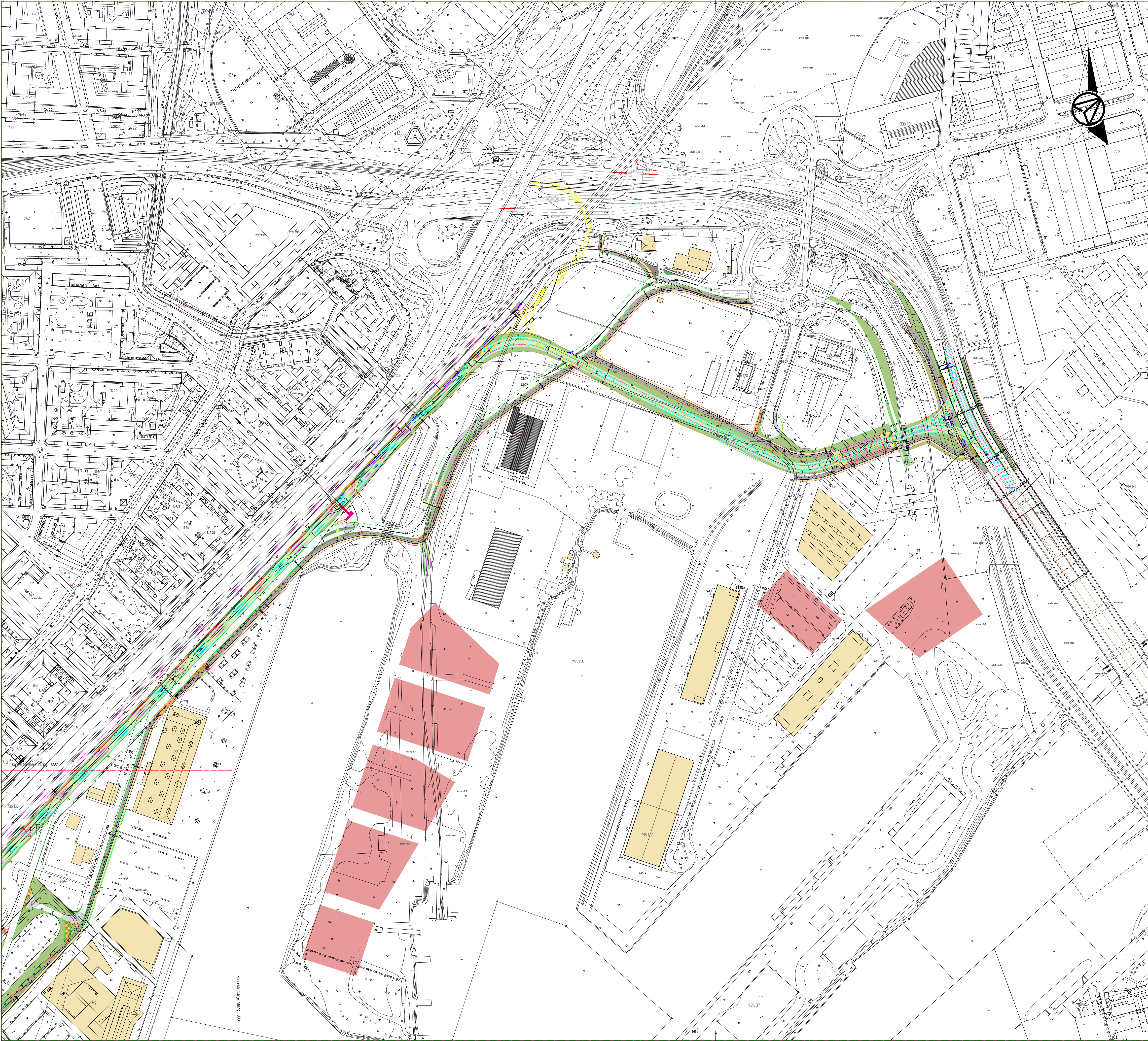
UPPDRAG NR	HÄNDLÄGGARE	RIAD AV
770900	AN/SN	AN/SN
DATUM	UPPDRAGSANSVARIG	GRANSKAD AV
2020-09-18	Anna-Sofia Sjöquist	ASS GC SB mfl



Trafikförslag

Översikt

FÖRV. HANDLÄGGARE	FÖRV. DIARIENR	FORMAT	SKALA	RITNINGNUMMER	BET
Torun Thörn	2028/19	A1	1:2000	2028/19-0001	



- BETECKNINGAR
- Gångbana
 - Kombinerad gång- och cykelbana
 - Cykelbana
 - Cykelbana, röd yta
 - Överkörningsbar yta
 - Körbana
 - Spårområde
 - Bussgata, kombinerad buss-/ spårgata
 - Perrong, hållplatsyta
 - Refugyta
 - Grönyta
 - Plantering
 - Befintlig byggnad
 - Ny planerad byggnad
 - Ny kantsten
 - Ny kantsten, fasad
 - Ny ramp/slånt
 - Nytt räcke
 - Nytt stängsel
 - Ny spårmitt
 - Ny räl
 - Framtida planerat spår
 - Framtida spårmitt utbyggd hamnbana
 - Gräns för buffertzonen mot hamnbanan
 - Nytt träd
 - Befintligt träd
 - Träd som tas bort
 - Befintlig pelare/konstverk
 - Ny stödmur
 - Nya signaler (gång, cykel, biltrafik, höger/vänster, kollektivtrafik)
 - Ny vägmarkering (endast schematisk)
 - Konnektionlinje
 - Ny förestagen höjd
 - Befintlig höjd från grundkartan

