

NOVEMBER 2019
KUNGÄLV KOMMUN

ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN



COWI

NOVEMBER 2019
KUNGÄLV KOMMUN

ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN

PROJEKTNR.

A129194

DOKUMENTNR.

A129194-4-02-G-PME-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-11-22

BESKRIVNING

UTARBETAD

Emma Jägryd

GRANSKAD

Charlotte Junkers

GODKÄND

Christina Edström

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	7
2	Objekt	8
3	Syfte	8
4	Utförda undersökningar	9
5	Exploateringsförslag	9
6	Topografiska förhållanden	10
7	Geotekniska förhållanden	12
8	Stabilitetsanalys	14
9	Sättningsanalys	19
10	Radon	19
11	Slutsatser och rekommendationer	22

BILAGOR

Bilaga 1	Valda jordmaterialparametrar
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar
Bilaga 3	Spänningsdiagram

1 Sammanfattning

Kungälv kommun planerar att detaljplanelägga delar av fastigheterna Arntorp 1:2 och 1:4 för att möjliggöra för exploatering av villor och parhus med två våningsplan. Inför framtagandet av detaljplan har COWI AB utfört en geoteknisk undersökning. Detaljplaneområdet är uppdelat i två delområden. Delområde 1 är beläget på ängsmark och delområde 2 är beläget på ett höjddparti som främst utgörs av skogsmark.

Utförd geoteknisk undersökning visar att jordlagerföljden inom delområde 1 huvudsakligen utgörs av lera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Lerans mäktighet bedöms variera mellan ca 7 och 16 m. Jordlagerföljden inom delområde 2 utgörs huvudsakligen av friktionsjord som vilar på berg. Friktionsjordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 1,5 m. Inom delområde 2 finns partier med synligt berg i dagen.

Utförd stabilitetsanalys visar att totalstabiliteten för befintliga förhållanden och planerad byggnation, för både delområde 1 och 2, bedöms vara tillfredställande. Maximal belastning inom delområde 1 är 30 kPa.

Utförd sättningsanalys visar att leran inom delområde 1 bedöms vara normal till överkonsoliderad, men tillskottslasten för planerad byggnation kan medföra risk för differenssättningar i leran. För delområde 2 som utgörs av ett fastmarksparti bedöms ingen sättningsproblematik uppstå för planerad byggnation.

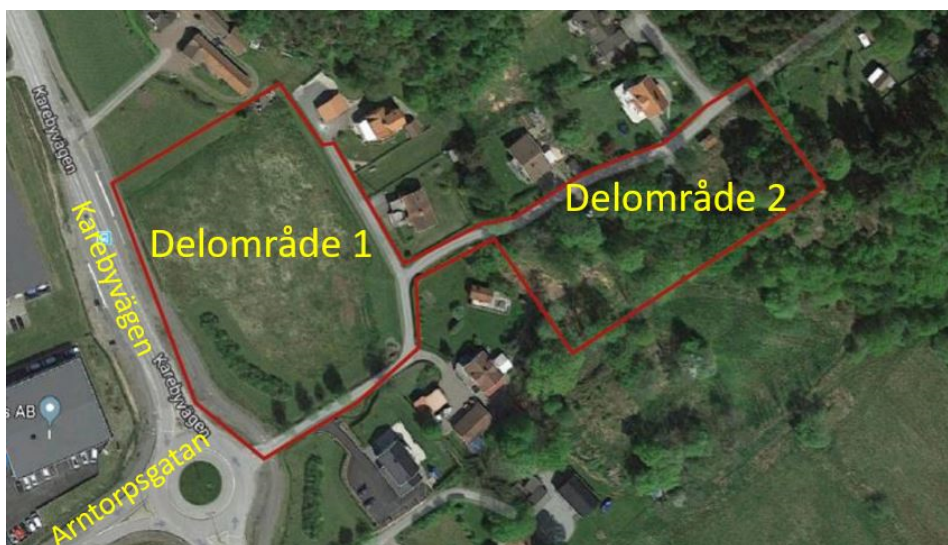
Berggrunden i planområdet kan övergripande klassas om lågradonmark. Dock rekommenderas att uppförandet av planerade byggnader utförs radonskyddande i enlighet med riktlinjer för normalradonmark.

Inom delområde 1 bedöms planerad byggnation grundläggas på pålar eller genom kompensationsgrundläggning. Inom delområde 2 bedöms grundläggning kunna utföras med platta på mark.

2 Objekt

Kungälv kommun planerar att detaljplanelägga delar av fastigheterna Arntorp 1:2 och 1:4 för att möjliggöra för exploatering av parhus och villor. Inför framtagandet av detaljplan har COWI AB utfört en geoteknisk undersökning.

Det aktuella området ligger vid cirkulationsplatsen Karebyvägen/Arntorpsgatan ca 0,5 mil norr om Kungälv centrum. Området utgörs av två delområden vilka är markerade med röd linje på översiktsbild i Figur 1. Huvudsakligen utgörs delområde 1 av ängsmark och delområde 2 av skogsmark.



Figur 1. Översiktsbild, aktuellt område utgörs av delområde 1 och 2 markerade med röd linje (Kungälv kommun, 2019)

3 Syfte

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att utgöra underlag för beskrivning av de geologiska, geotekniska samt hydrogeologiska förhållandena för området specificerat i Figur 1. Utredningen skall även ligga till grund för att kunna bedöma risker för ras, skred och erosion.

Denna PM Geoteknik syftar till att användas som utredningsunderlag och ska inte ingå som del av förfrågningsunderlag eller annan bygghandling.

4 Utförda undersökningar

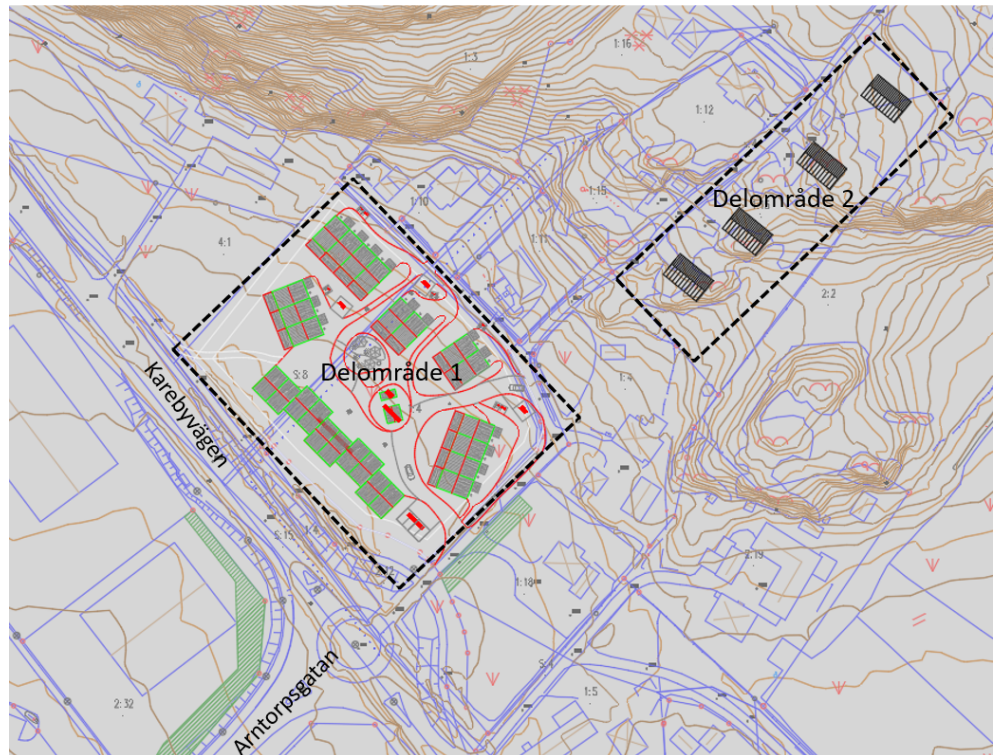
COWI AB utförde under vecka 39 år 2019 geotekniska undersökningar inom rubricerat område. Laboratorieundersökningar utfördes på WSP geotekniska laboratorium i Göteborg. Utsättning, inmätning och avvägning av aktuella undersökningspunkter utfördes av COWI AB.

Undersökningen redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH 2000.

Undersökningsresultaten har sammanställts i en separat handling benämnd "Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV", daterad 2019-11-22 och med dokumentnamn A129194-4-02-G-MUR-001.

5 Exploateringsförslag

Området planeras att exploateras med tvåplansbyggnader enligt situationsplan i Figur 2. Inom delområde 1 planeras byggnation av 15 stycken parhus med garage/carport samt tillhörande gator och komplementbyggnader. Inom delområde 2 planeras fyra fristående villor att uppföras.



Figur 2. Planerad byggnation inom delområde 1 och 2 (Kungälv Kommun, 2019).

6 Topografiska förhållanden

6.1 Delområde 1

Delområde 1 utgörs av ängsmark, se Figur 1. I den sydvästra delen av området finns det ett buskage. Delområdet avgränsas av Karebyvägen i sydväst, en gräsyta och en bostadsfastighet i norr och lokalgator i nord- och sydost. Markytan inom delområdet lutar svagt från nordost till sydväst och marknivån varierar mellan ca +21,5 och +24.



Figur 3. Ängsmarken i delområde 1, fotograferat från sydost (COWI AB, 2019)

6.2 Delområde 2

Delområde 2 är beläget på ett höjdparti som utgörs av skogsmark och partier med berg i dagen, se Figur 4 till Figur 6. Inom området finns mindre byggnader och uthus. Delområdet avgränsas av en bostadsfastighet i sydväst, lokalgata i nordväst och en bostadsfastighet i nordost. I sydost angränsar delområde 2 mot skogsmark. Markytan inom delområdet lutar främst från nordost till sydväst och marknivån varierar mellan ca +27 och +41.



Figur 4. Inom hela delområdet 2 syns partier med berg i dagen i markytan (COWI AB, 2019)



Figur 5. Nordligaste delen av delområdet 2 med tydliga inslag av berg i dagen (COWI AB, 2019)



Figur 6. Lokalgatan vars sträckning går sydost om åkern i delområde 1 och nordväst om delområde 2 (COWI AB, 2019)

7 Geotekniska förhållanden

7.1 Jordlagerföljd

7.1.1 Delområde 1

Jordlagerföljden utgörs huvudsakligen av mulljord ovan lera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Utförda trycksonderingar har stoppat på mellan ca 9 och 24 m djup under markytan.

Mulljordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 0,5 m. Mulljordens naturliga vattenkvot varierar mellan ca 20 och 40 %.

Leran utgörs överst av en **torrskorpelera** vars mäktighet bedöms variera mellan ca 1 och 1,5 m. Torrskorpelerans naturliga vattenkvot varierar mellan ca 25 och 41 %.

Lerans mäktighet, under torrskorpeleran, bedöms variera mellan ca 7 och 16 m. Lerans densitet varierar mellan ca 1,55 och 1,8 ton/m³. Lerans naturliga vattenkvot varierar mellan ca 20 och 80 % och konflytgränsen varierar mellan ca 35 och 60 %. Sensitiviteten i leran varierar mellan ca 35 och >309 vilket betyder att leran är högsensitiv och utgörs av kvicklera. Den odränerade skjuvhållfastheten (okorrigerad) varierar mellan ca 12 och 25 kPa. Lerans hållfasthet klassificeras som mycket låg till låg. Leran bedöms vara överkonsoliderad utifrån utvärderade CPT-sonderingar, kon-, ving- och CRS-försök. Överkonsolideringsgraden (OCR) varierar mellan ca 1,4 och 2,8 enligt utförda CRS-försök.

Friktionsjordens mäktighet enligt utförda trycksonderingar uppgår till som mest ca 6 m. Friktionsjordens övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

7.1.2 Delområde 2

Jordlagerföljden utgörs huvudsakligen av mulljord ovan en friktionsjord som vilar på berg. Utförd trycksondering har stoppat på 1,6 m djup under markytan.

Mulljordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 0,5 m. Mulljordens naturliga vattenkvot har uppmätts till 32 %.

Friktionsjordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 1,5 m. Friktionsjorden utgörs omväxlande av lerig silt och grusig, lerig, siltig sand. Friktionsjordens naturliga vattenkvot är ca 20 %.

7.2 Grundvattenförhållanden

Hydrogeologiska undersökningar har utförts i undersökningspunkterna CW01 och CW06.

I CW01 (inom delområde 1) installerades ett grundvattenrör på ca 23,6 m djup under markytan. En fri grundvattenyta i röret observerades under perioden 2019-09-26 till 2019-10-24 på ca 1,8 m ovan markytan, vilket motsvarar en nivå på ca +23,2.

I CW06 (inom delområde 2) installerades ett grundvattenrör på ca 1,5 m djup under markytan. En fri grundvattenyta i röret observerades under perioden 2019-09-25 till 2019-10-24 på ca 0,1 m under markytan, vilket motsvarar en nivå på ca +30,6.

8 Stabilitetsanalys

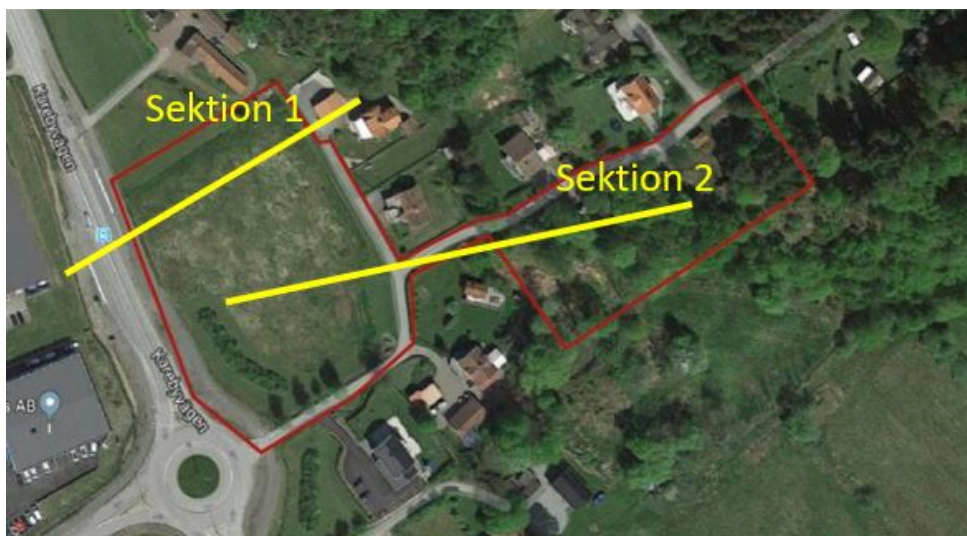
Stabilitetsanalysen är utförd med programmet Slope/W Geostudio 2018.

Krav på säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott är framtagna i enlighet med IEG Rapport 4:2010, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter, vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96 (delar av).

8.1 Beräkningssektioner

För det aktuella undersökningsområdet har stabilitetsförhållanden analyserats i två sektioner, sektion 1 och sektion 2, se Figur 7 nedan.

I beräkningsmodellerna är markytans nivå mellan undersökningspunkternas lägen hämtad från grundkarta med nivåkurvor om 0,5 meters ekvidistans. Grundkartan är tillhandahållen från Kungälv kommun.



Figur 7. Översiktsbild med stabilitetssektion 1 och 2 inritade (Kungälv kommun, 2019)

8.2 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar

En bedömning av områdets gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar har gjorts och resultatet redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar.

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Konsekvenser av skred		Kvicklera på åkern nedanför slänten

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Släntens beständighet	Intakt gräs-, busk- eller trädvegetation. Berg i dagen synligt på flera ställen.	
Jordens egenskaper	Friktionsjord på höglänta partier	Kvicklera på åkern nedanför slänten
Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning.	Tvådimensionell analys (resultat på säkra sidan), Känslighetsanalys utförd på valda parametrar och grundvattenytan	
Fältundersökningens innehåll och omfattning	Vingförsök, ostörd provtagning och CPT-sondering har utförts	
Laboratorieundersökning -ens innehåll och omfattning	Kompressionsförsök i en punkt.	Direkta skjuvförsök och triaxialförsök saknas
Områdets geometri		Markytans nivåer är tagna från grundkarta.
Grundvatten- och portrycksförhållanden		Långtidsobservationer saknas.

8.3 Erforderliga krav för stabilitetsberäkningar

Beräkningarna har utförts med totalsäkerhetsanalys. I enlighet med IEG Rapport 4:2010 för nyexploatering/planläggning detaljerad utredning, ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på $F_c \geq 1,7-1,5$ (odränerad analys) och $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ (kombinerad analys). Vid val av säkerhetsfaktorn har särskild hänsyn tagits åt att leran är högsensitiv. Valda säkerhetsfaktor med hänsyn till Kapitel 7.2 är således:

- > $F_c \geq 1,7$ (odränerad analys)
- > $F_{komb} \geq 1,5$ (kombinerad analys)

8.4 Sammanställning av beräkningsparametrar

8.4.1 Jordmaterialparametrar

Valda beräkningsparametrar redovisas i Tabell 2 nedan. I bilaga 1 redovisas densitet- och skjuvhållfasthetsdiagram för kohesionsjorden i området.

Vid kombinerad analys har lerans friktionsvinkel ansatts till 30° och lerans kohesionsintercept till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten.

Eventuell mulljord antas schaktas bort vid nybyggnation.

Tabell 2 Sammanställning av valda värden.