0 20 40 60 80 100 m

AFRY

Grafiska vägen 2

Box 1551, 401 51 Göteborg

Tel: 010-505 00 00

www.afry.com

UPPDRAG NR

770900

DATUM

2020-09-18

HÄNDLÄGGARE

AN/SN

UPPDRAGSANSVARIG

Anna-Sofia Sjöquist

RIAD AV

AN/SN

GRANSKAD AV

ASS GC SB mfl

Göteborgs Stad

Trafikkontoret

Trafikförslag

Översikt

FÖR. HANDLÄGGARE

Torun Thörn

FÖR. DIARIENR

2028/19

FORMAT

A1

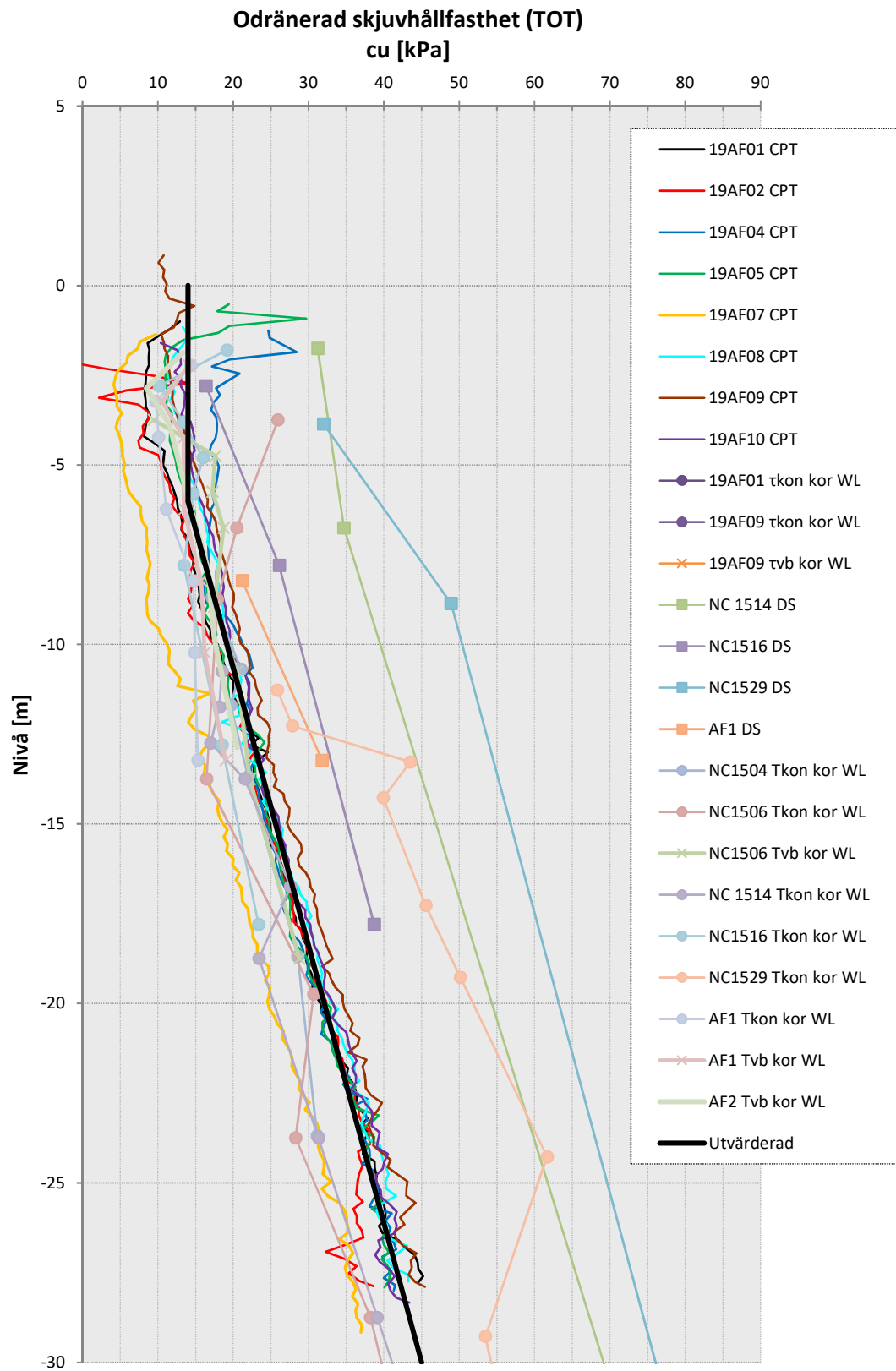
SKALA

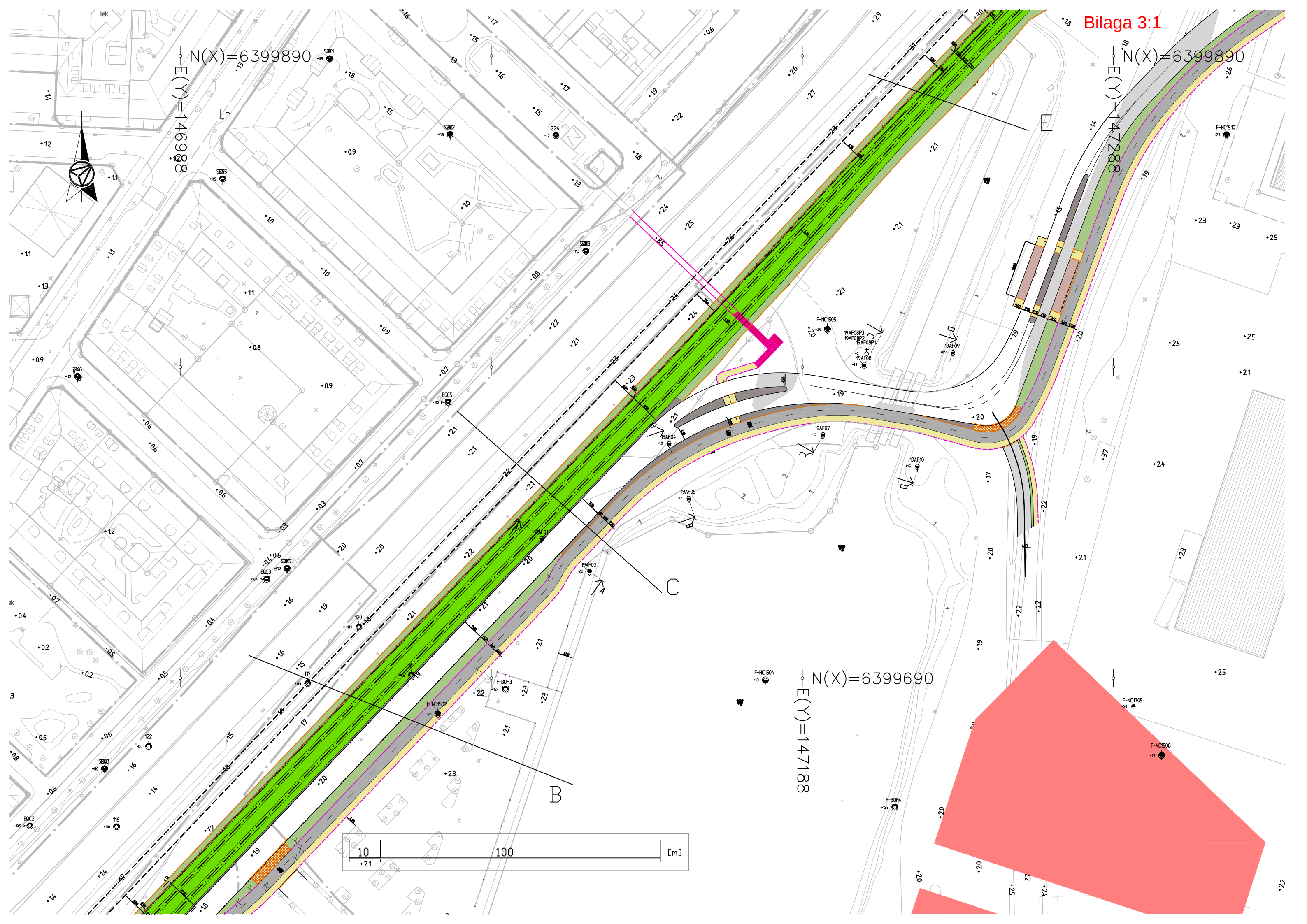
1:2000

RIKTNINGSNUMMER

2028/19-0002

BET





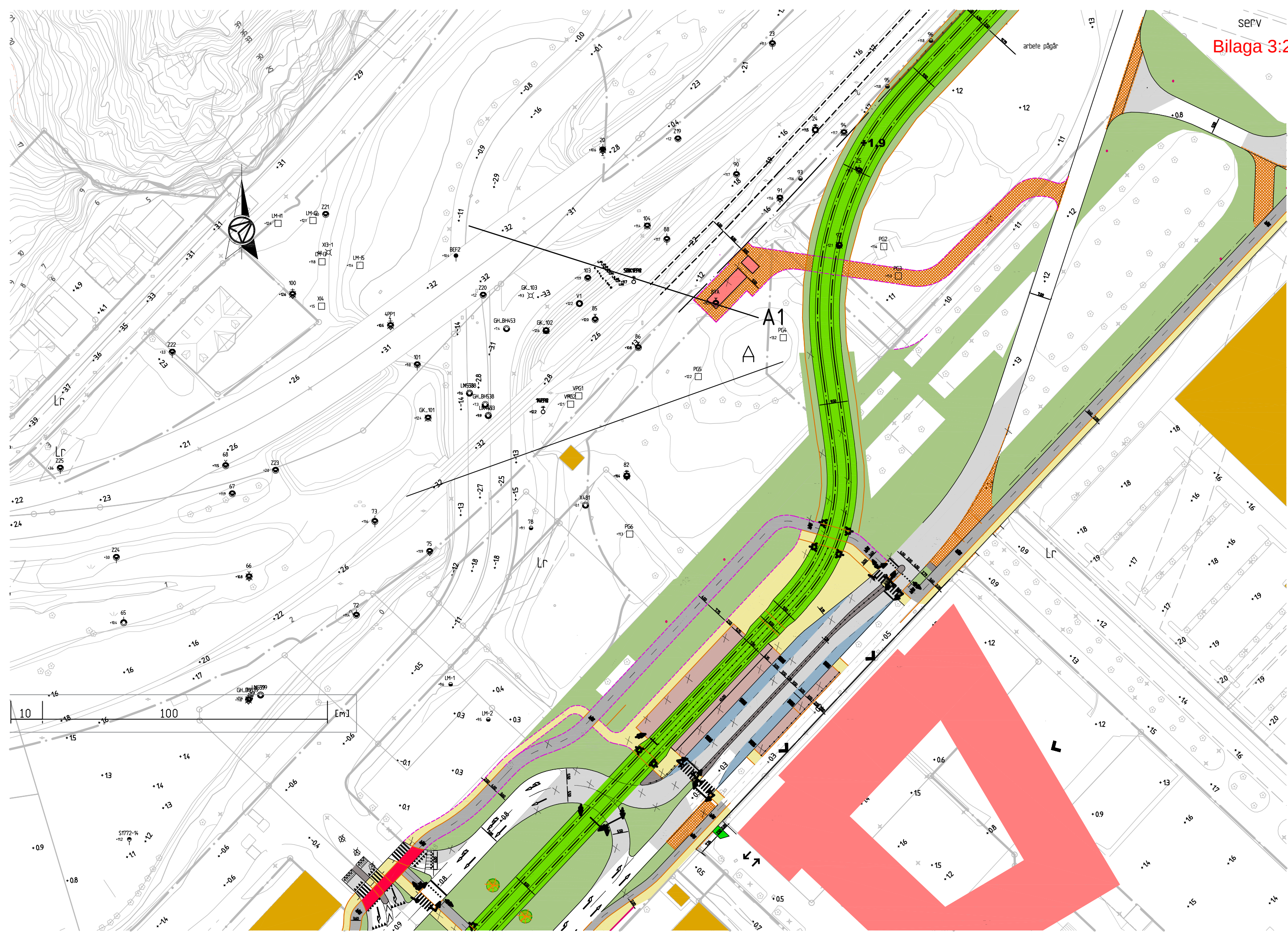
Bilaga 3:1

$N(X)=6399890$
 $E(Y)=146988$

$N(X)=6399890$
 $E(Y)=147288$

$N(X)=6399690$
 $E(Y)=147188$



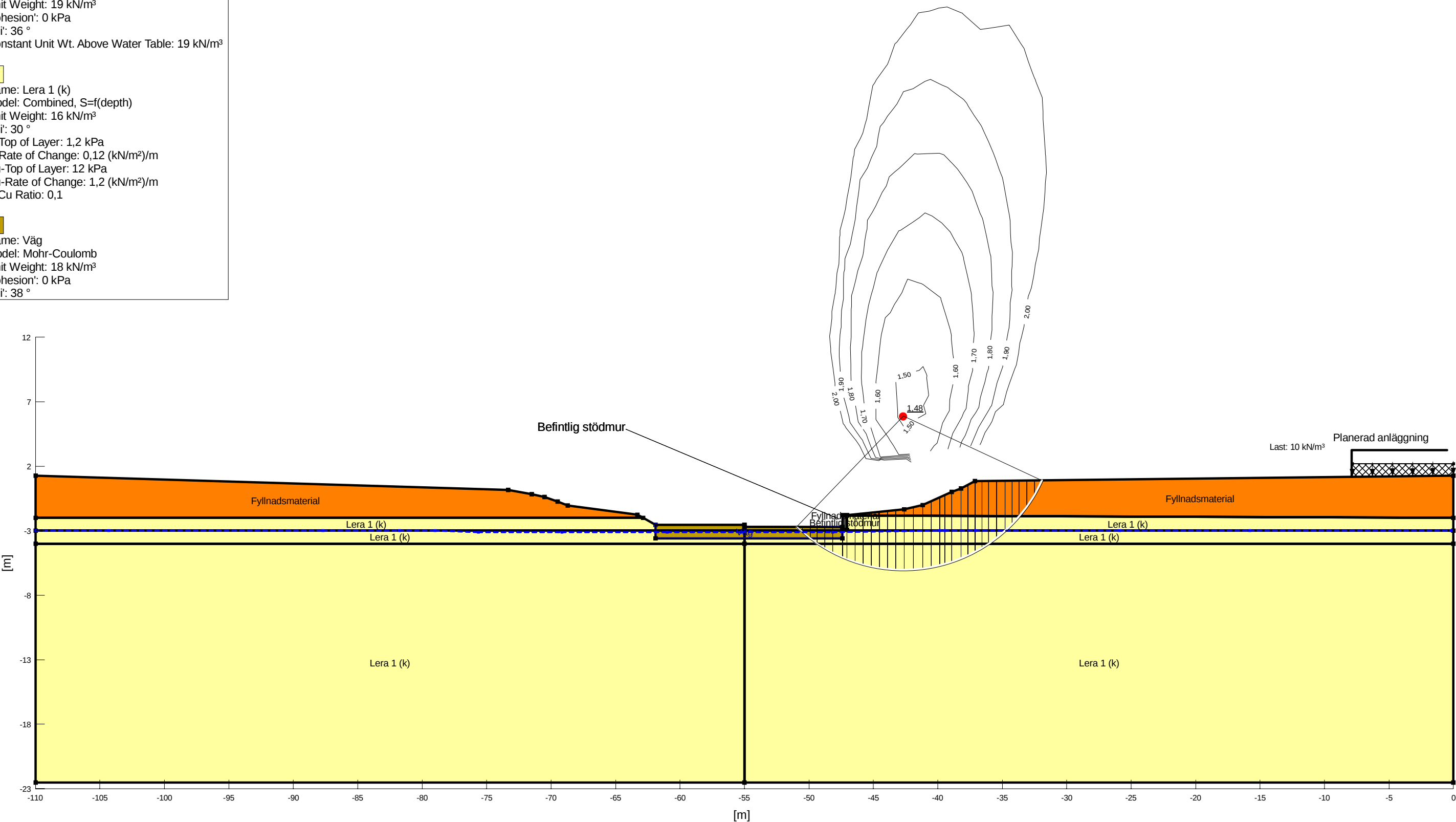


Name: Befintlig stödmur
Model: High Strength
Unit Weight: 20 kN/m³

Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 1,2 kPa
C-Rate of Change: 0,12 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

Name: Väg
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 38 °



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,48

Sektion A, Kombinerad, Befintliga förhållanden inkl planerad anläggning

sektion A-Lindholmsmotet.gsz

2020-03-06

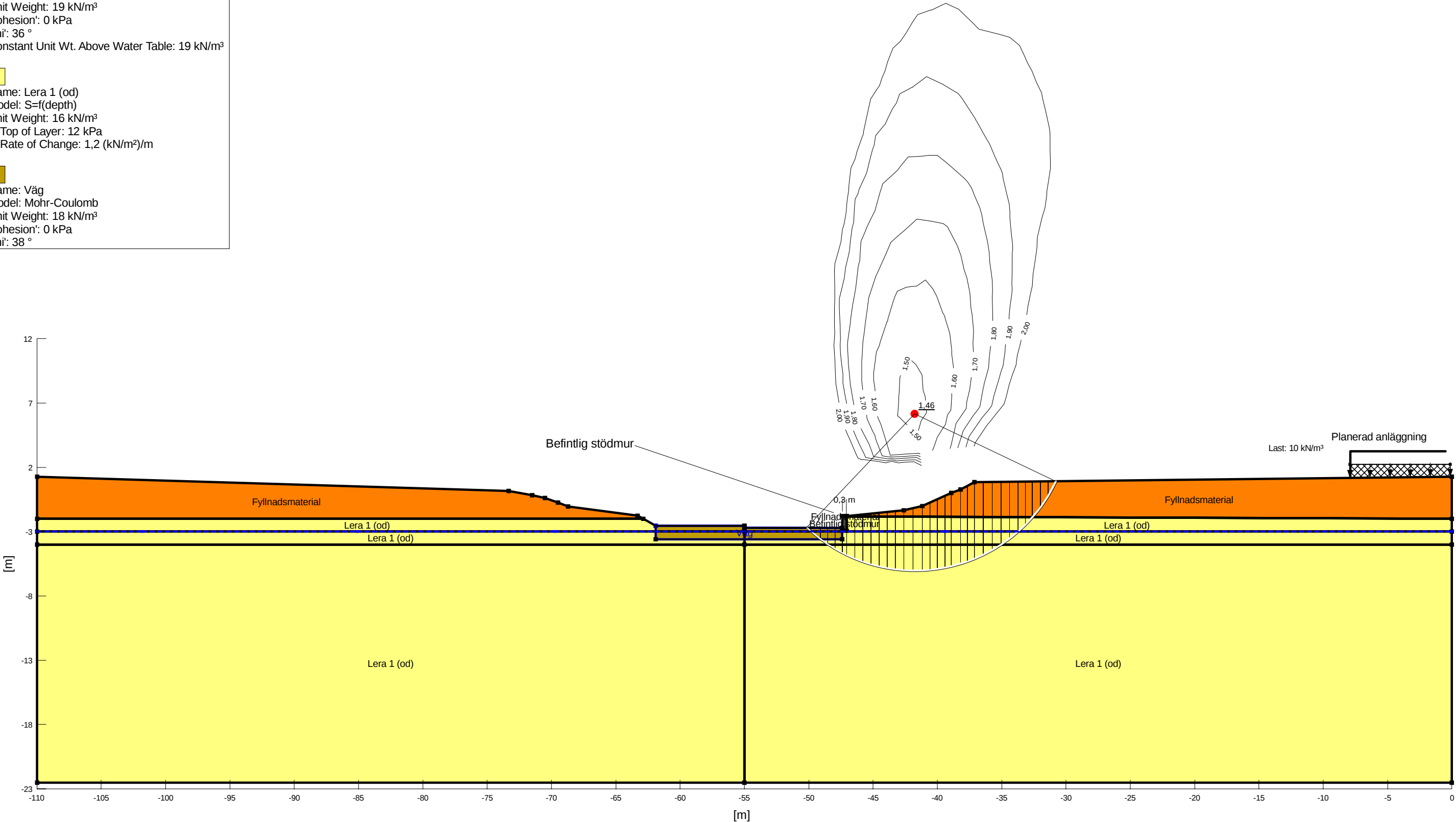
A3 1:300

Name: Befintlig stödmur
Model: High Strength
Unit Weight: 20 kN/m³

Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

Name: Lera 1 (od)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Top of Layer: 12 kPa
C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m

Name: Väg
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 38 °



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,46

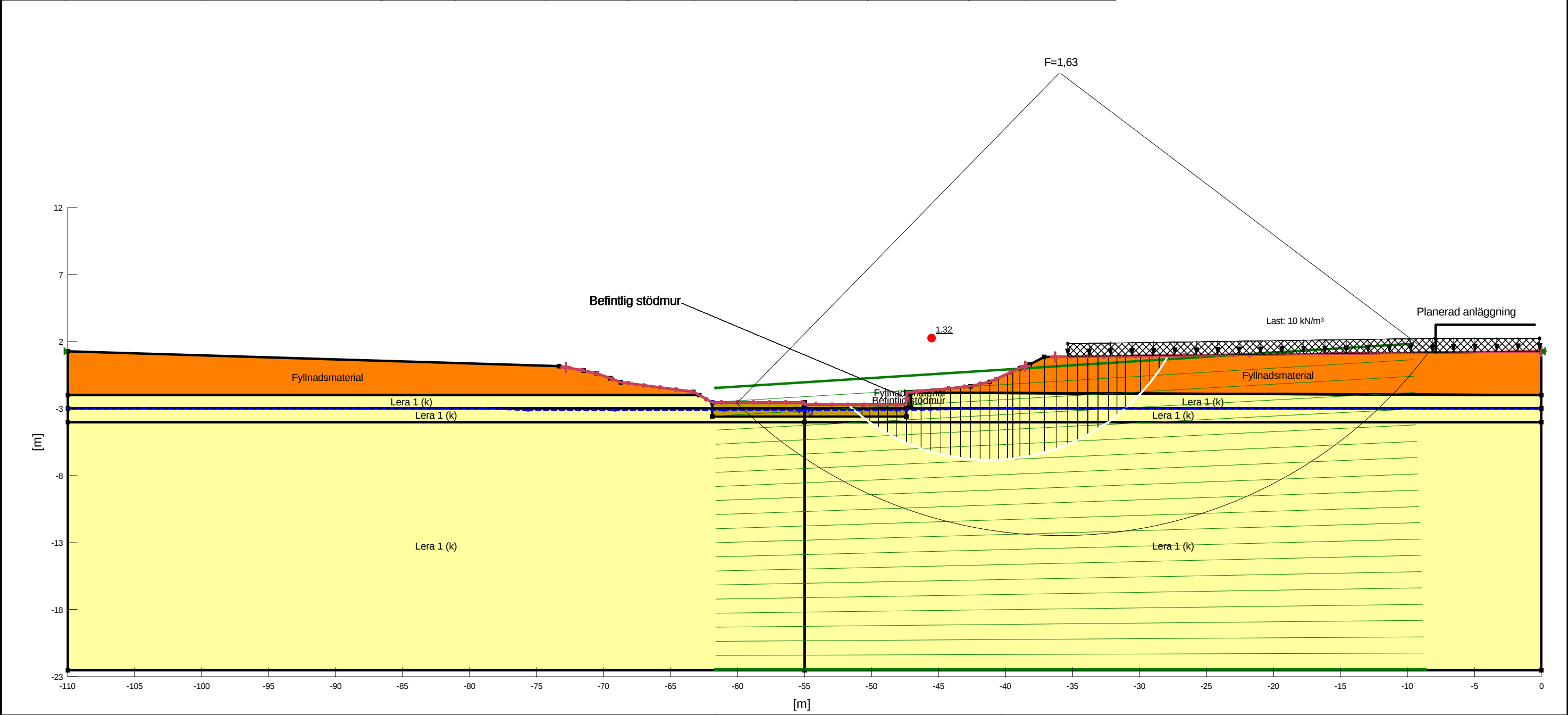
Sektion A, Odränerad, Befintliga förhållanden inkl planerad anläggning

sektion A-Lindholmsmotet.gsz

2020-03-06

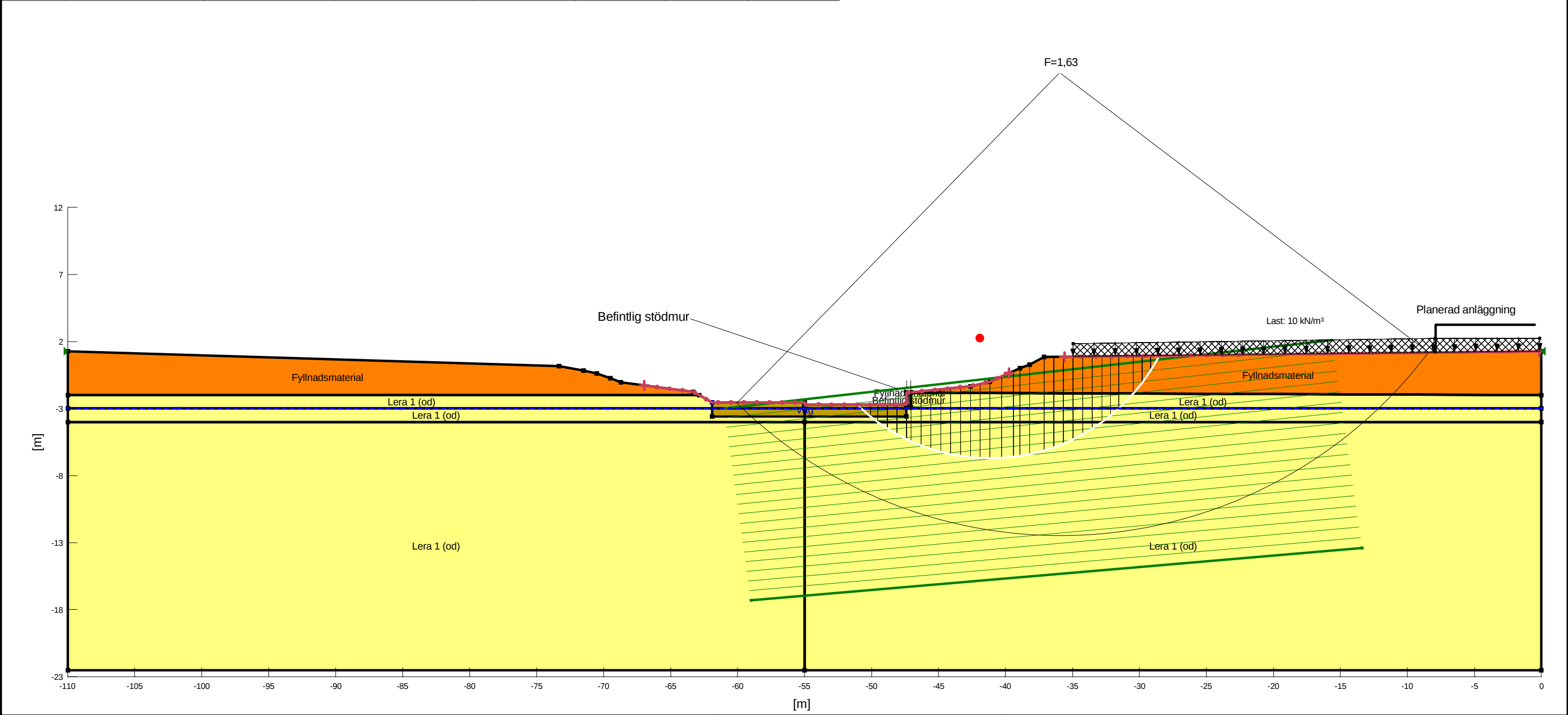
A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Befintlig stödmur	High Strength	20								
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19	0	36						19
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,2	0,12	12	1,2	0,1	
	Väg	Mohr-Coulomb	18	0	38						



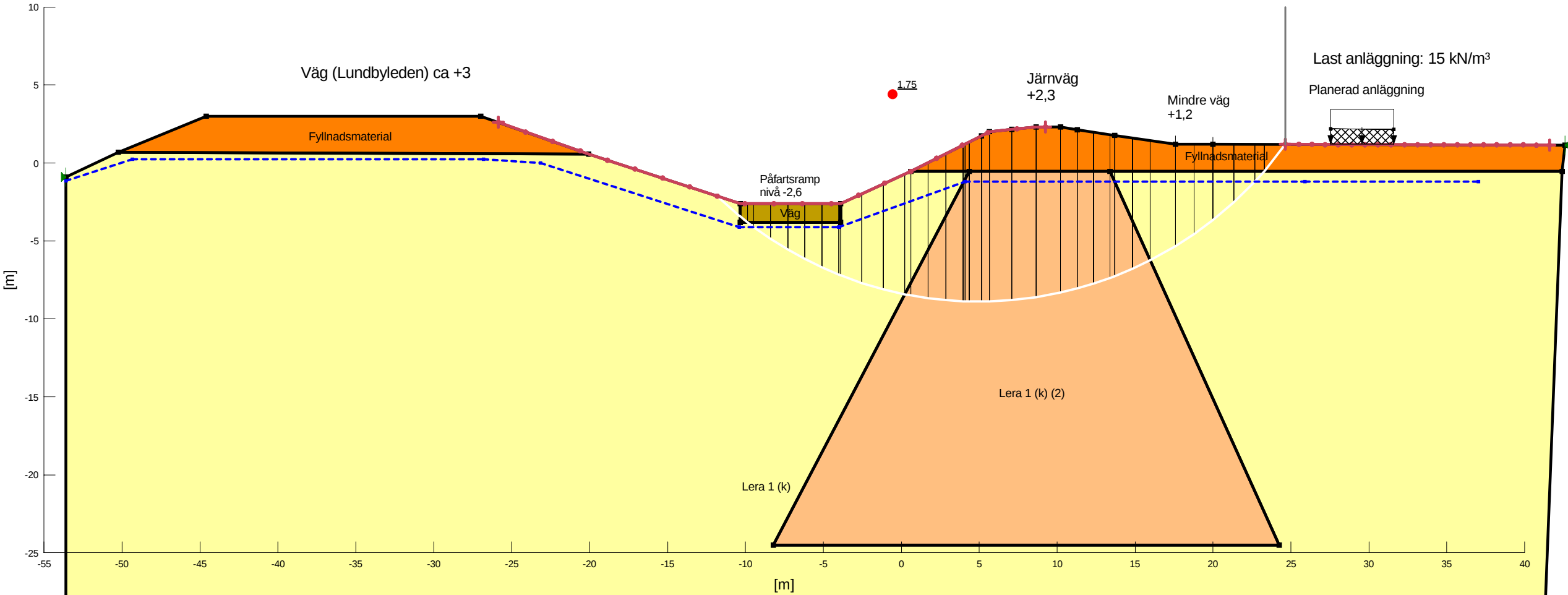
 GFS Lindholmen - Frihamnen	Kind: SLOPE/W Method: Morgenstern-Price Slip Surface Option: Entry and Exit PWP Conditions from: Piezometric Line Factor of Safety: 1,32	Sektion A, Kombinerad, Befintliga förhållanden inkl planerad anläggning (10kpa)	
		sektion A_RevB-Lindholmshotet.gsz	
		2021-08-23	A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Befintlig stödmur	High Strength	20					
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19			0	36	19
	Lera 1 (od)	S=f(depth)	16	12	1,2			
	Väg	Mohr-Coulomb	18			0	38	



	GFS Lindholmen - Frihamnen	Kind: SLOPE/W Method: Morgenstern-Price Slip Surface Option: Entry and Exit PWP Conditions from: Piezometric Line Factor of Safety: 1,32	Sektion A, Odränerad, Befintliga förhållanden inkl planerad anläggning (10kpa)
			sektion A_RevB-Lindholmshotet.gsz
			2021-08-23

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19	0	36						19
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,2	0,12	12	1,2	0,1	
	Lera 1 (k) (2)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,7	0,12	17	1,2	0,1	
	Väg	Mohr-Coulomb	18	0	38						



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,75

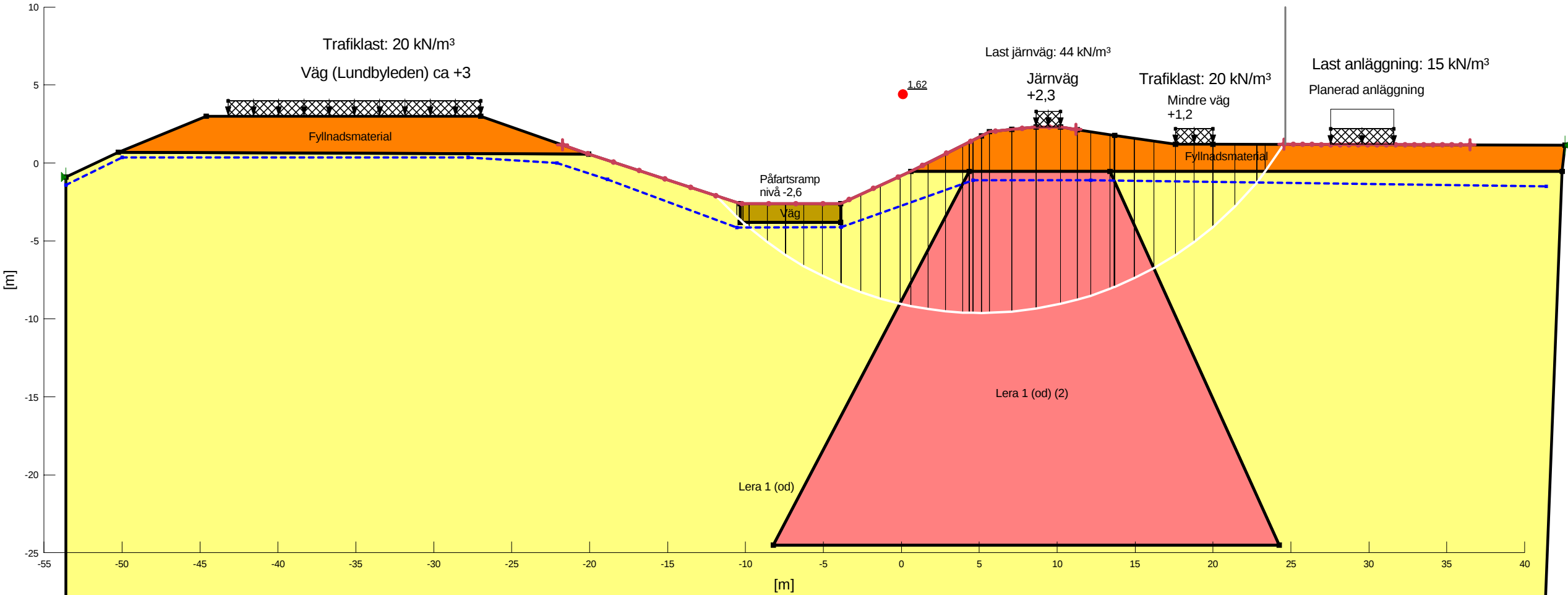
Sektion A1, Kombinerad

sektion A1_RevB-Lindholmsmotet.gsz

2021-08-20

A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19			0	36	19
	Lera 1 (od)	S=f(depth)	16	12	1,2			
	Lera 1 (od) (2)	S=f(depth)	16	17	1,2			
	Väg	Mohr-Coulomb	18			0	38	



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,62

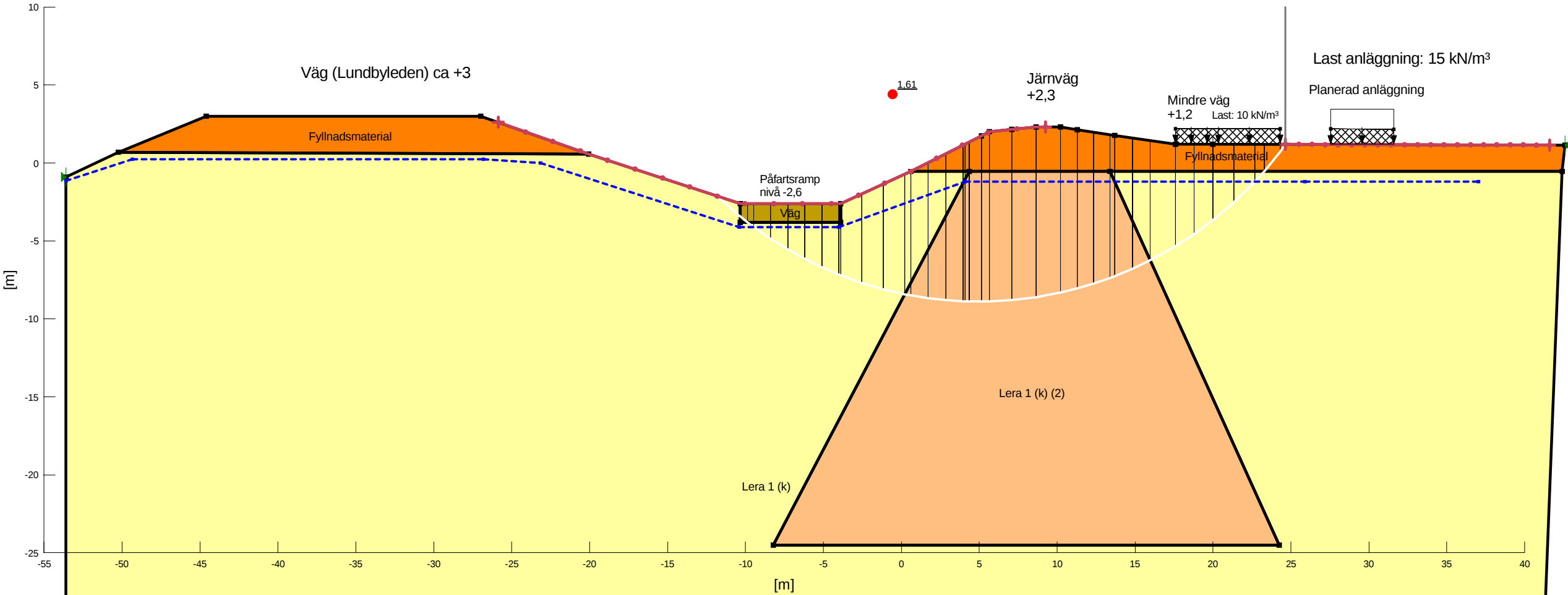
Sektion A1, Odränerad

sektion A1_RevB-Lindholmsmotet.gsz

2021-08-20

A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19	0	36						19
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,2	0,12	12	1,2	0,1	
	Lera 1 (k) (2)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,7	0,12	17	1,2	0,1	
	Väg	Mohr-Coulomb	18	0	38						



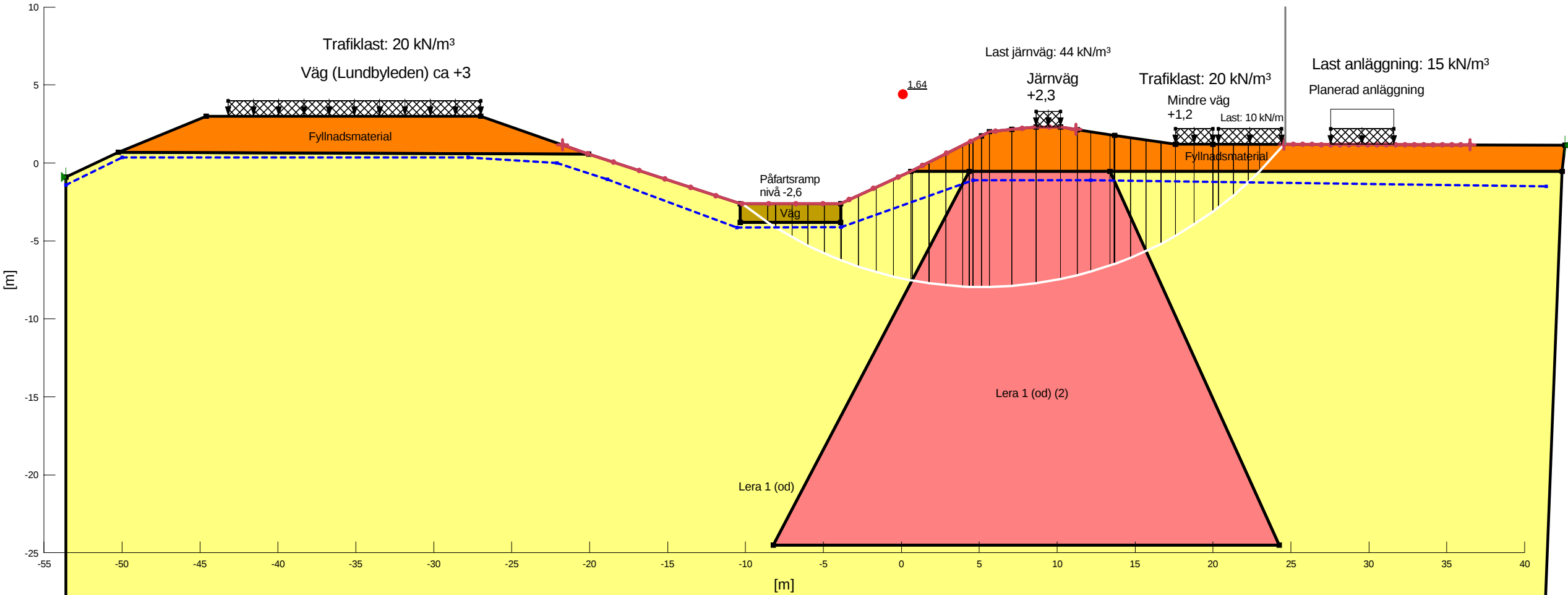
GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,61

Sektion A1, Kombinerad (10kPa utanför DP)
sektion A1_RevB-Lindholmsmotet.gsz
2021-08-20

A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19			0	36	19
	Lera 1 (od)	S=f(depth)	16	12	1,2			
	Lera 1 (od) (2)	S=f(depth)	16	17	1,7			
	Väg	Mohr-Coulomb	18			0	38	



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,64

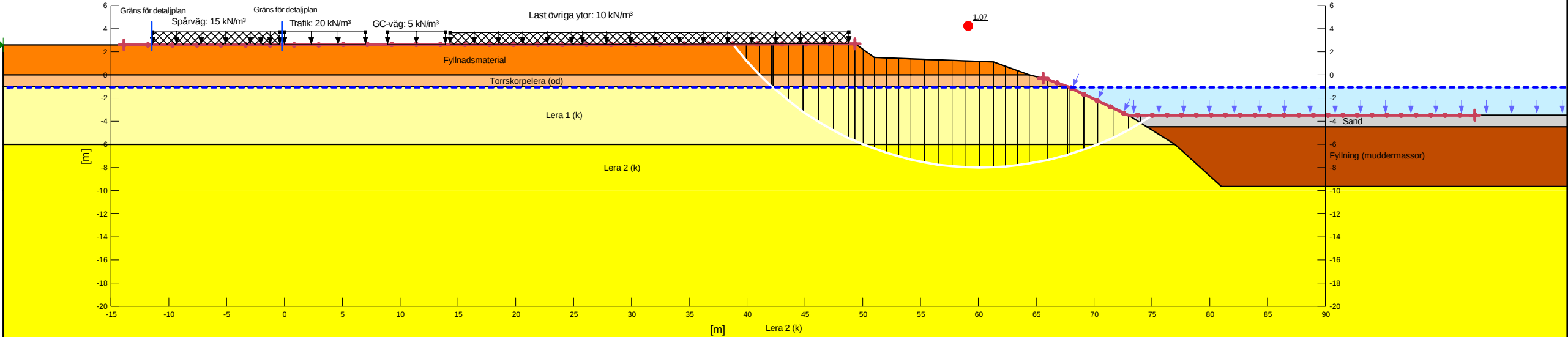
Sektion A1, Odränerad (10kPa utanför DP)

sektion A1_RevB-Lindholmsmotet.gsz

2021-08-20

A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19									0	36	19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3				0	-4			
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0	14	0	0,1		0		30	
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13	14	1,3	0,1		-6		30	
	Sand	Mohr-Coulomb	18									0	32	
	Torrskorpelera (od)	Undrained (Phi=0)	16,5	16										



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,07

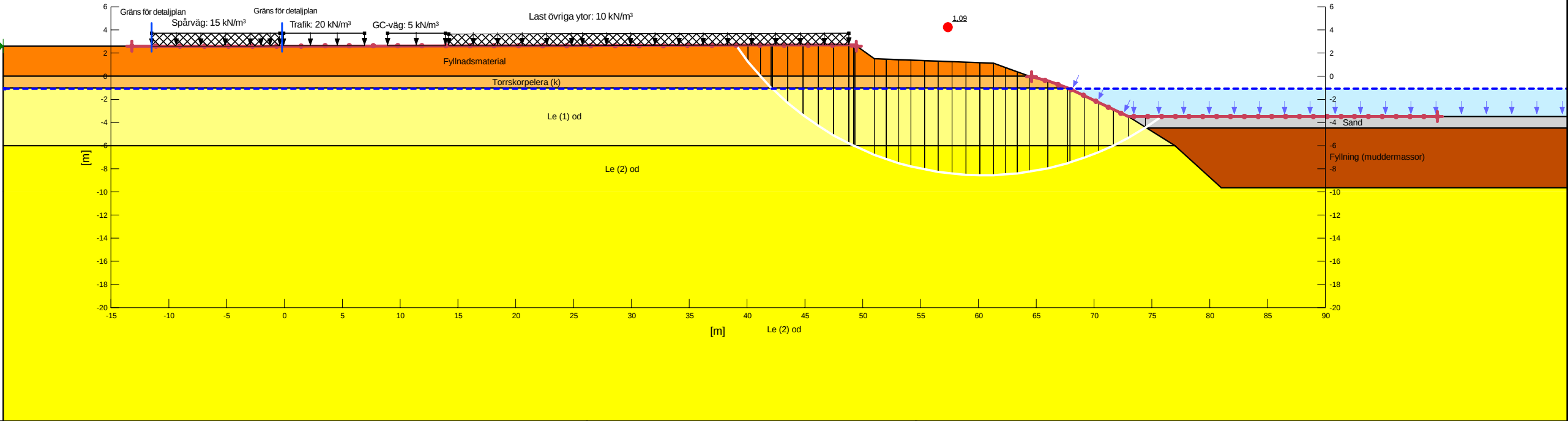
Sektion B, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning

sektion B_RevB.gsz

2021-04-09

A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19								0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15	5	3				0	-4				
	Le (1) od	S=f(datum)	15	14	0				0	0				
	Le (2) od	S=f(datum)	16	14	1,3					-6				
	Sand	Mohr-Coulomb	18								0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5		0	16	0	0,1				30	1,6	

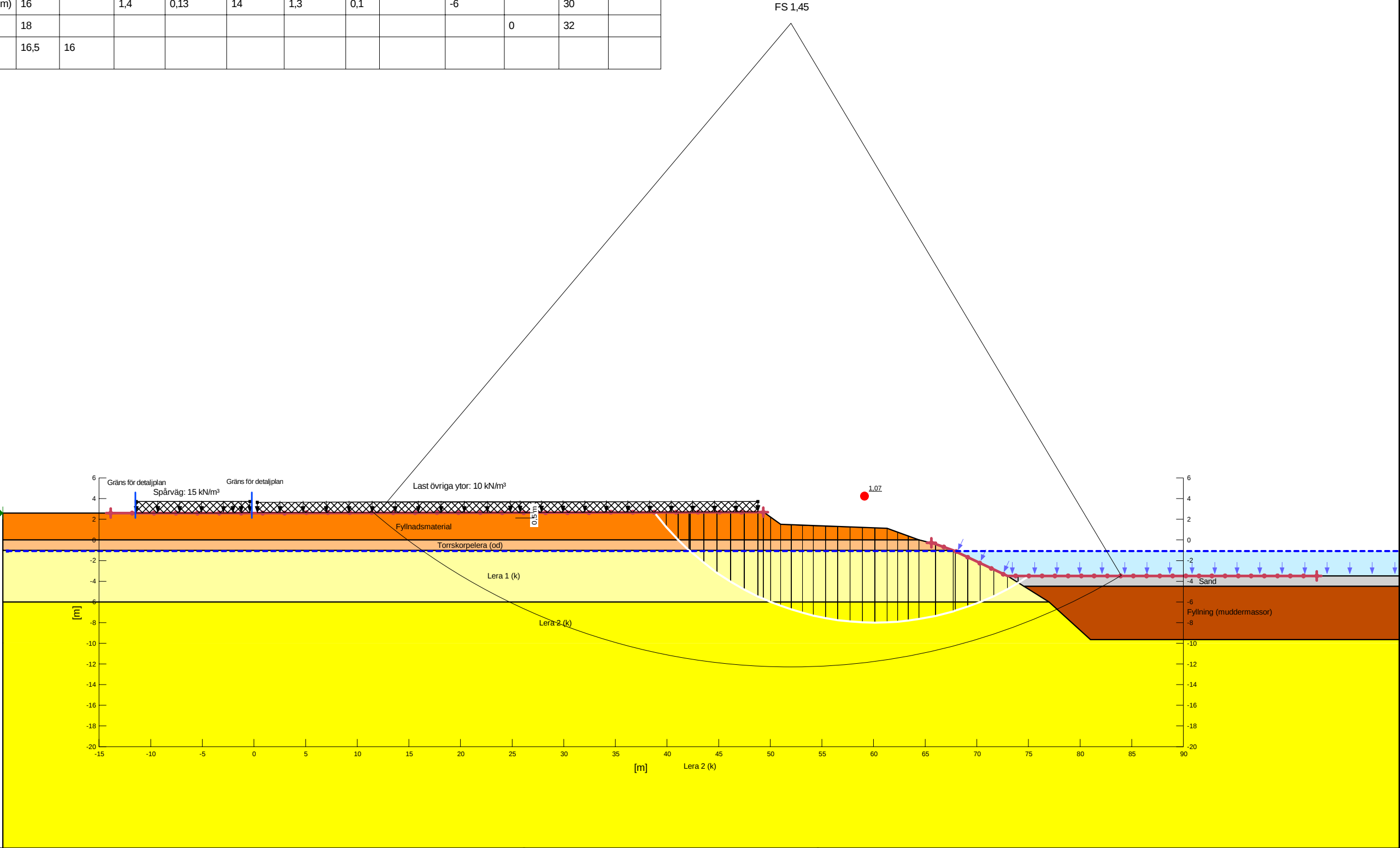


GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,09

Sektion B, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning
sektion B_RevB.gsz
2021-04-09 A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19									0	36	19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3				0	-4			
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0	14	0	0,1		0		30	
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13	14	1,3	0,1		-6		30	
	Sand	Mohr-Coulomb	18									0	32	
	Torrskorpelera (od)	Undrained (Phi=0)	16,5	16										