Jordmaterial	Jordparameter	Härlett värde
Banfyllning (vägmaterial)	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Friktionsvinkel, (ϕ')	20 kN/m ³ 12 kN/m ³ 45 °
Torrskorpelera ca 0-1,5 m u my	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	18 kN/m ³ 8 kN/m ³ 30 kPa
Lera 1 ca 1,5-4 m u my	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 17 kPa
Lera 2 ca 4-12 m u my	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	16 kN/m ³ 6 kN/m ³ 17 + 0,25*z ¹ kPa
Lera 3 ca 12-18 m u my	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	17,5 kN/m ³ 7,5 kN/m ³ 19 + 2*z ¹ kPa
Friktionsjord, från ca 18 m u my	Tunghet, (γ) Effektiv tunghet, (γ') Friktionsvinkel, (ϕ')	18 kN/m ³ 10 kN/m ³ 33°

¹ z betecknar djup från lagrets överkant

8.4.2 Portryck- och grundvatten

I stabilitetsberäkningarna har grundvattenytan på åkermarken antagits vara 0,7 m u my vid nivå +21,4 med artetisk portrycksfördelning mot djupet, där tryckökning antas vara ca 11,1 kPa/m, baserat på mätning i grundvattenrör i punkt CW01.

Inom delområde 2 har portrycksfördelningen antagits vara hydrostatisk med en grundvattenyta på 0,1 m under markytan baserat på mätning i grundvattenrör i punkt CW06.

8.4.3 Laster

Om föreslagna byggnader grundläggs utan några förstärkningsåtgärder, kommer tillkommande ytlast från byggnaderna uppskattningsvis vara ca 10 kPa per våningsplan (exklusive eventuell källare), samt 10 kPa per 0,5 m fyllning för eventuell höjning av markytan.

I stabilitetsberäkningarna har last från en tvåplansbyggnad tillsammans med en halvmeters höjning av markytan förutsatts, vilket ger en ytlast på 30 kPa. Lasten har placerats enligt det mest ogynnsamma fallet ur stabilitetssynpunkt och laster som enligt situationsplan i Figur 2 är placerade på mothållande sida tas bort i stabilitetsberäkningarna.

En känslighetsanalys har utförts för stabilitetsberäkningarna genom att öka portrycket med 1 mvp genom hela profilen. En känslighetsanalys har även gjorts på jordens valda hållfasthetsparametrar där hållfasthetsparametrar har reducerats med 10 %.

8.5 Resultat stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn F_c (odränerad analys) och F_{komb} (kombinerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 3 nedan samt i Bilaga 2.

Tabell 3 Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott.

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,7$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga:sida
Sektion 1, befintlig sektion	1,95	1,95	2:1-2:2
Sektion 1, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa	1,87	1,80	2:3-2:4

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,7$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga:sida
Sektion 1, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa Känslighetsanalys, hållfasthetsparametrar minskade med 10 %	1,70	1,62	2:5-2:6
Sektion 1, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa Känslighetsanalys, portryck ökat med 1.mvp	-	1,76	2:7-2:8
Sektion 2, befintlig sektion	2,46	2,34	2:9-2:10
Sektion 2, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa	1,95	1,81	2:11-2:12
Sektion 2, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa Känslighetsanalys, hållfasthetsparametrar minskade med 10 %	1,75	1,62	2:13-2:14
Sektion 2, utbyggd sektion Ytlast 30 kPa Känslighetsanalys, portryck ökat med 1.mvp	-	1,67	2:15-2:16

8.6 Slutsats stabilitetsanalys

Stabilitetsanalysen för sektion 1 och sektion 2 visar på att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

För utbyggda förhållanden är beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott i odränerad och kombinerad analys tillfredställande för sektion 1 och sektion 2 för en utbredd ytlast om 30 kPa.

Känslighetsanalyser utförda för förhållanden med reducerade hållfasthetsparametrar och ökad portrycksfördelning visar att stabiliteten för utbyggda förhållanden med en ytlast om 30 kPa är tillfredställande enligt gällande krav och normer i sektion 1 och sektion 2.

9 Sättningsanalys

9.1 Delområde 1

Lerans deformationsegenskaper har utvärderats utifrån CRS-försök samt CPT-sondering, se bilagt spänningsdiagram. Leran bedöms vara normal till överkonsoliderad med en överkonsolideringsgrad (OCR) som varierar mellan ca 1,4 och 2,8 från utförda CRS-försök.

Normal till överkonsoliderad lera klarar viss belastning innan dess att sättningar uppstår. Den varierande lermäktigheten inom området kan ge upphov till differenssättningar under planerad byggnation. För planerad byggnation om tvåplansbyggnader kan tillskottslasten medföra risk för krypsättningar i leran, vilket kan leda till ännu större differenssättningar.

9.2 Delområde 2

Jordlagerföljden inom delområde 2 utgörs i huvudsak av friktionsjord med ringa jorddjup. Den organiska jorden i form av mulljord är sättningsbenägen och förutsätts schaktas bort i samband med grundläggning av byggnaderna. Sättningarnas storlek för planerad byggnation förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

10 Radon

10.1 Förutsättningar

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildas vid radioaktivt sönderfall av radium, vilket i sin tur är en sönderfallsprodukt av uran. Radon från marken (berg och jord) är den vanligaste källan till förhöjda radonhalter i inomhusmiljöer. Radon sprids lätt och har en halveringstid på cirka fyra dagar.

I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran och torium samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. Alla byggnadsmaterial som innehåller bergråvaror från krossat berg eller från mineraljord (främst grus och sand) innehåller också en viss mängd naturligt radioaktiva ämnen. Eftersom byggnadsmaterial som innehåller bergmaterial naturligt avger joniserande strålning, gammastrålning, finns gränsvärden för hur mycket gammastrålning en ny bostad får avge och vilken radonhalt som inomhusluften får ha (BFS 2011:6).

Byggnader har i allmänhet ett svagt undertryck mot jordluften och är benägna att dra in markradon. Genom att känna till markförhållanden och fyllnadsmassor kan hälsorisker med radon begränsas genom att anpassa byggnadstekniken och därmed förhindra inläckage av markradon.

I nybyggda utrymmen där personer kommer vistas mer än tillfälligt får radonhalten inte överstiga 200 Bq/m³. Denna halt är även ett riktvärde för radonhalten i skolor och allmänna lokaler. Boverkets författningssamling BFS 2006:12 säger även att gammastrålningsdosen i bostäder där människor vistas mer än tillfälligt inte får överskrida 0,3 µSv/h.

10.2 Mätresultat

Mätning utfördes av COWI AB 2019-10-17 med en gammasppektrometer av typ Gamma Surveyor Vario (GSV) för mätning av stråldos och halt av uran, torium och kalium. Den använda gammasppektrometern har jämförts mot en Radiation Solutions RS230 med likvärdiga resultat. Mätresultatet framgår av Tabell 4. Marken var generellt fuktigt vid mättillfället. Ungefärlig lokalisering av mätpunkter redovisas i Figur 8.

Tabell 4 Resultatet av gammastrålningsmätning samt beräknad AI och radiumhalt

Mätning Nr.	Markslag	Dosrat [µSv/h]	K [%]	U [ppm]	Th [ppm]	AI *	Radiumhalt [Bq/kg]
1	Berghäll	0,023	1,41	1,8	1,8	0,26	22
2	Berghäll	0,033	1,97	1,4	5,4	0,37	17
3	Berghäll	0,024	1,45	0,8	4,5	0,28	10
4	Berghäll	0,030	1,30	1,9	6,4	0,34	23
5	Berghäll	0,025	1,45	0,7	5,1	0,28	9

* = Aktivitetsindex

Resultatet för gammastrålningsmätningen jämförs mot riktvärden för radiumhalt i berggrund i Tabell 5.

Tabell 5 Riktvärden för gammastrålning och radon ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar", BRF T20:1989)

Gammastrålning/ dosrat (µSv/h)	Radiumhalt/ halt radium-226 (Bq/m ³)	Risk-klassificering	Byggnadskonstruktion
<0,08 à 0,12 (berg)	<60 (berg)	Lågradonmark	Ingen åtgärd
0,08 à 0,12 – 0,20 à 0,30 (berg)	60–200 (berg) 25–125	Normal-radonmark	Byggnadskonstruktion Ska vara radonskyddande
>0,20 à 0,30 (berg)	>200 (berg)	Högradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonsäker

Tabell 5 och Tabell 4 visar tillsammans att berggrunden inom planområdet kan klassas som lågradonmark.



Figur 8. Mätpunkter från gammastrålningsmätning i plan.

10.3 Slutsats radon

Berggrunden i planområdet kan övergripande klassas om lågradonmark. Dock rekommenderas att uppförandet av planerade byggnader utförs radonskyddande ('Radonboken' - Clavensjö & Åkerblom, 2004), i enlighet med riktlinjer för normalradonmark.

11 Slutsatser och rekommendationer

11.1 Stabilitet

11.1.1 Delområde 1

Totalstabiliteten för befintliga förhållanden och planerad byggnation med tvåplansbyggnader bedöms som tillfredställande och uppfyller rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010.

Stabilitetsanalysen visar att för en utbredd last om 30 kN/m², då lasten är placerad minst gynnsamt ur stabilitetssynpunkt, bedöms stabilitetsförhållandena som tillfredställande och uppfyller gällande krav.

Innan uppfyllnad sker ska all organisk jord schaktas bort och ersättas med friktionsjord eller packad sprängsten.

Vid lokala schakter och uppfyllnader ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

11.1.2 Delområde 2

Jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg medför att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande inom delområde 2 vid byggnation av tvåplansbyggnader.