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,07

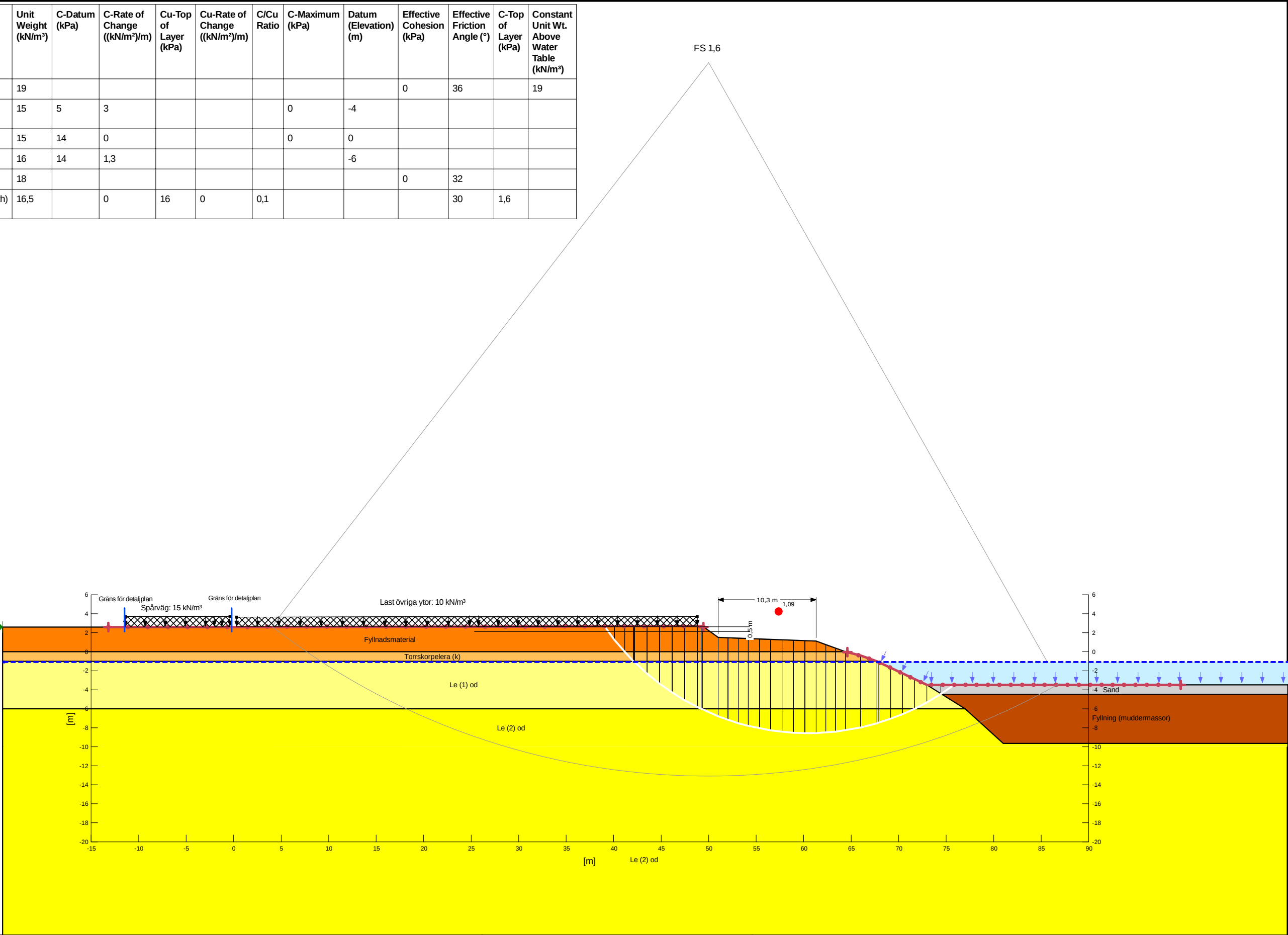
Sektion B, Kombinerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning (Rev

sektion B_RevB.gsz

2021-08-18

A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19								0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15	5	3				0	-4				
	Le (1) od	S=f(datum)	15	14	0				0	0				
	Le (2) od	S=f(datum)	16	14	1,3					-6				
	Sand	Mohr-Coulomb	18								0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5		0	16	0	0,1				30	1,6	



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,09

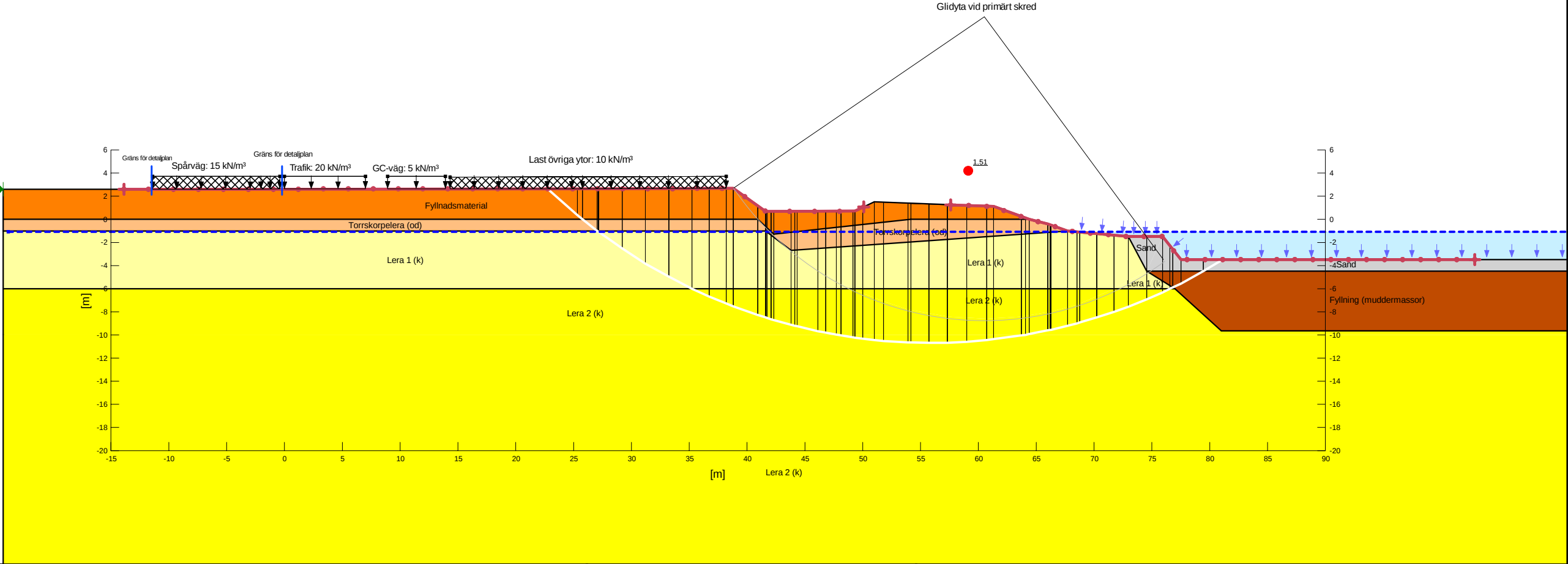
Sektion B, Odränerad analys, befintliga förhållanden inkl planerad anläggning (RevB)

sektion B_RevB.gsz

2021-08-18

A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19									0	36	19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3				0	-4			
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0	14	0	0,1		0		30	
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13	14	1,3	0,1		-6		30	
	Sand	Mohr-Coulomb	18									0	32	
	Torrskorpelera (od)	Undrained (Phi=0)	16,5	16										



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,51

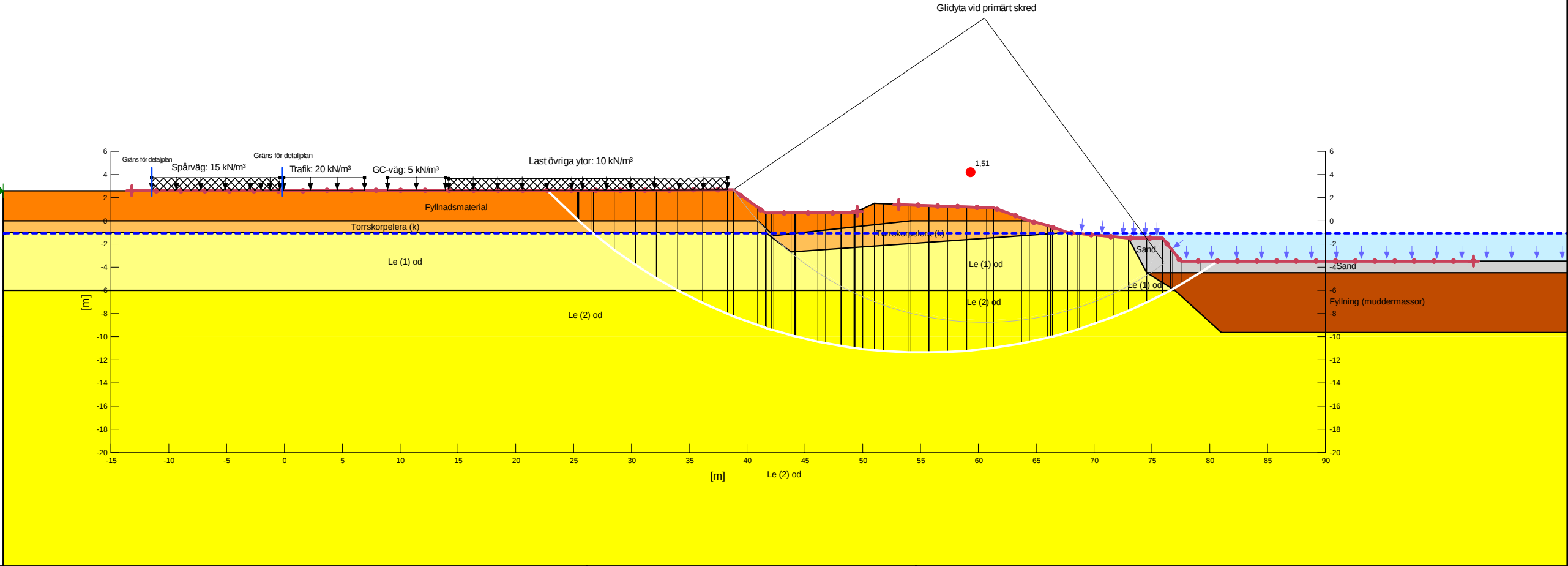
Sektion B, komb, sekundära skred

sektion B_RevB.gsz

2021-04-09

A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19								0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15	5	3				0	-4				
	Le (1) od	S=f(datum)	15	14	0				0	0				
	Le (2) od	S=f(datum)	16	14	1,3					-6				
	Sand	Mohr-Coulomb	18								0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5		0	16	0	0,1				30	1,6	



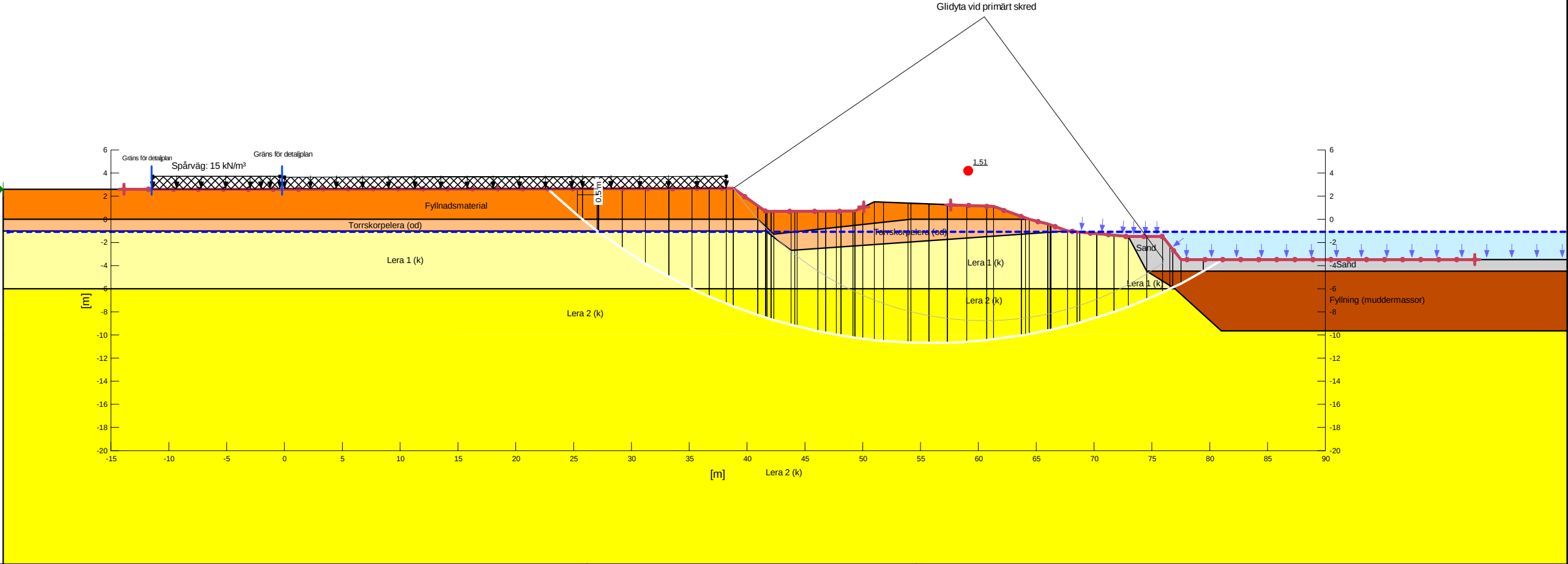
GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,51

Sektion B, Odränerad analys, sekundära skred
sektion B_RevB.gsz
2021-04-09

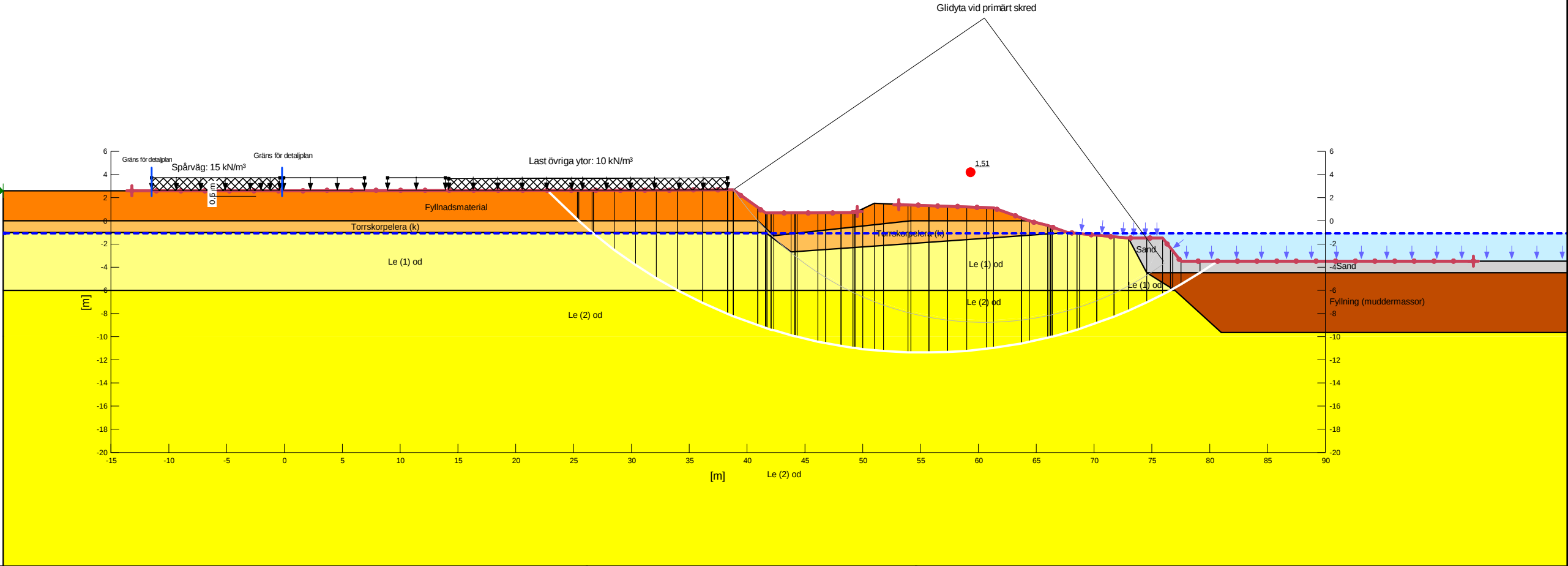
A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19									0	36	19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3				0	-4			
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0	14	0	0,1		0		30	
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13	14	1,3	0,1		-6		30	
	Sand	Mohr-Coulomb	18									0	32	
	Torrskorpelera (od)	Undrained (Phi=0)	16,5	16										



	GFS Lindholmen - Frihamnen	Kind: SLOPE/W Analysis Type: Morgenstern-Price Slip Surface Option: Entry and Exit PWP Conditions from: Piezometric Line Factor of Safety: 1,51	Sektion B, komb, sekundära skred (10kPa)	
			sektion B_RevB.gsz	
			2021-08-19	A3 1:400

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19								0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15	5	3				0	-4				
	Le (1) od	S=f(datum)	15	14	0				0	0				
	Le (2) od	S=f(datum)	16	14	1,3					-6				
	Sand	Mohr-Coulomb	18								0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5		0	16	0	0,1				30	1,6	



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,51

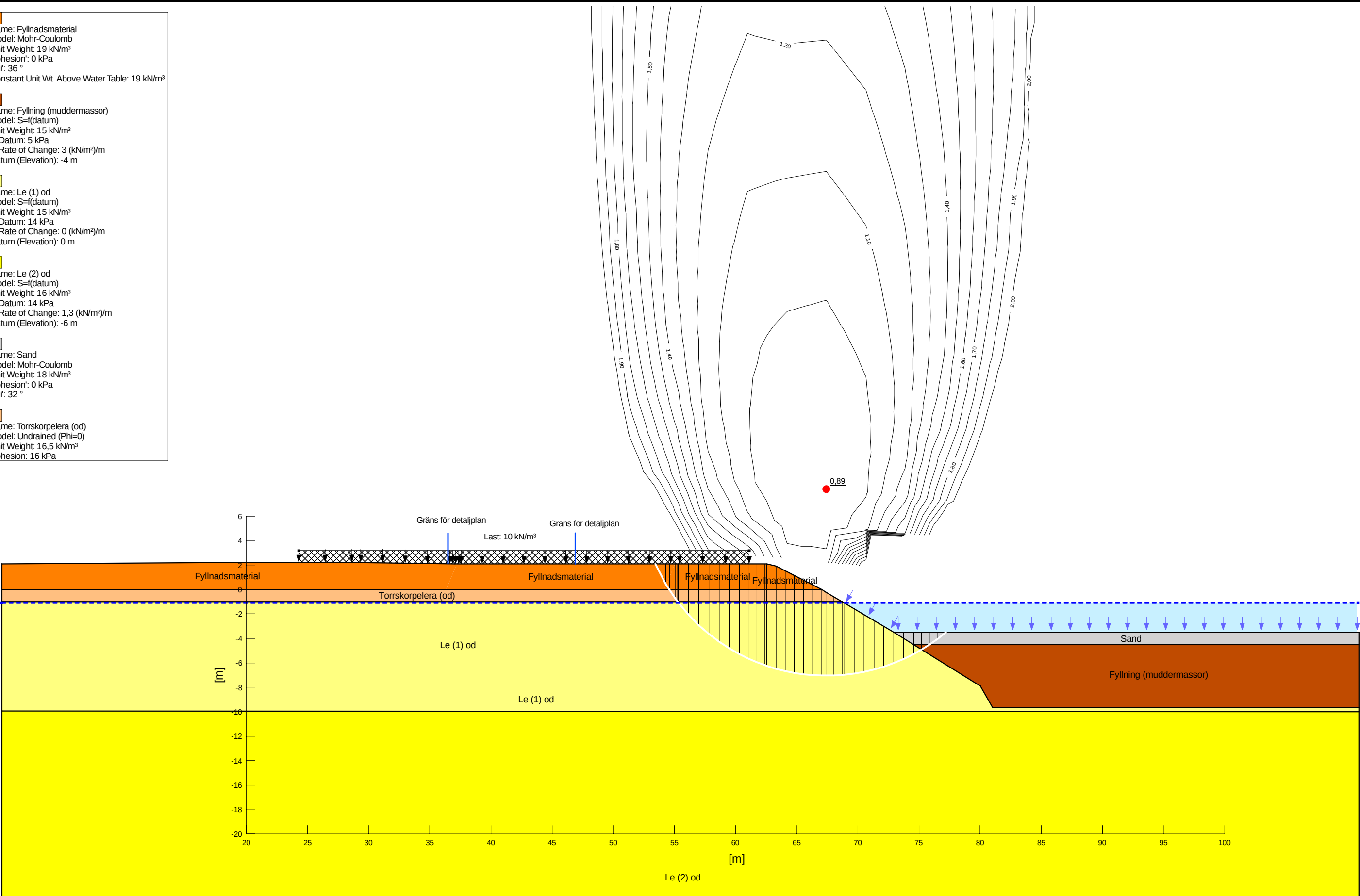
Sektion B, Odränerad analys, sekundära skred (10kPa)

sektion B_RevB.gsz

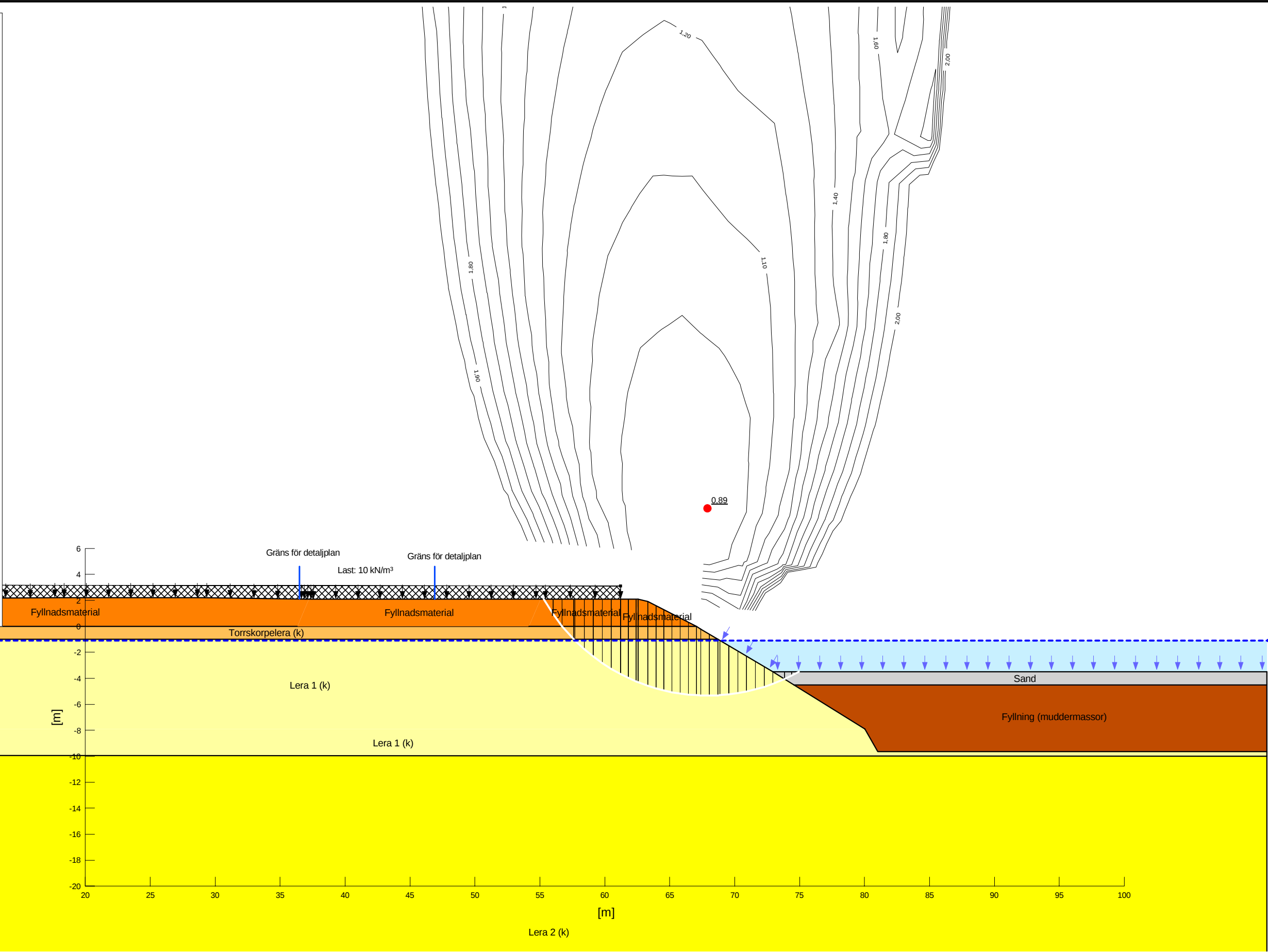
2021-08-19

A3 1:400

- Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
- Name: Fyllning (muddermassor)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 5 kPa
C-Rate of Change: 3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
- Name: Le (1) od
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 14 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): 0 m
- Name: Le (2) od
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 14 kPa
C-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m
- Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
- Name: Torrskorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Cohesion: 16 kPa



- Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
- Name: Fyllning (muddermassor)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 5 kPa
C-Rate of Change: 3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
- Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 1,4 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 14 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
- Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 1,4 kPa
C-Rate of Change: 0,13 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 14 kPa
Cu-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -6 m
- Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
- Name: Torrskorpelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 1,6 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 16 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPEW
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 0,89

Name: Sektion C, kombinerad, befintliga förhållanden

File Name: Sektion C -Lundbyhamnen.gsz

2020-03-06

A3 1:300



Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³

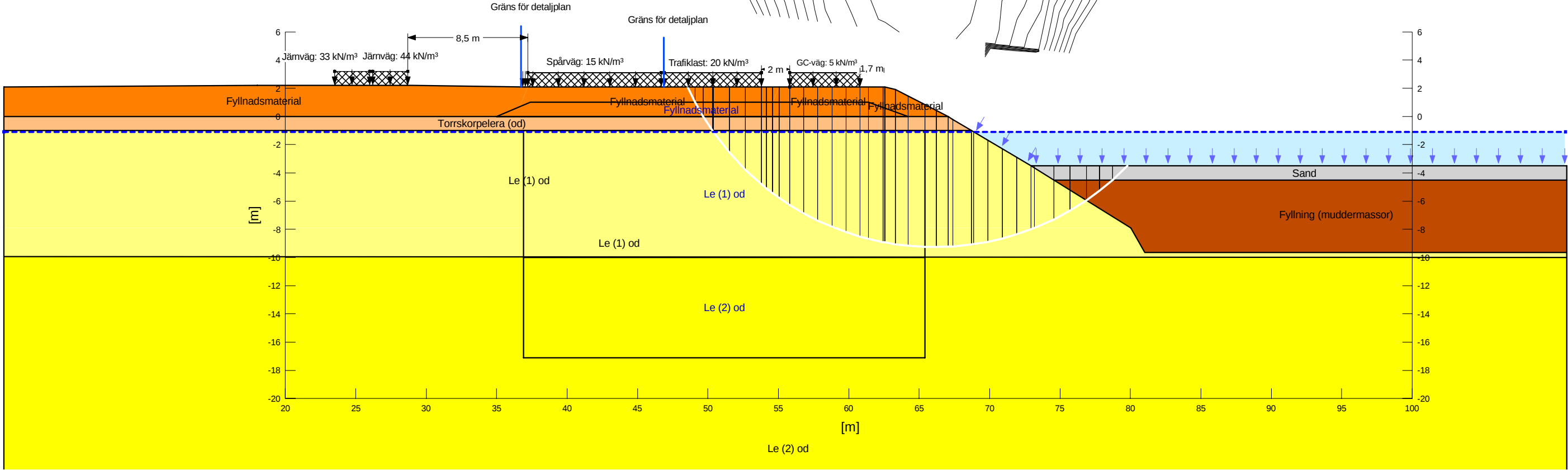
Name: Fyllning (muddermassor)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 5 kPa
C-Rate of Change: 3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m

Name: Le (1) od
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 14 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): 0 m

Name: Le (2) od
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 14 kPa
C-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -6 m

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °

Name: Torrskorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Cohesion: 16 kPa



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPEW
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 0,89

Name: Sektion C, odränerad, planerad anläggning utan åtgärd

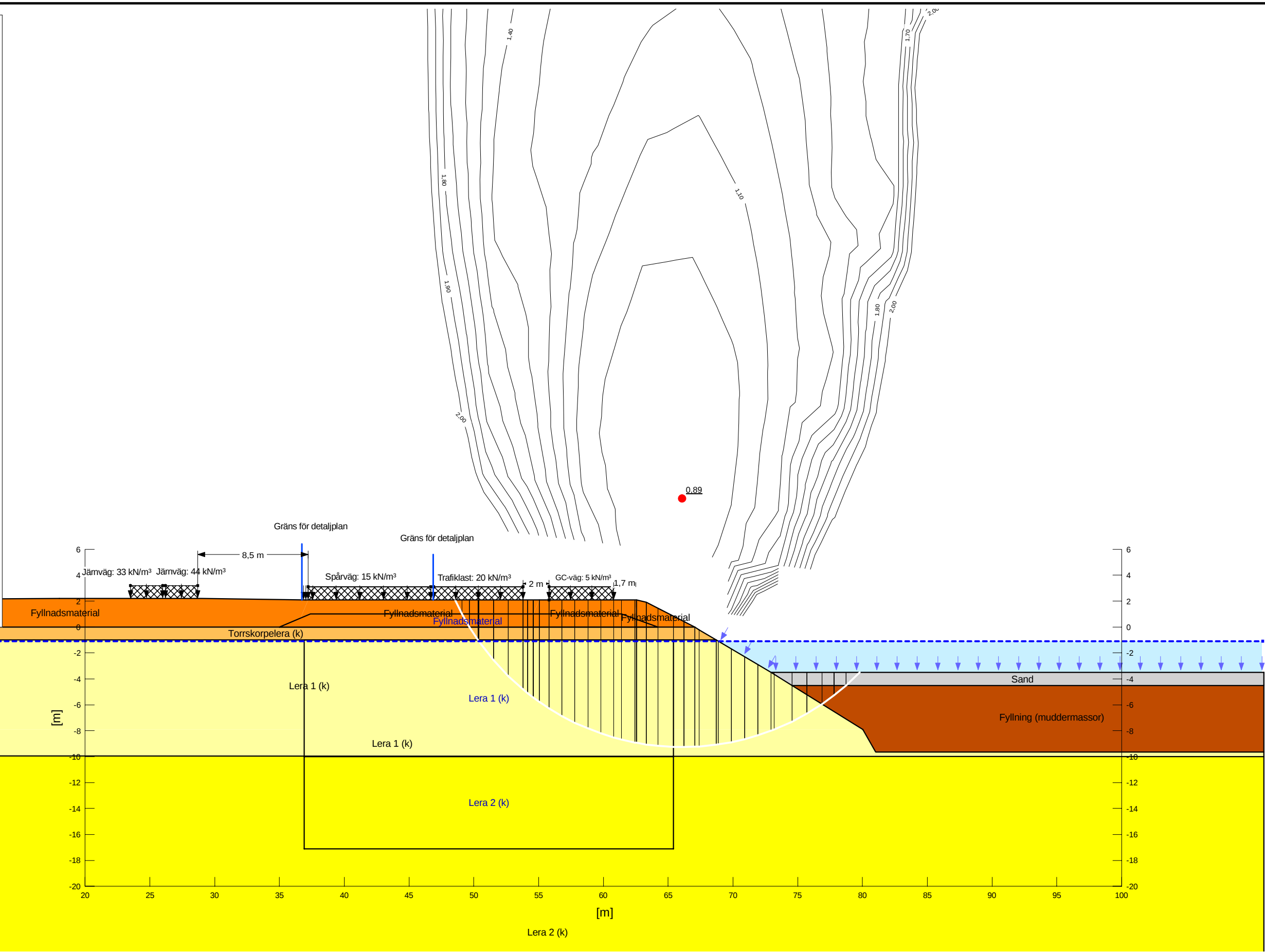
File Name: Sektion C -Lundbyhamnen.gsz

2020-03-06

A3 1:300



- Name: Fyllnadsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 36 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 19 kN/m³
- Name: Fyllning (muddermassor)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 5 kPa
C-Rate of Change: 3 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): -4 m
- Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 1,4 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 14 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
- Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 1,4 kPa
C-Rate of Change: 0,13 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 14 kPa
Cu-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -6 m
- Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
- Name: Torrskorpelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16,5 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 1,6 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 16 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1



GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPEW
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 0,89