Innan uppfyllnad sker ska all organisk jord schaktas bort och ersättas med friktionsjord eller packad sprängsten.

Vid lokala schakter och uppfyllnader ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

11.2 Sättningar

11.2.1 Delområde 1

För planerad byggnation om tvåplansbyggnader finns risk för differenssättningar och grundläggning av husen rekommenderas antingen genom pålgrundläggning eller kompensationsgrundläggning.

11.2.2 Delområde 2

Den organiska jorden i form av mulljord är sättningsbenägen och förutsätts schaktas bort i samband med grundläggning av byggnaderna. Sättningarnas storlek för planerad byggnation om tvåplansbyggnader förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

11.3 Radon

Berggrunden i planområdet kan övergripande klassas om lågradonmark. Dock rekommenderas att uppförandet av planerade byggnader utförs radonskyddande ('Radonboken' - Clavensjö & Åkerblom, 2004), i enlighet med riktlinjer för normalradonmark.

Det rekommenderas även att tillfört material, som t.ex. fyllnadsmassor, bör ha liknande eller bättre strålningsegenskaper än berggrunden, alltså att de innehåller antingen låg- eller normalradonklassning. Gällande utifrån tillfört material, så bör aktivitetsindex och radiumhalt deklarerats av leverantör, alternativt fastställas baserat på mätning med gammaskpektrometer.

11.4 Grundläggning

11.4.1 Delområde 1

Inom delområde 1 bedöms planerad byggnation grundläggas på pålar eller genom kompensationsgrundläggning.

Innan grundläggning sker ska det säkerställas att all organisk jord har schaktats bort samt att grundläggning av byggnader och ledningar sker på frostfritt djup.

11.4.2 Delområde 2

Inom delområde 2 bedöms grundläggning kunna utföras med platta på mark. Inför grundläggning rekommenderas att bergytan schaktas fram och att grundläggning sker på packad sprängstensfyllning.

Innan grundläggning sker ska det säkerställas att all organisk jord har schaktats bort samt att grundläggning av byggnader och ledningar sker på frostfritt djup.

BILAGA 1

DIAGRAM DENSITET

Projekt: ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV

Uppdragsnummer: A129194

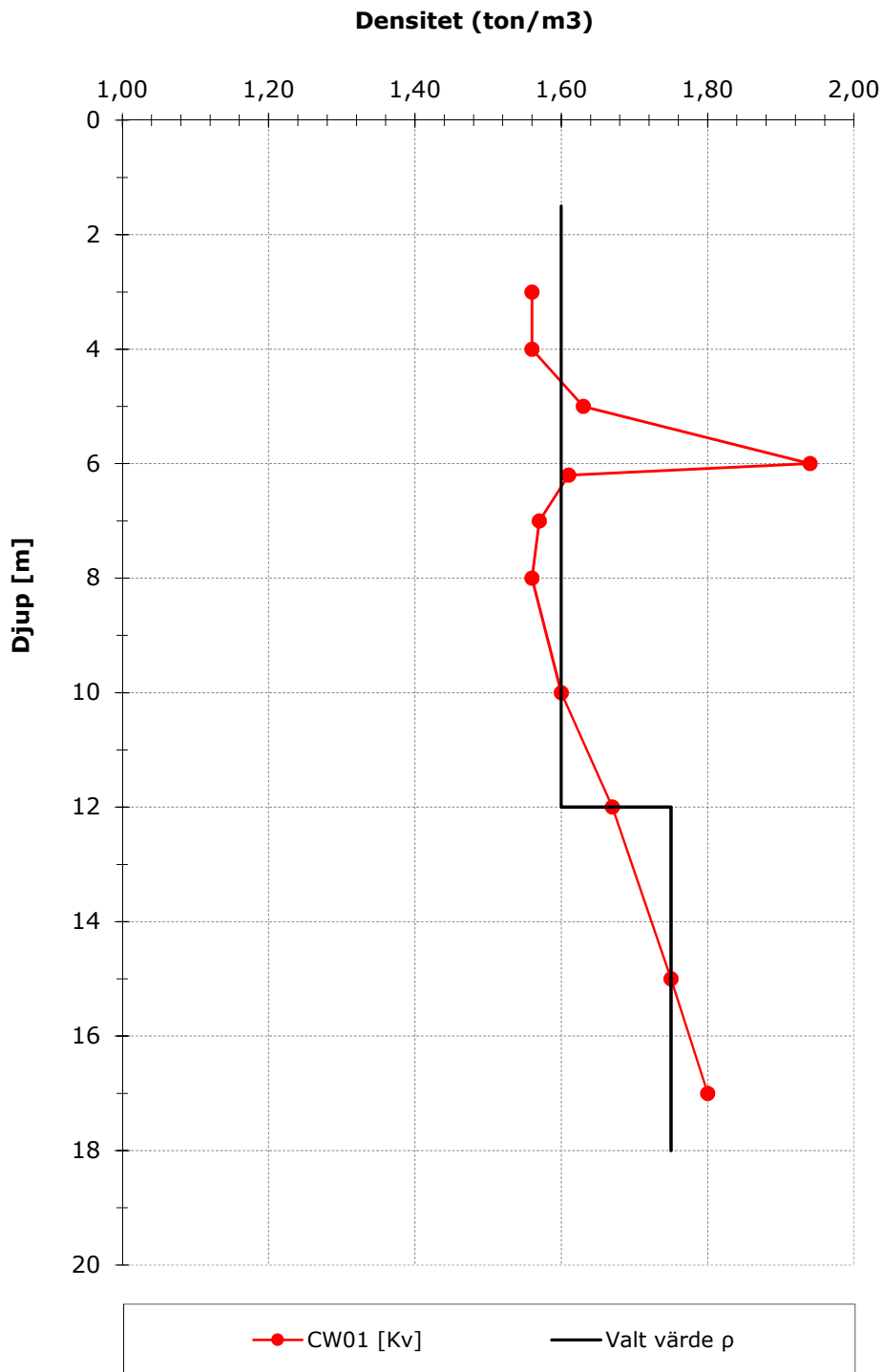
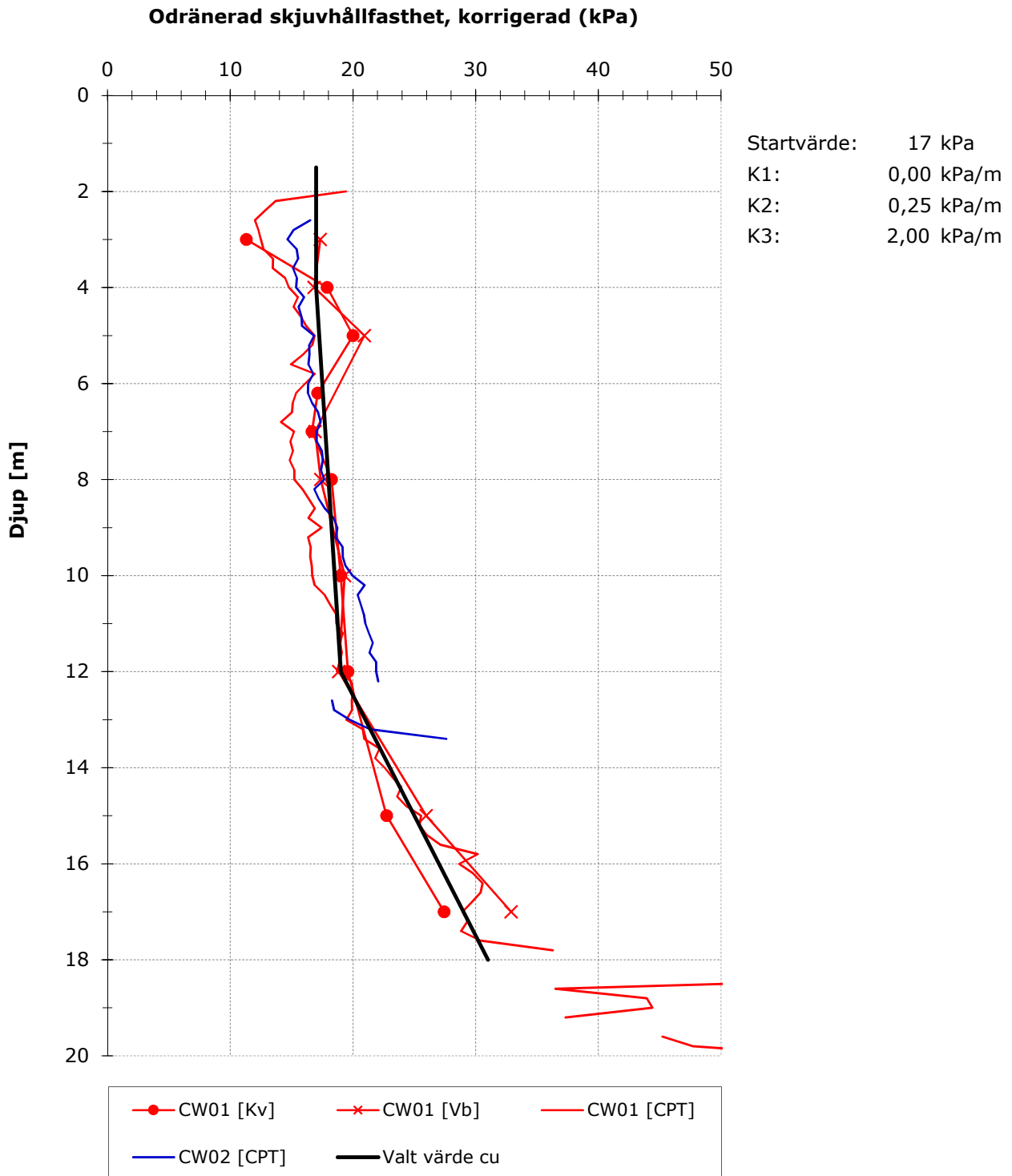