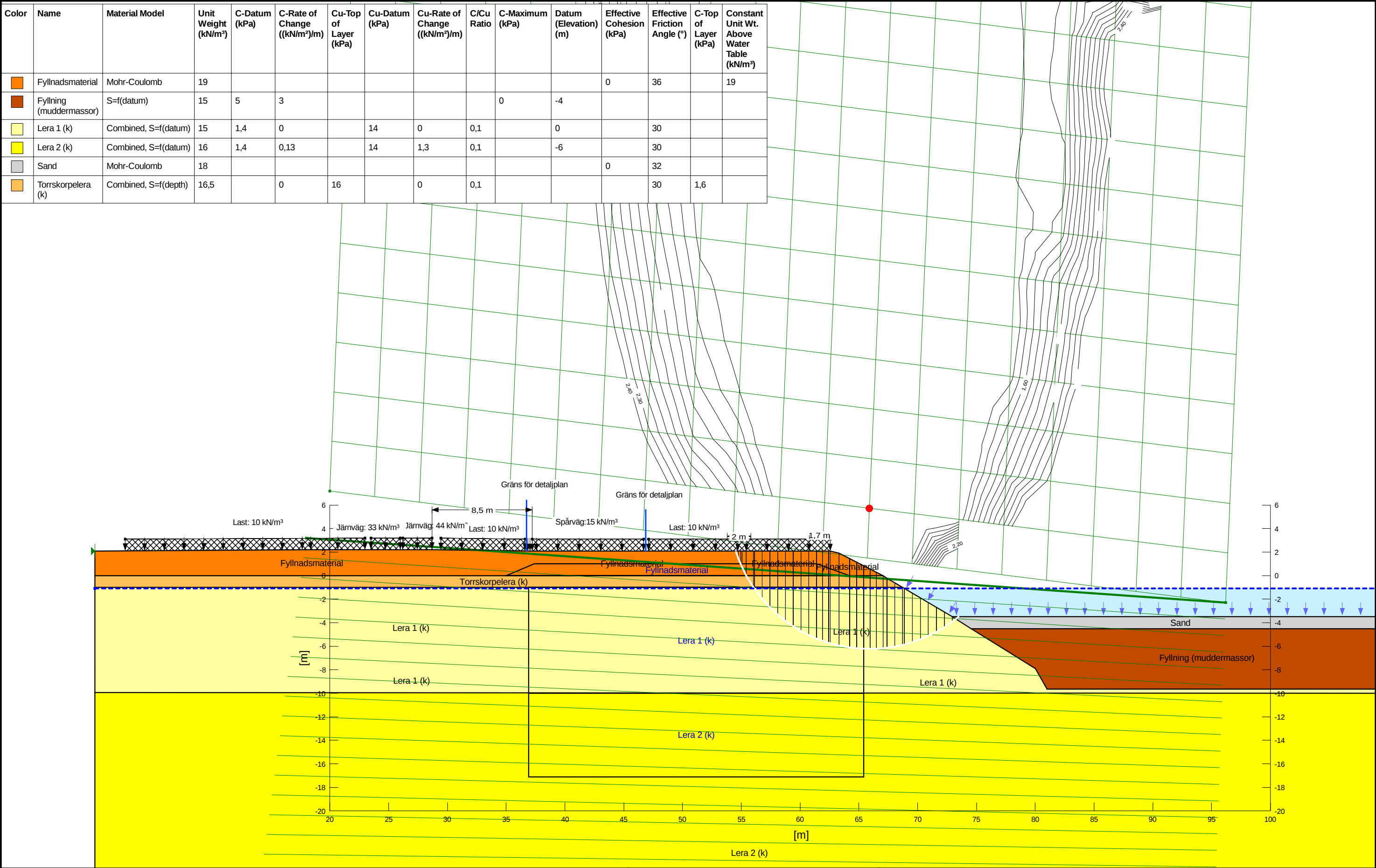
Name: Sektion C, kombinerad, planerad anläggning utan åtgärd

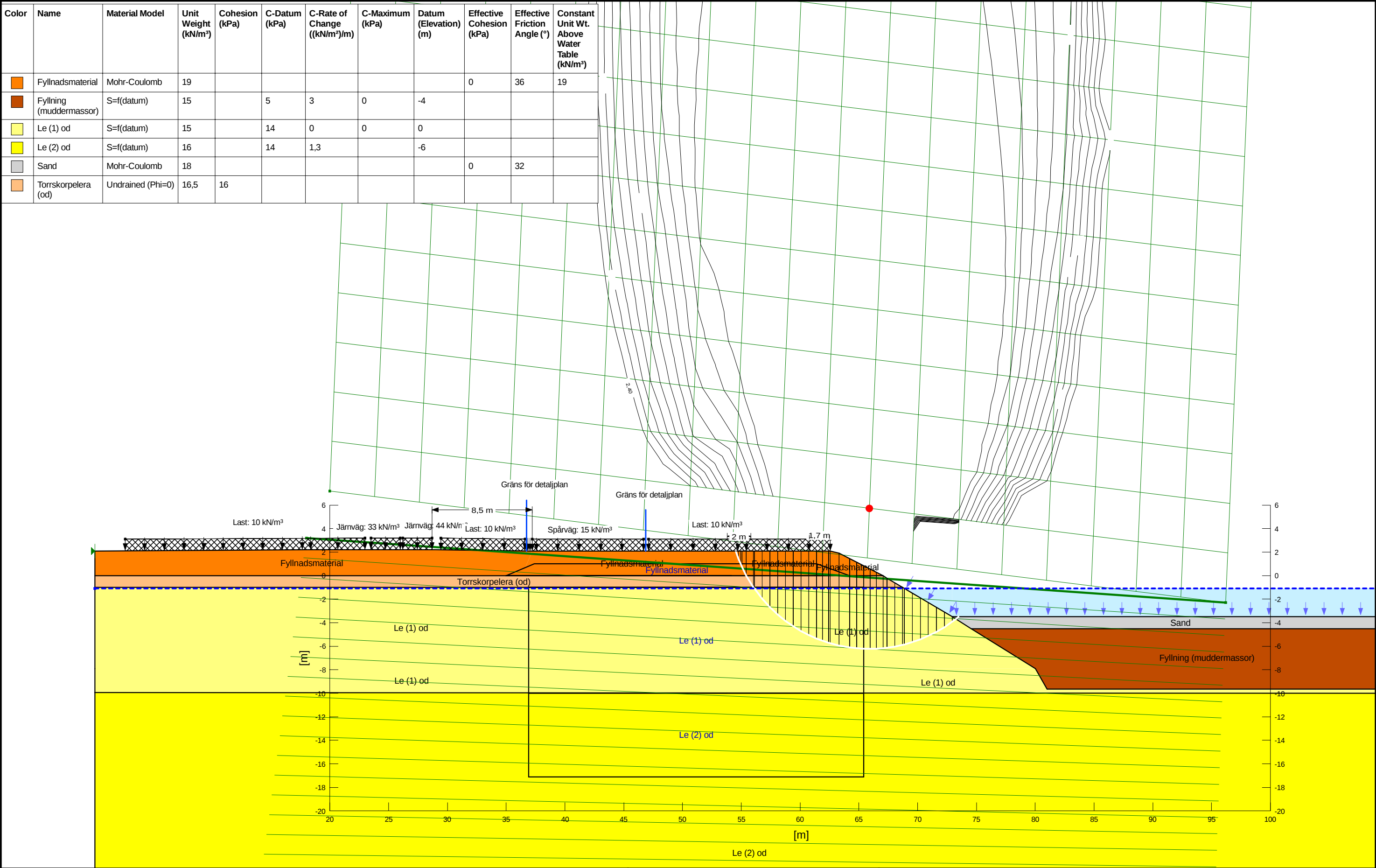
File Name: Sektion C -Lundbyhamnen.gsz

2020-03-06

A3 1:300







GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 0,89

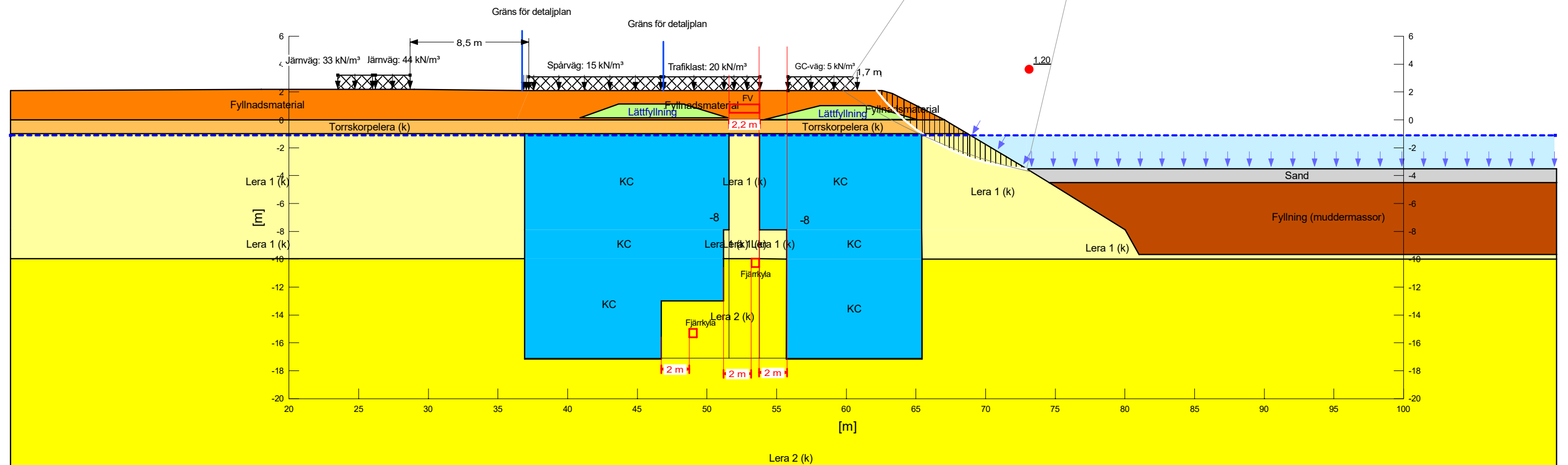
Sektion C, odränerad, planerad anläggning utan åtgärd (10kPa)

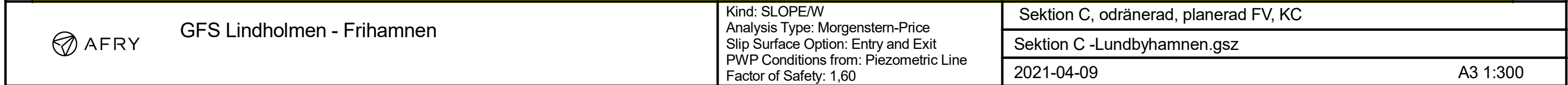
Sektion C_RevB -Lundbyhamnen.gsz

2021-08-19

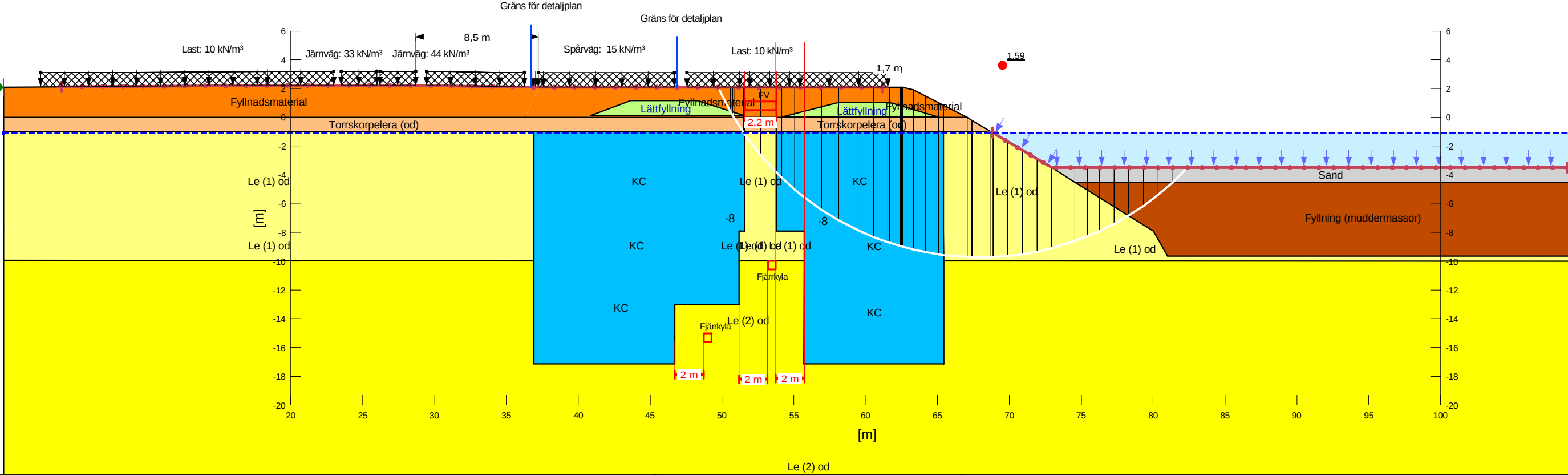
A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19										0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3					0	-4				
	KC	Undrained (Phi=0)	16	40												
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0		14	0	0,1		0		30		
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13		14	1,3	0,1		-6		30		
	Lättyfyllning	Mohr-Coulomb	4										1	36		
	Sand	Mohr-Coulomb	18										0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5			0	16		0	0,1				30	1,6	



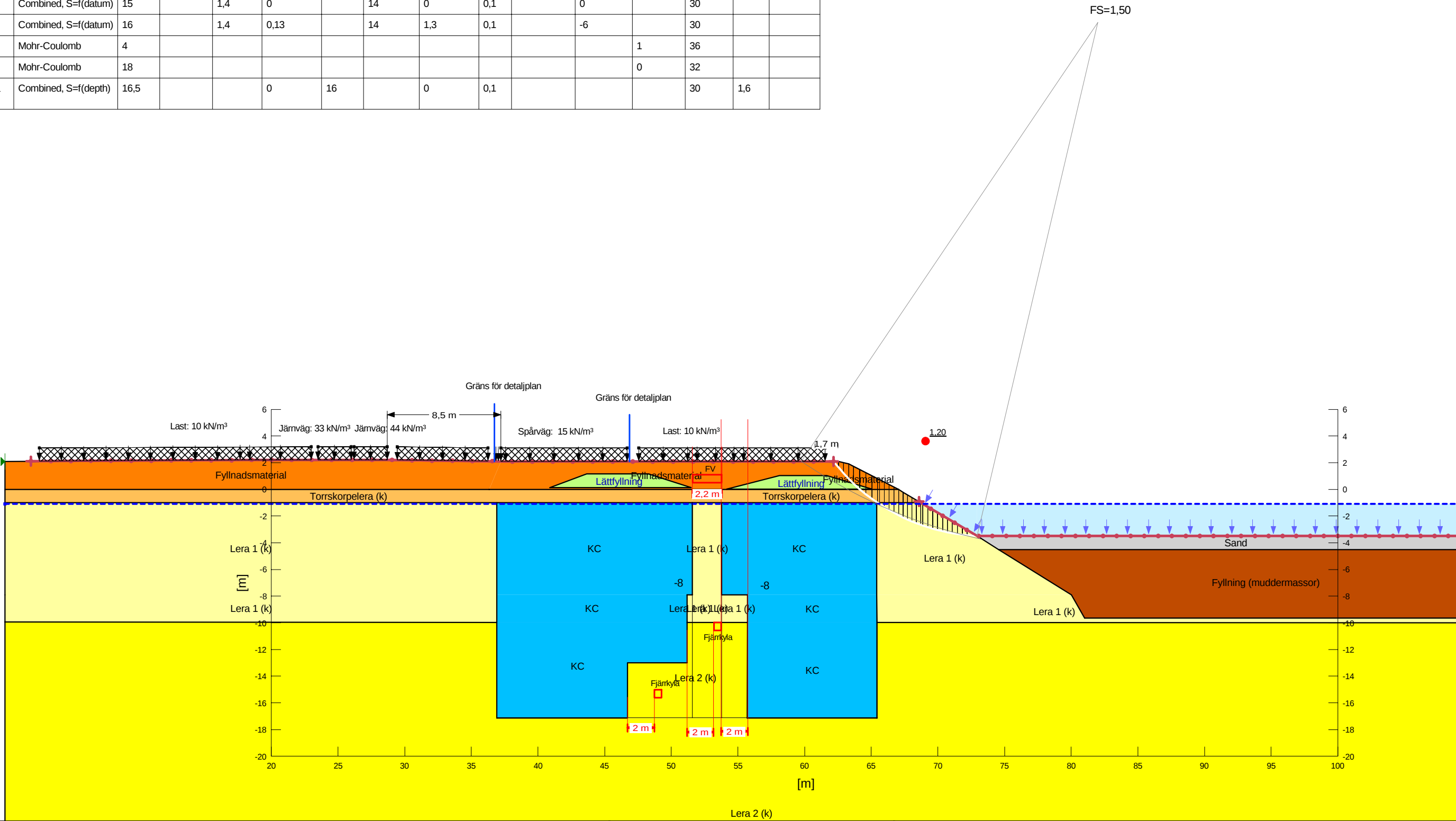


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19						0	36	19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3	0	-4			
	KC	Undrained (Phi=0)	16	40							
	Le (1) od	S=f(datum)	15		14	0	0	0			
	Le (2) od	S=f(datum)	16		14	1,3		-6			
	Lättfyllning	Mohr-Coulomb	4						1	36	
	Sand	Mohr-Coulomb	18						0	32	
	Torrskorpelera (od)	Undrained (Phi=0)	16,5	16							



 AFRY	GFS Lindholmen - Frihamnen	Kind: SLOPE/W Analysis Type: Morgenstern-Price Slip Surface Option: Entry and Exit PWP Conditions from: Piezometric Line Factor of Safety: 1,59	Sektion C, odränerad, planerad FV, KC (10kpa)	
			Sektion C_RevB -Lundbyhamnen.gsz	
			2021-08-19	A3 1:300

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllnadsmaterial	Mohr-Coulomb	19										0	36		19
	Fyllning (muddermassor)	S=f(datum)	15		5	3					0	-4				
	KC	Undrained (Phi=0)	16	40												
	Lera 1 (k)	Combined, S=f(datum)	15		1,4	0		14	0	0,1		0		30		
	Lera 2 (k)	Combined, S=f(datum)	16		1,4	0,13		14	1,3	0,1		-6		30		
	Lättfyllning	Mohr-Coulomb	4										1	36		
	Sand	Mohr-Coulomb	18										0	32		
	Torrskorpelera (k)	Combined, S=f(depth)	16,5			0	16		0	0,1				30	1,6	



GFS Lindholmen - Frihamnen

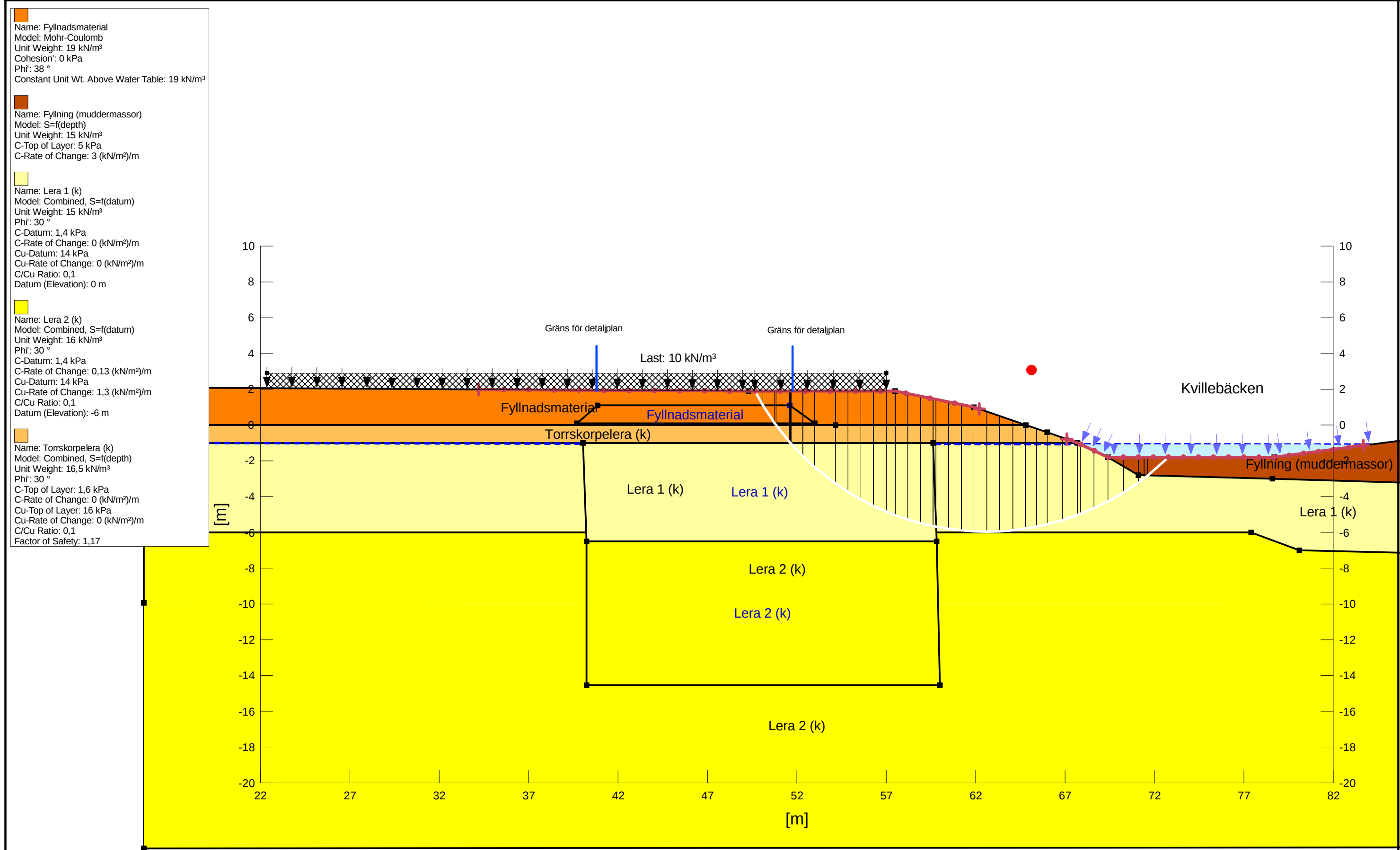
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,20

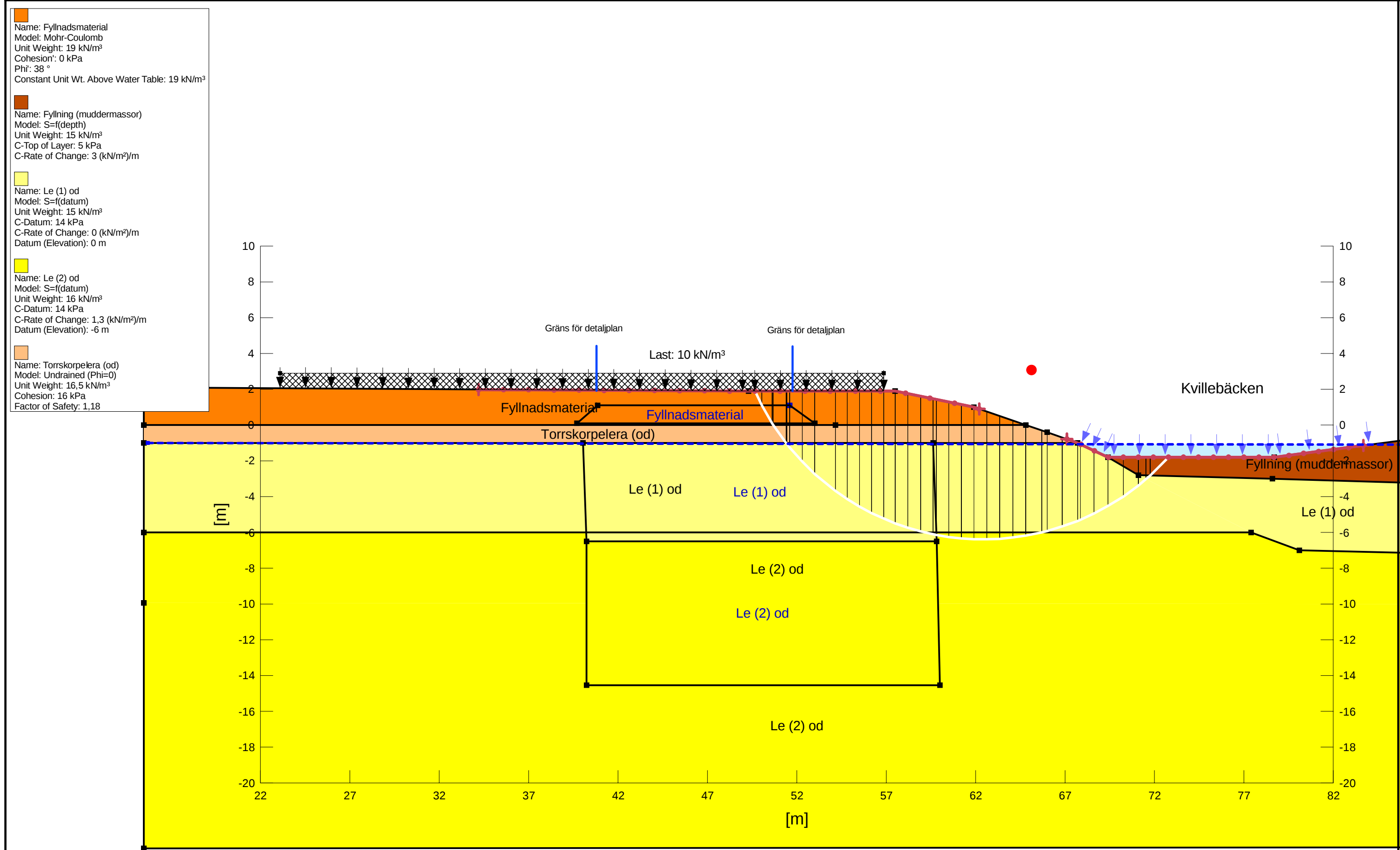
Sektion C, kombinerad, planerad FV, KC (10kpa)

Sektion C_RevB -Lundbyhamnen.gsz

2021-08-19

A3 1:300





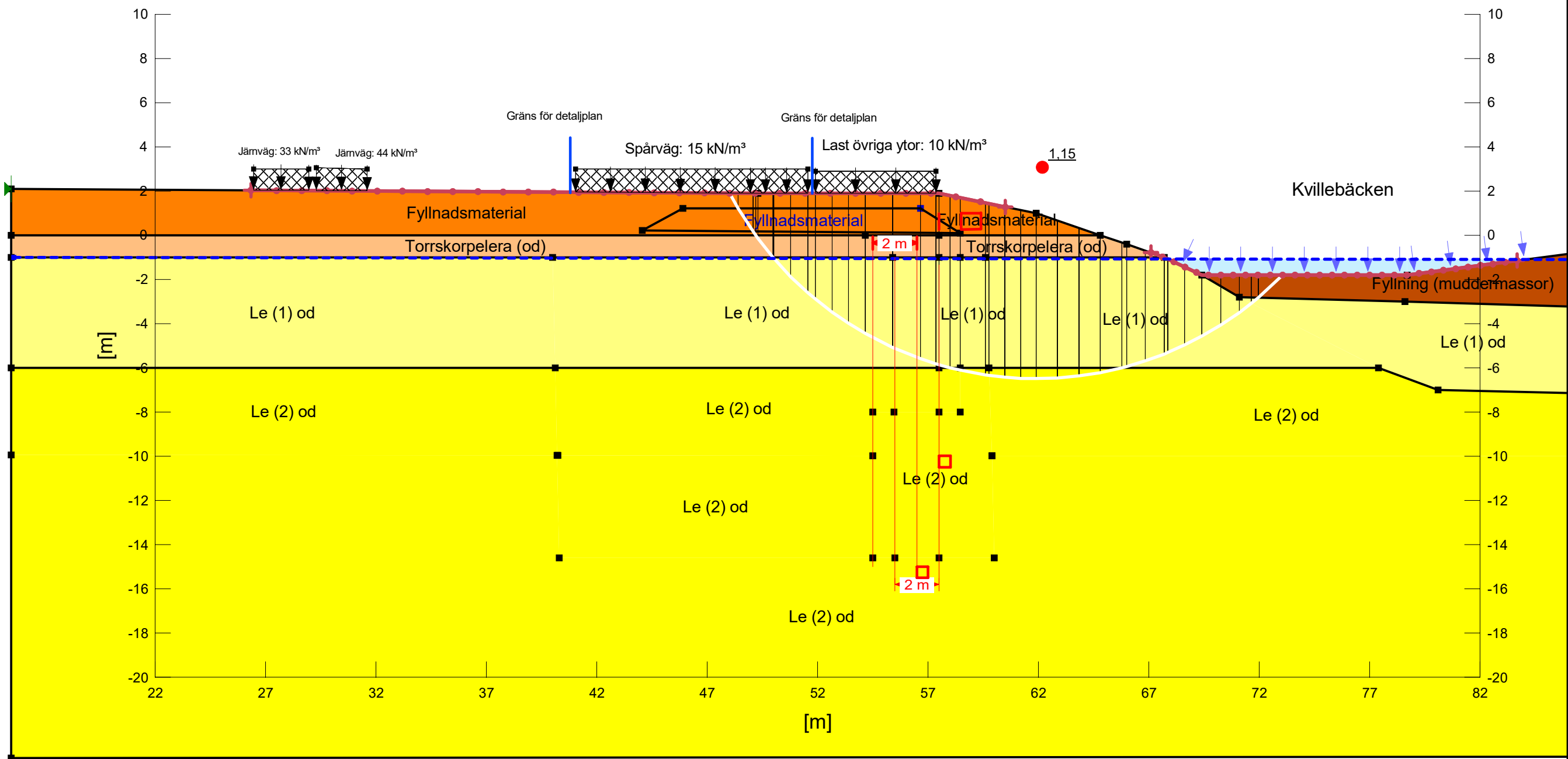
GFS Lindholmen - Frihamnen

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,18

Name: Sektion E, Odränerad, befintliga förhållanden

File Name: Sektion E - Kvillebäcken.gsz

2020-03-06



GFS Lindholmen - Frihamnen

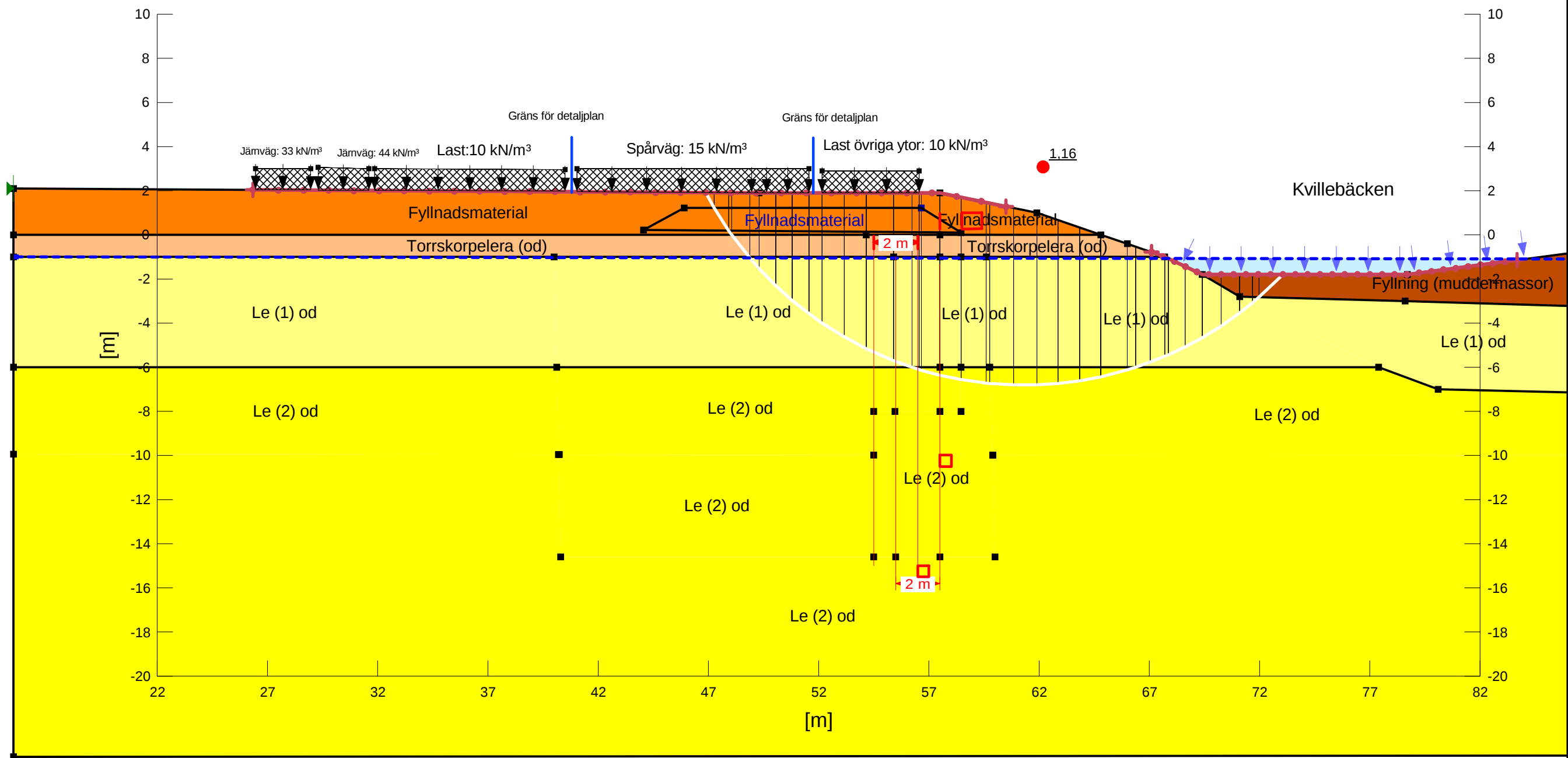
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,15

Sektion E, Odränerad, planerad anläggning utan åtgärd

Sektion E - Kvillebäcken.gsz

2021-04-09

A3 1:200



GFS Lindholmen - Frihamnen

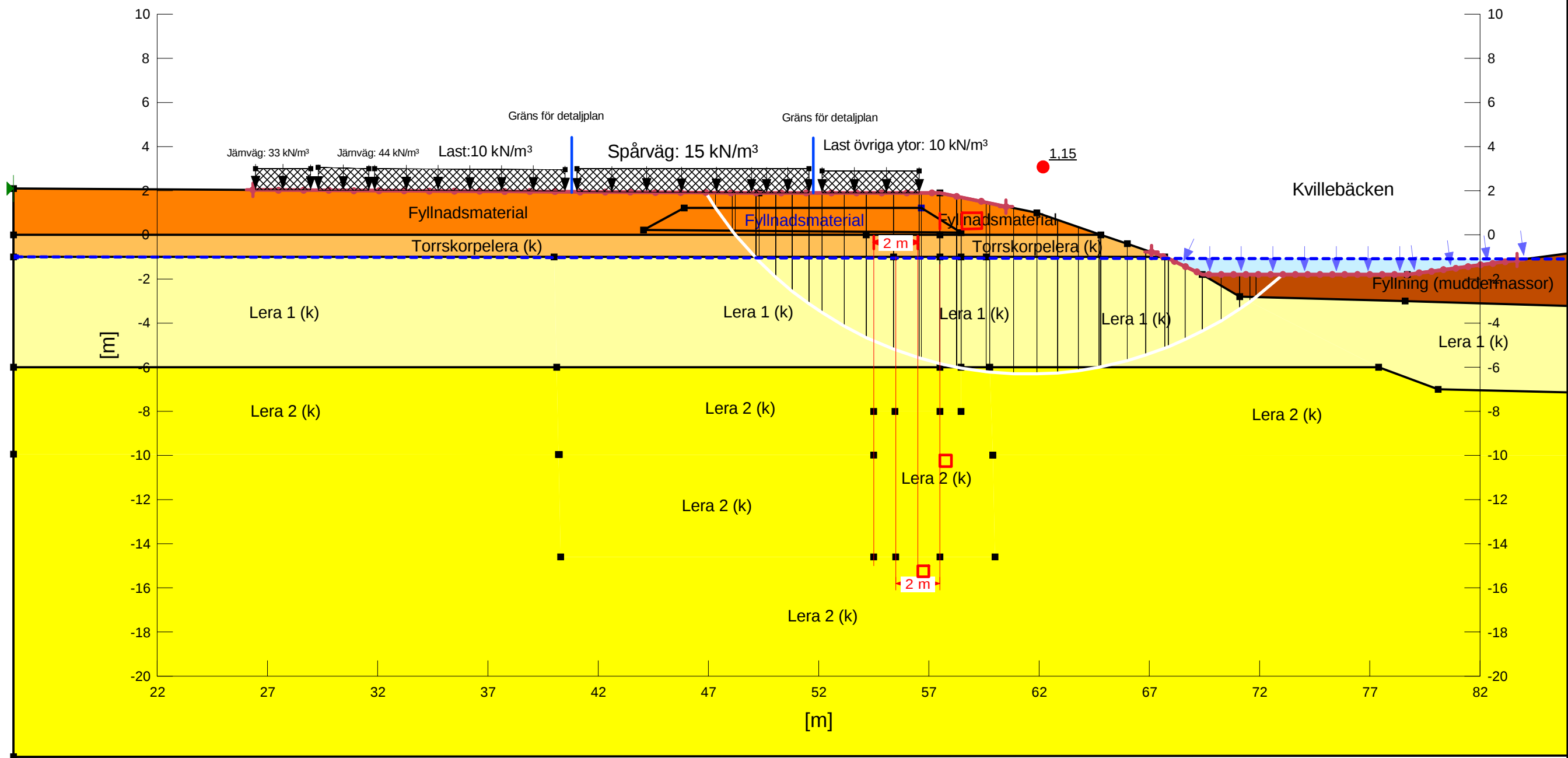
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,16