DIAGRAM SKJUVHÅLLFASTHET

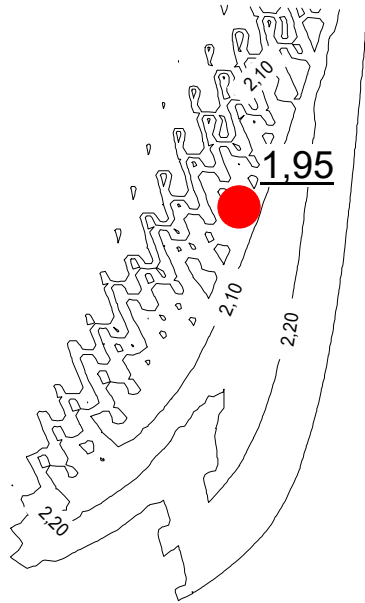
Projekt: ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV

Uppdragsnummer: A129194

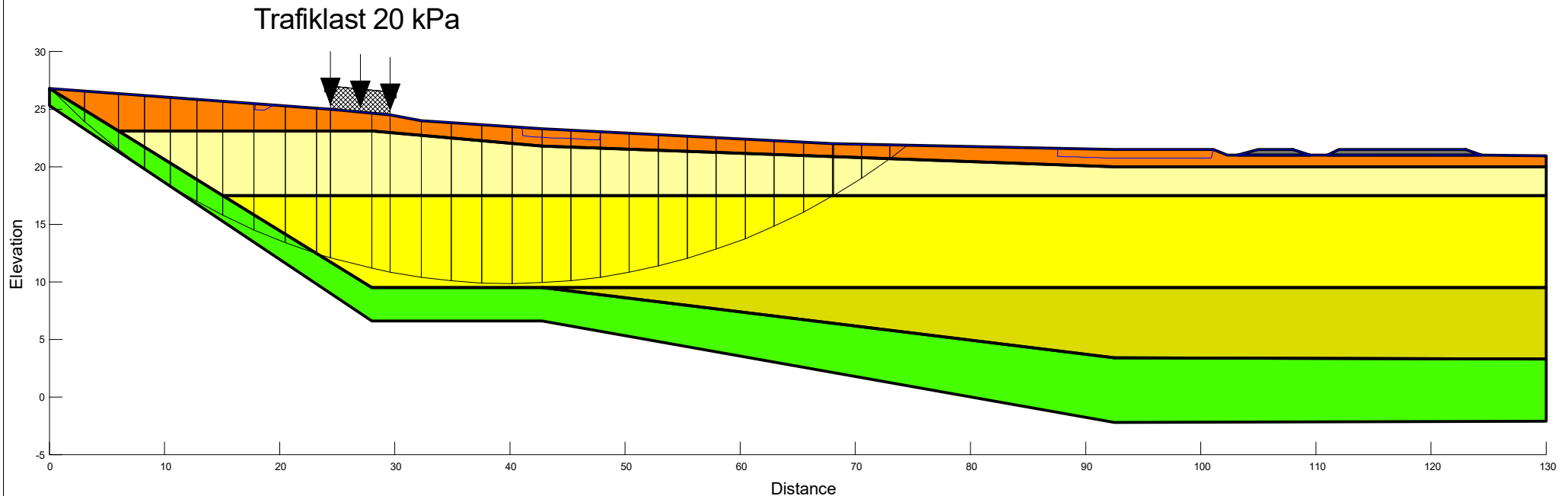


BILAGA 2

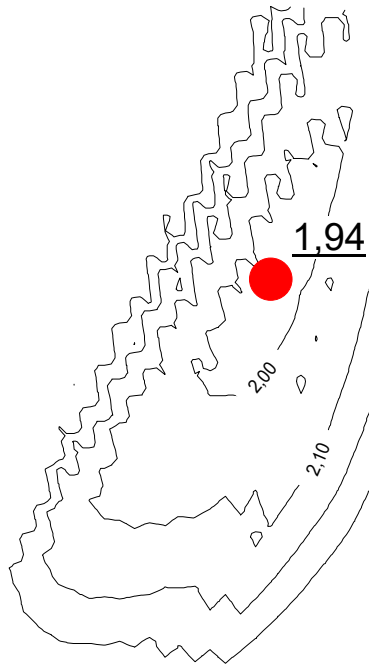
Beskrivning:
Sektion 1
Befintlig sektion
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys



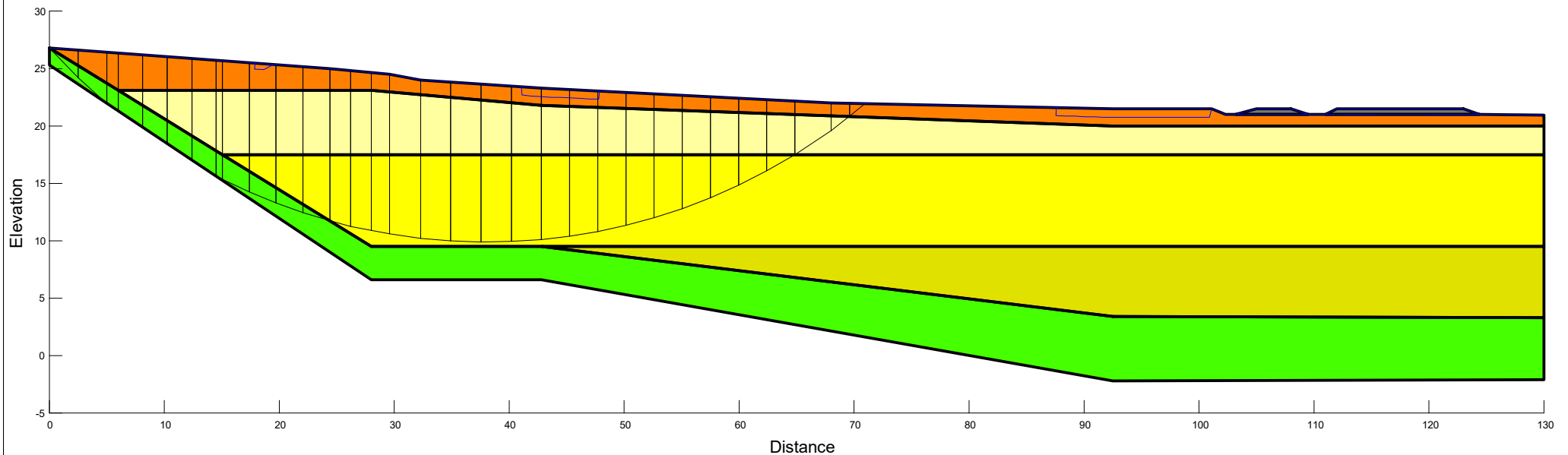
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Bankfyllning	Mohr-Coulomb	22						0	45	0	20
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20						0	33	0	18
Light Yellow	Lera 1 Odrän	Undrained (Phi=0)	16					17				
Yellow	Lera 2 Odrän	S=f(datum)	16	17	0,25	0	17,5					
Dark Yellow	Lera 3 Odrän	S=f(datum)	17,5	19	2	0	9,5					
Orange	Torrskorpelera Odrän	Undrained (Phi=0)	18					30				



Beskrivning:
Sektion 1
Befintlig sektion
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