Sektion E, Odränerad, planerad anläggning utan åtgärd (10kpa)

Sektion E_RevB - Kvillebäcken.gsz

2021-08-19

A3 1:200



GFS Lindholmen - Frihamnen

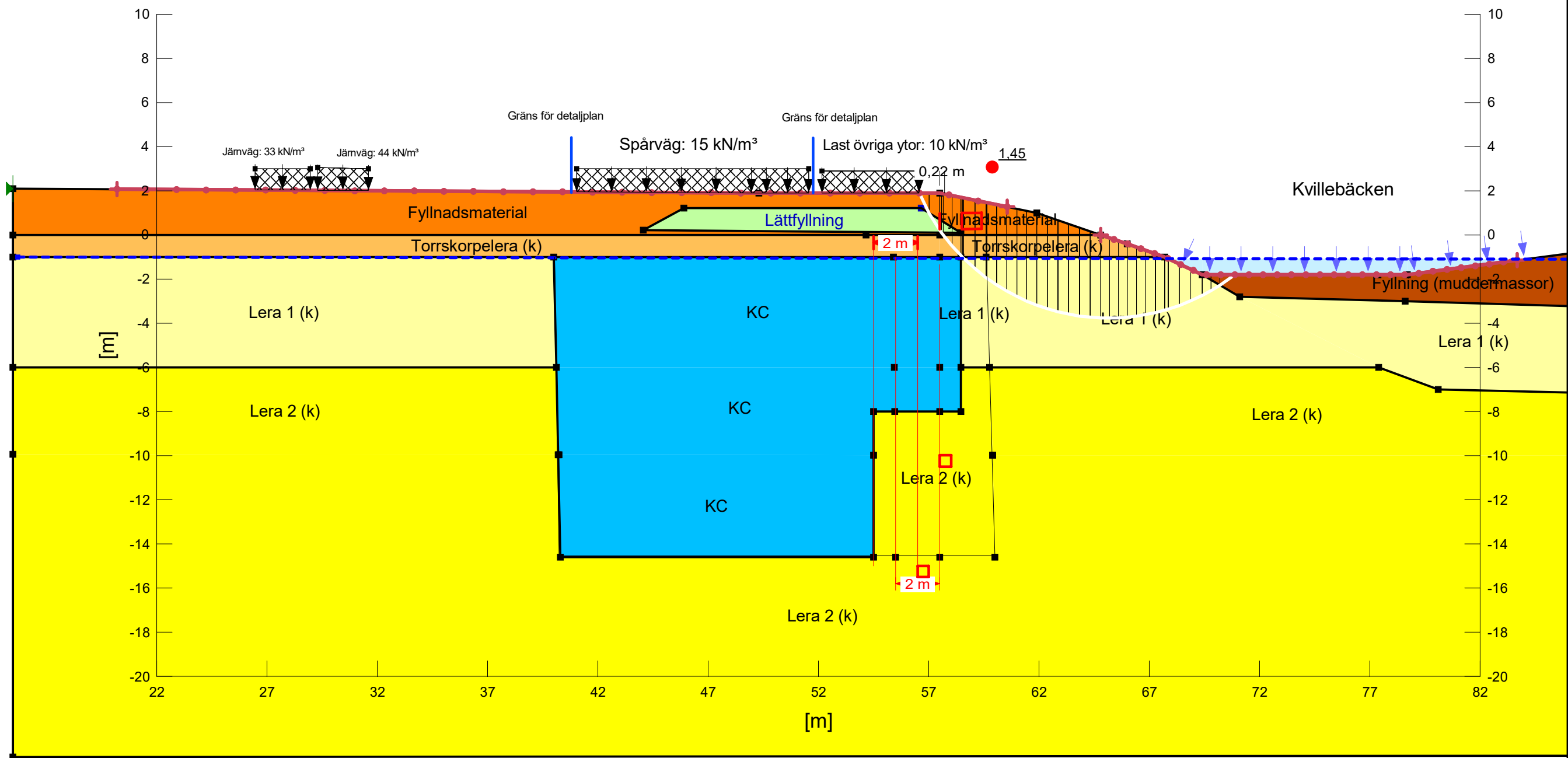
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,15

Sektion E, Kombinerad, planerad anläggning utan åtgärd (10kpa)

Sektion E_RevB - Kvillebäcken.gsz

2021-08-19

A3 1:200



GFS Lindholmen - Frihamnen

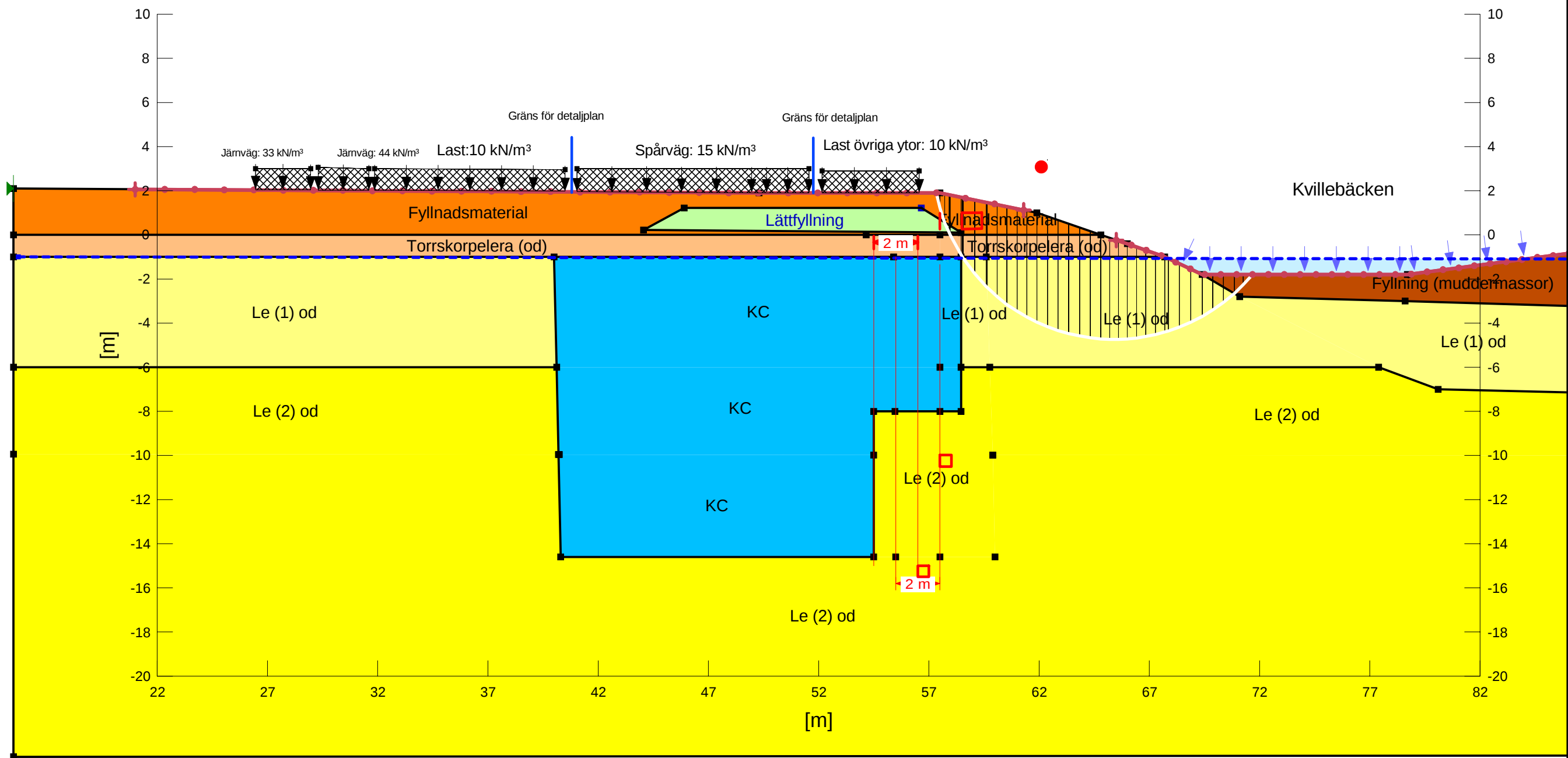
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,45

Sektion E, kombinerad, planerad anläggning med åtgärd, FV

Sektion E - Kvillebäcken.gsz

2021-04-09

A3 1:200



GFS Lindholmen - Frihamnen

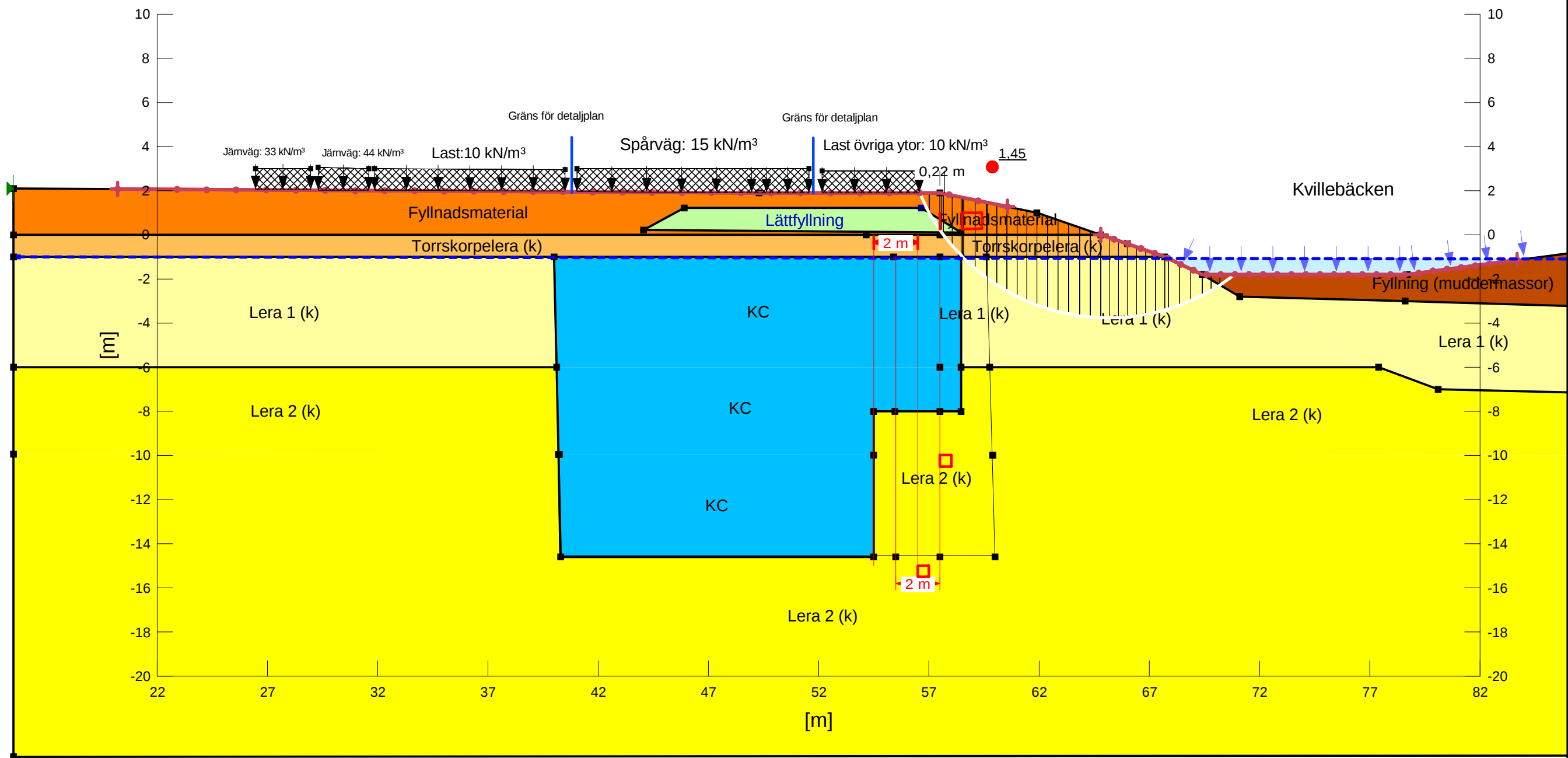
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,55

Sektion E, Odränerad, planerad anläggning med åtgärd, FV (10kpa)

Sektion E_RevB - Kvillebäcken.gsz

2021-08-19

A3 1:200



GFS Lindholmen - Frihamnen

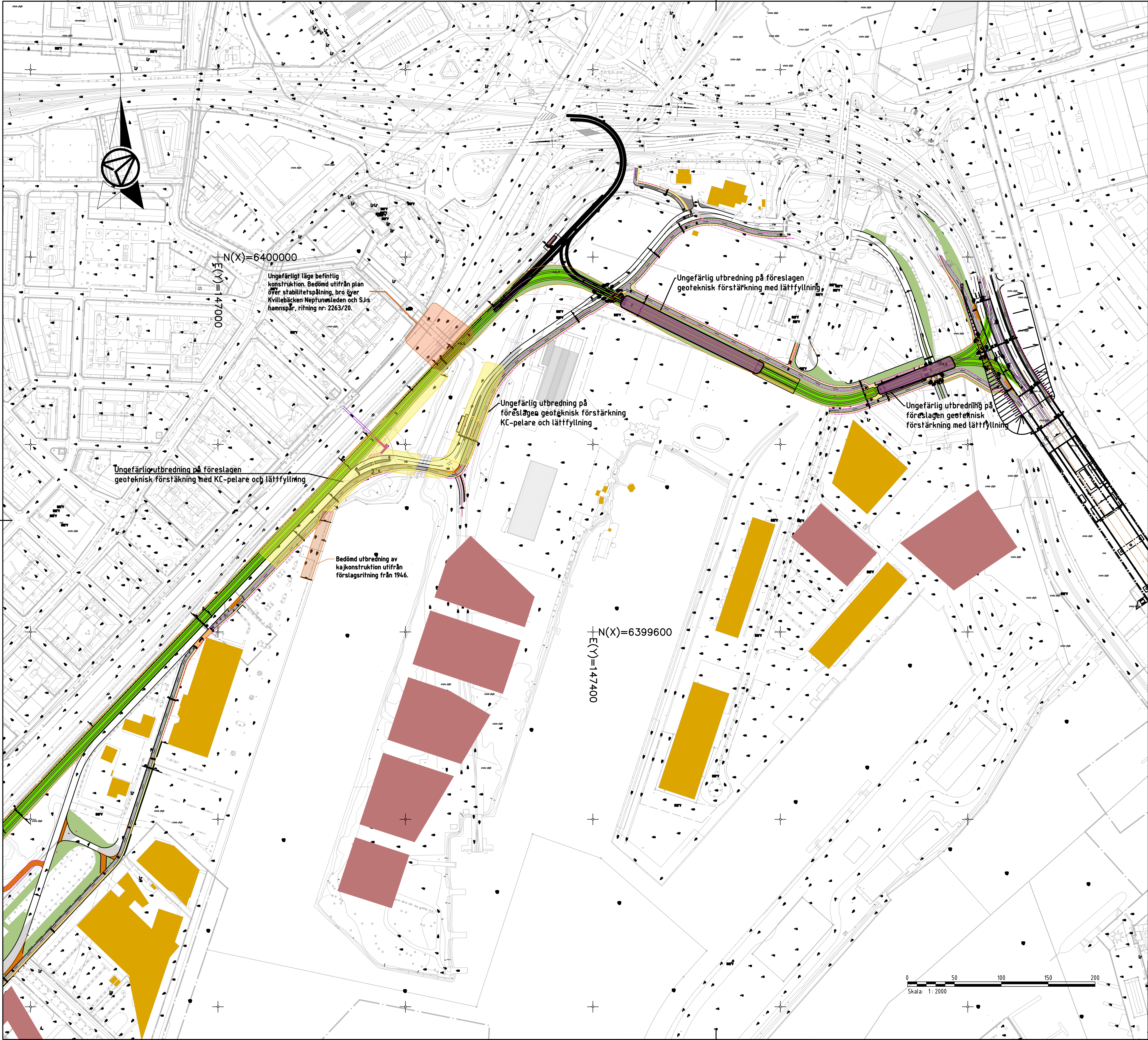
Kind: SLOPE/W
Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Factor of Safety: 1,45

Sektion E, kombinerad, planerad anläggning med åtgärd, FV (10kpa)

Sektion E_RevB - Kvillebäcken.gsz

2021-08-19

A3 1:200



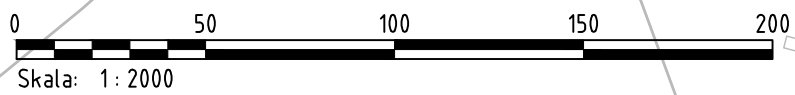
COORDINATSYSTEM
HÖJDSYSTEM: RH2000

RITNINGSBETECKNINGAR
SE SGFS BETECKNINGSSYSTEM

ANMÄRKNINGAR
RITNINGEN GÄLLER ENDAST FÖR GEOTEKNISKA
UNDERSÖKNINGAR.

GEOTEKNISKA ÅTGÄRDER

- Geoteknisk åtgärd med KC-pelare och lättfyllning
- Geoteknisk åtgärd med lättfyllning



Göteborgs
Stad
Trafikkontoret

FÖRV. HANDLÄGGARE
Torun Thörn

FÖRV. DIARIENR
2028/19

FORMAT
A1

SKALA
1:2000

RITNINGNUMMER
I BET

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
Spårväg Lindholmen - Frihamnen Genomförandestudie				
UPPDRAG NR 770900	HANDLÄGGARE Maria Margenberg	RITAD AV Maria Margenberg		
DATUM 2020-06-05	UPPDRAGSANSVARIG Gerry Carlsson	GRANSKAD AV ASS SB mfl		

GEOTEKNIK
Planskiss geotekniska åtgärder
Bilaga 6