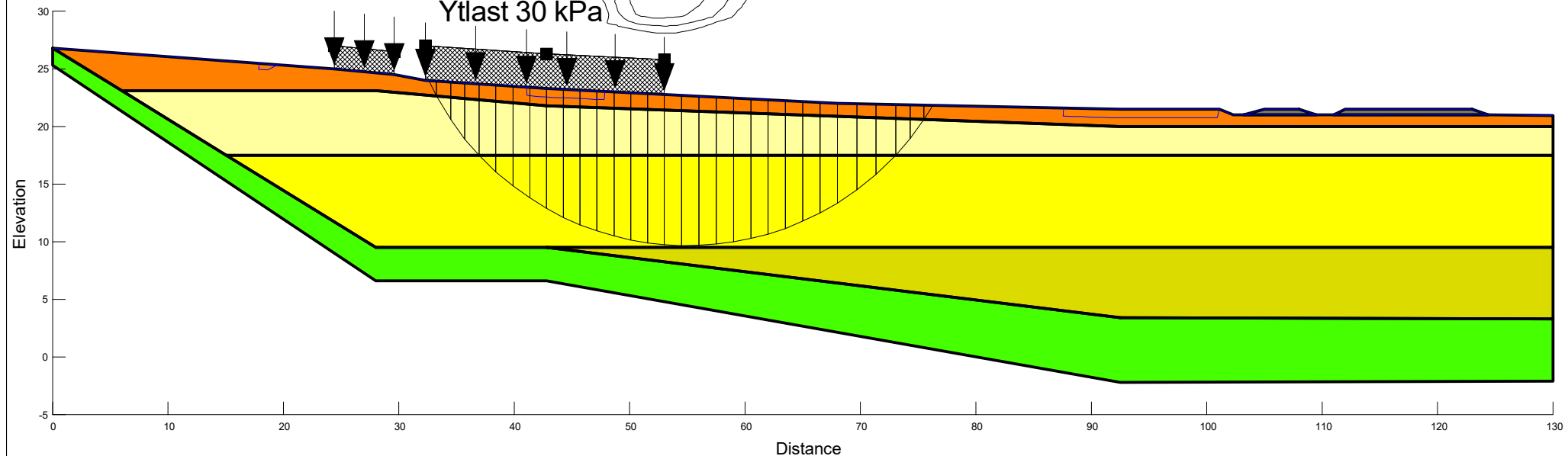


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Bankfyllning	Mohr-Coulomb	22	0	45									0	20
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



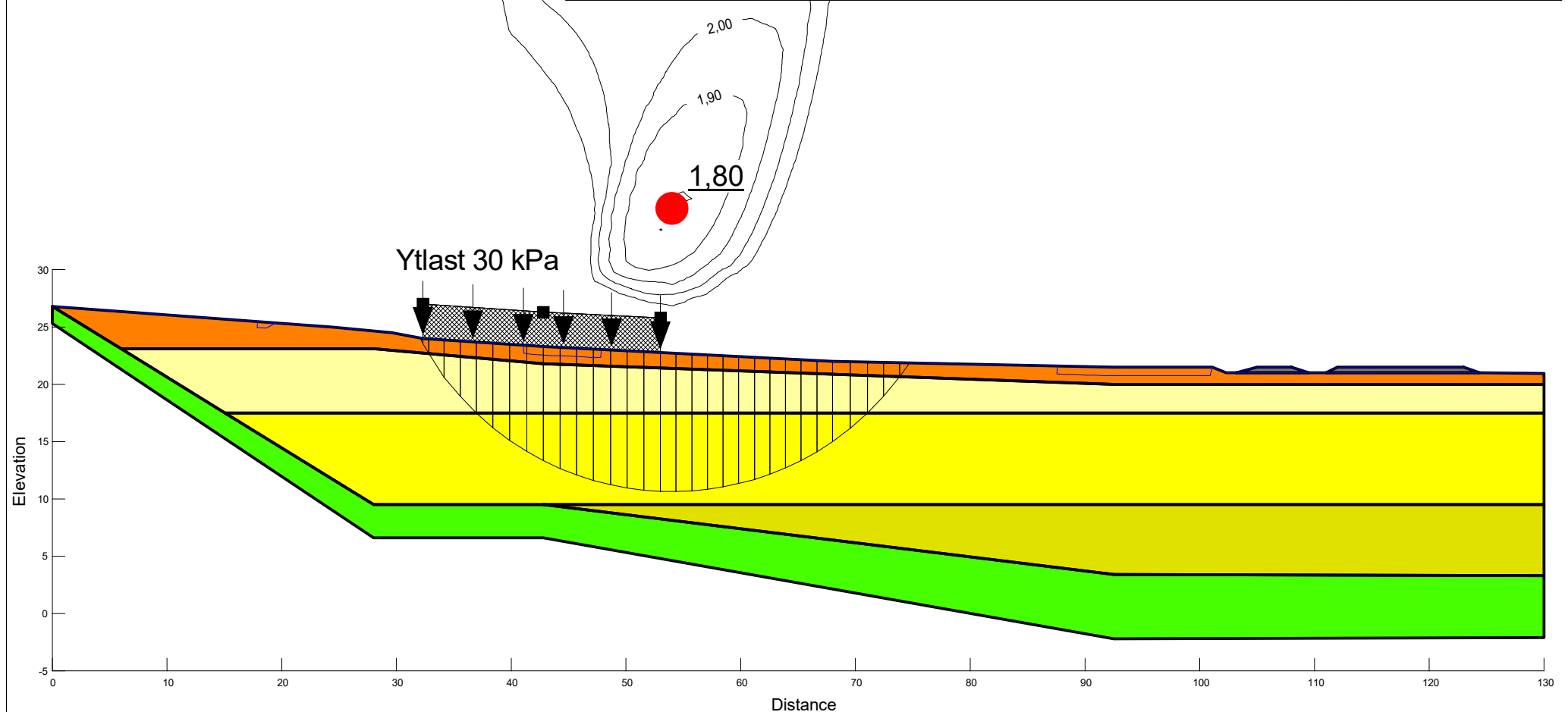
Beskrivning:
Sektion 1
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Bankfyllning	Mohr-Coulomb	22						0	45	0	20
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20						0	33	0	18
Light Yellow	Lera 1 Odrän	Undrained (Phi=0)	16					17				
Yellow	Lera 2 Odrän	S=f(datum)	16	17	0,25	0	17,5					
Dark Yellow	Lera 3 Odrän	S=f(datum)	17,5	19	2	0	9,5					
Orange	Torrskorpelera Odrän	Undrained (Phi=0)	18					30				



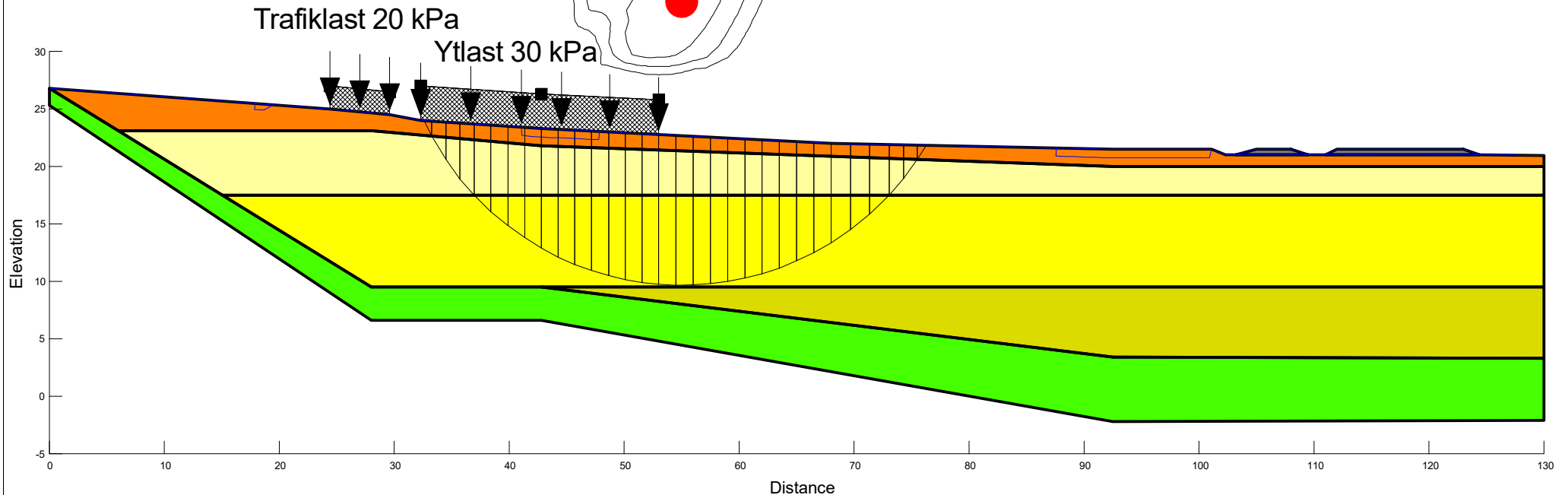
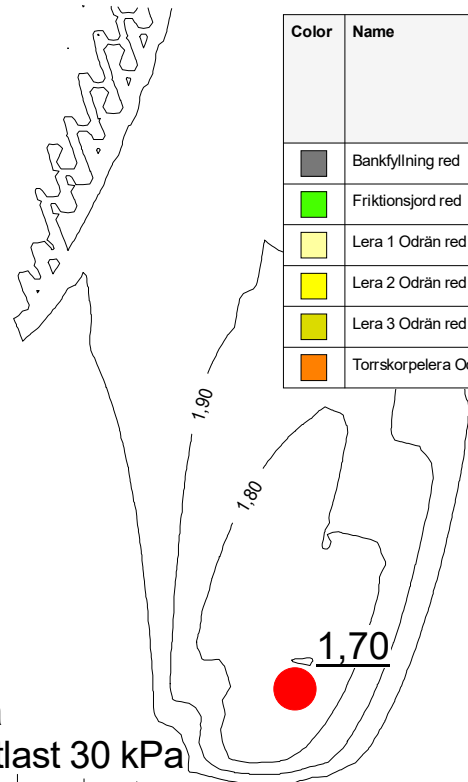
Beskrivning:
Sektion 1
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Bankfyllning	Mohr-Coulomb	22	0	45									0	20
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



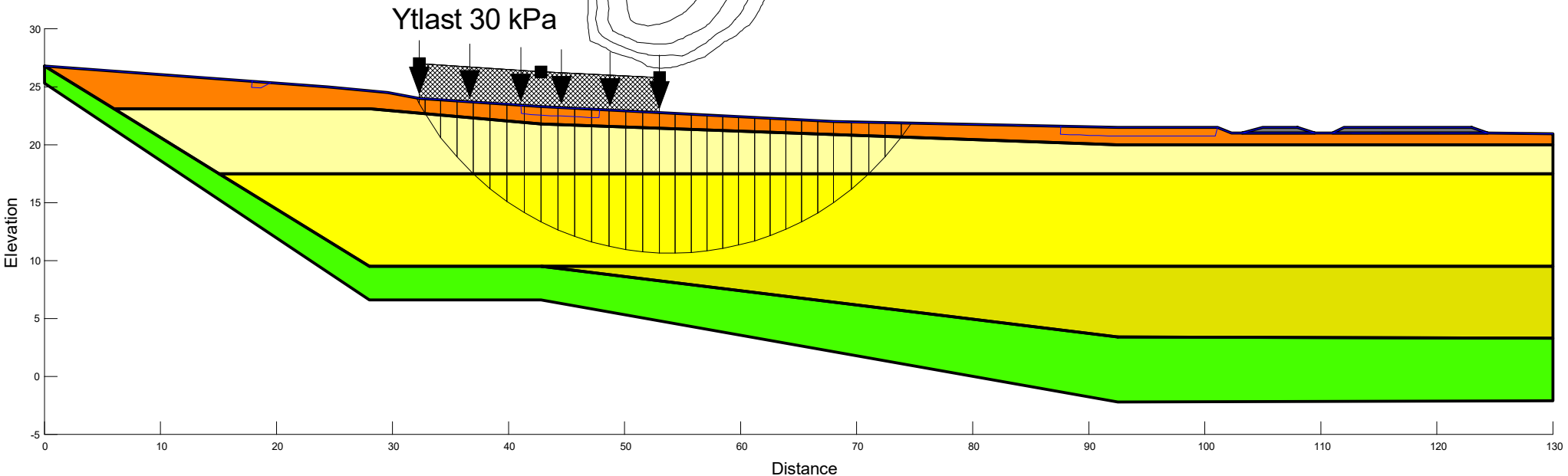
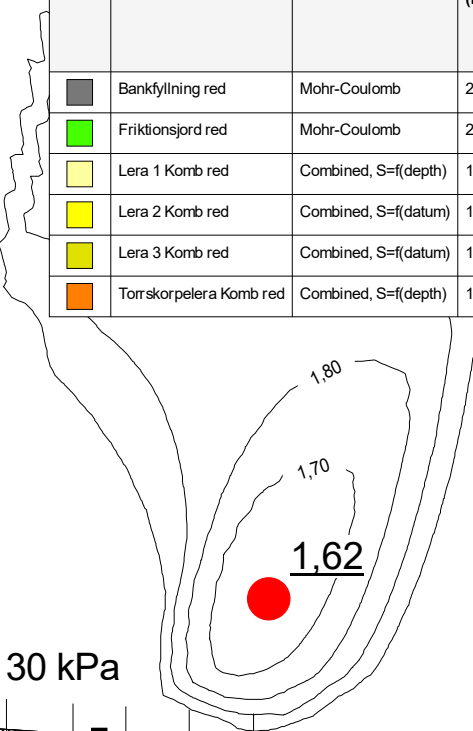
Beskrivning:
Sektion 1
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Känslighetsanalys
Hållfasthetsparametrar
reducerade med 10 %
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
■	Bankfyllning red	Mohr-Coulomb	22					0		40,5	0	20
■	Friktionsjord red	Mohr-Coulomb	20					0		29,7	0	18
■	Lera 1 Odrän red	Undrained (Phi=0)	16					15,3				
■	Lera 2 Odrän red	S=f(datum)	16	15,3	0,25	0	17,5					
■	Lera 3 Odrän red	S=f(datum)	17,5	17,1	2	0	9,5					
■	Torrskorpelera Odrän red	Undrained (Phi=0)	18					27				



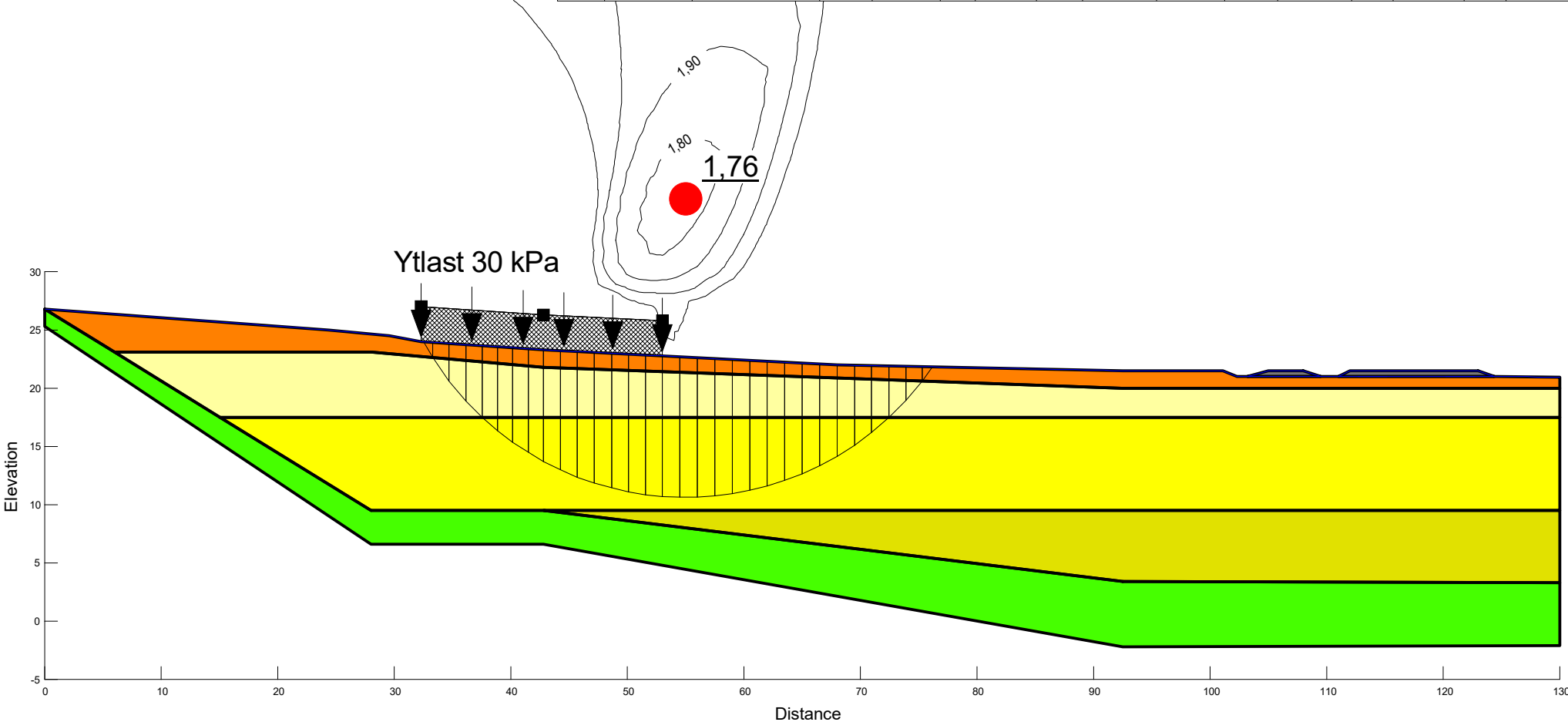
Beskrivning:
 Sektion 1
 Utbyggd sektion
 Ytlast 30 kPa
 Känslighetsanalys
 Hållfasthetsparametrar
 reducerade med 10 %
 Kombinerad analys
 Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Bankfyllning red	Mohr-Coulomb	22	0	40,5									0	20
Green	Friktionsjord red	Mohr-Coulomb	20	0	29,7									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb red	Combined, S=f(depth)	16		27		1,53	0		15,3	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb red	Combined, S=f(datum)	16		27	1,53		0,025	15,3		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb red	Combined, S=f(datum)	17,5		27	1,71		0,2	17,1		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb red	Combined, S=f(depth)	18		27		2,7	0		27	0	0,1			

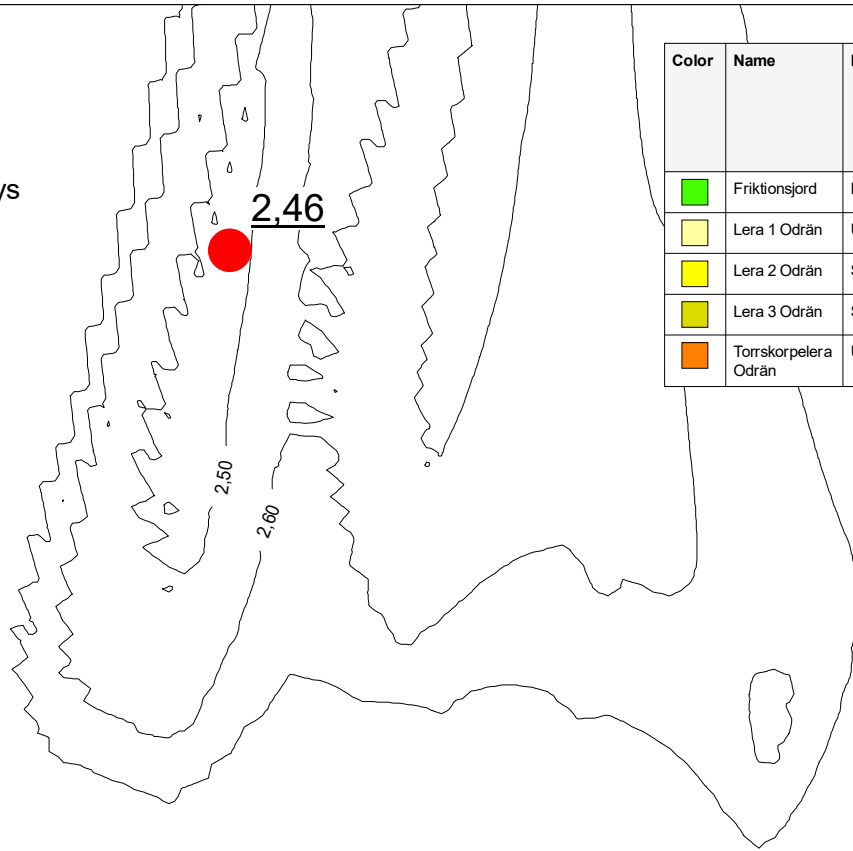


Beskrivning:
 Sektion 1
 Utbyggd sektion
 Ytlast 30 kPa
 Känslighetsanalys
 portryck ökat med 1 mvp
 Kombinerad analys
 Totalsäkerhetsanalys

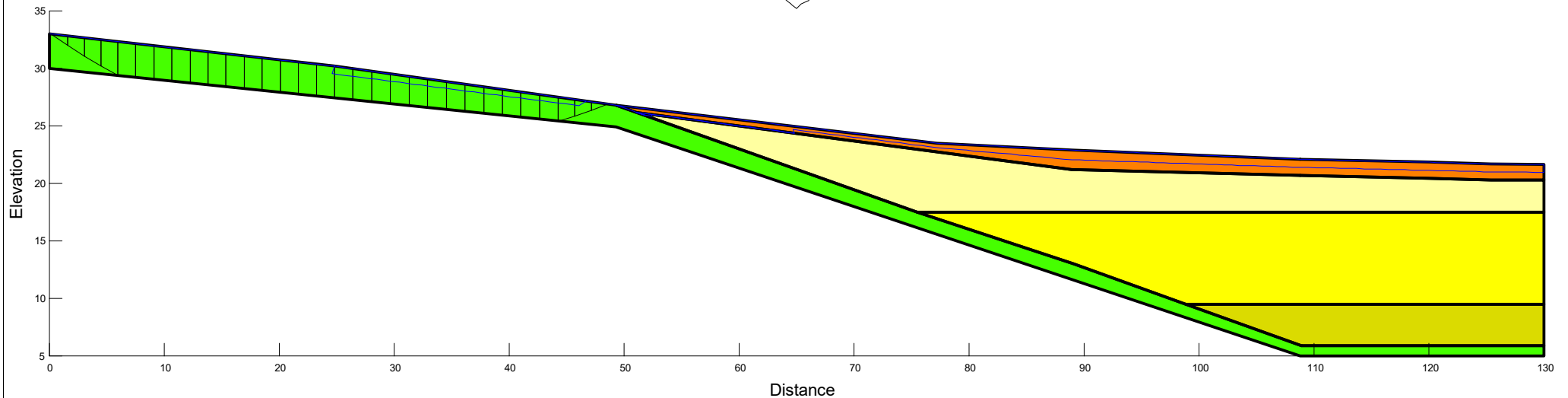
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Bankfyllning	Mohr-Coulomb	22	0	45									0	20
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



Beskrivning:
Sektion 2
Befintlig sektion
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys

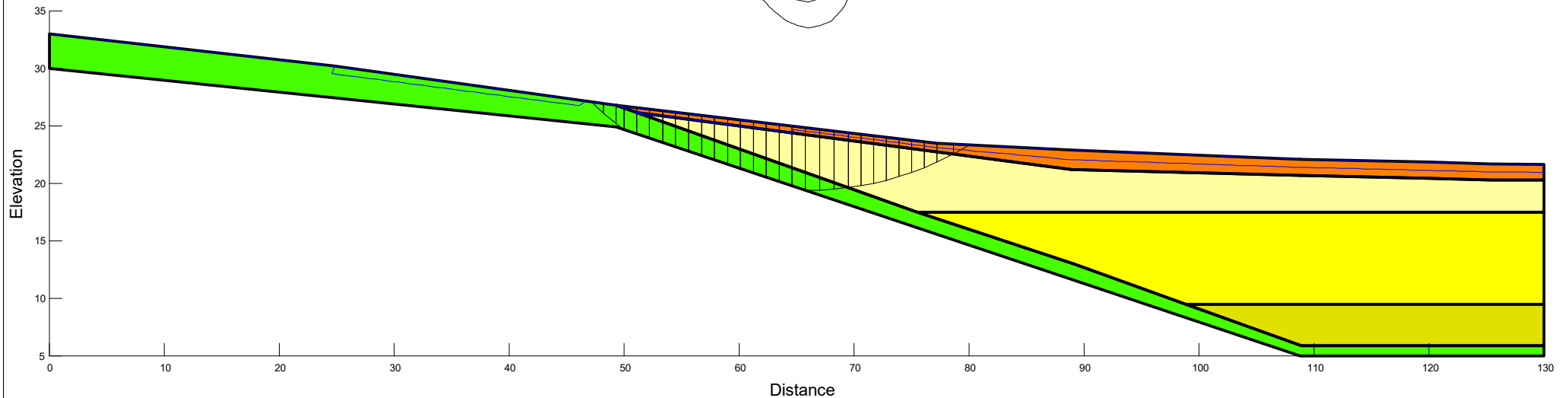
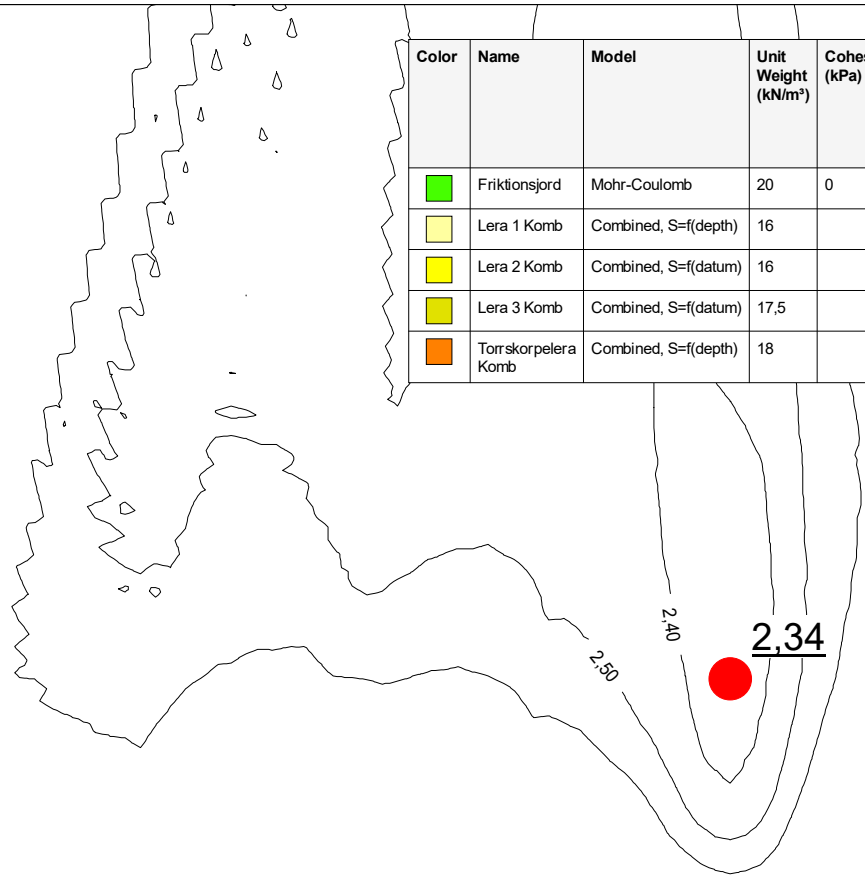


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20						0	33	0	18
Light Yellow	Lera 1 Odrän	Undrained (Phi=0)	16					17				
Yellow	Lera 2 Odrän	S=f(datum)	16	17	0,25	0	17,5					
Light Green	Lera 3 Odrän	S=f(datum)	17,5	19	2	0	9,5					
Orange	Torrskorpelera Odrän	Undrained (Phi=0)	18					30				



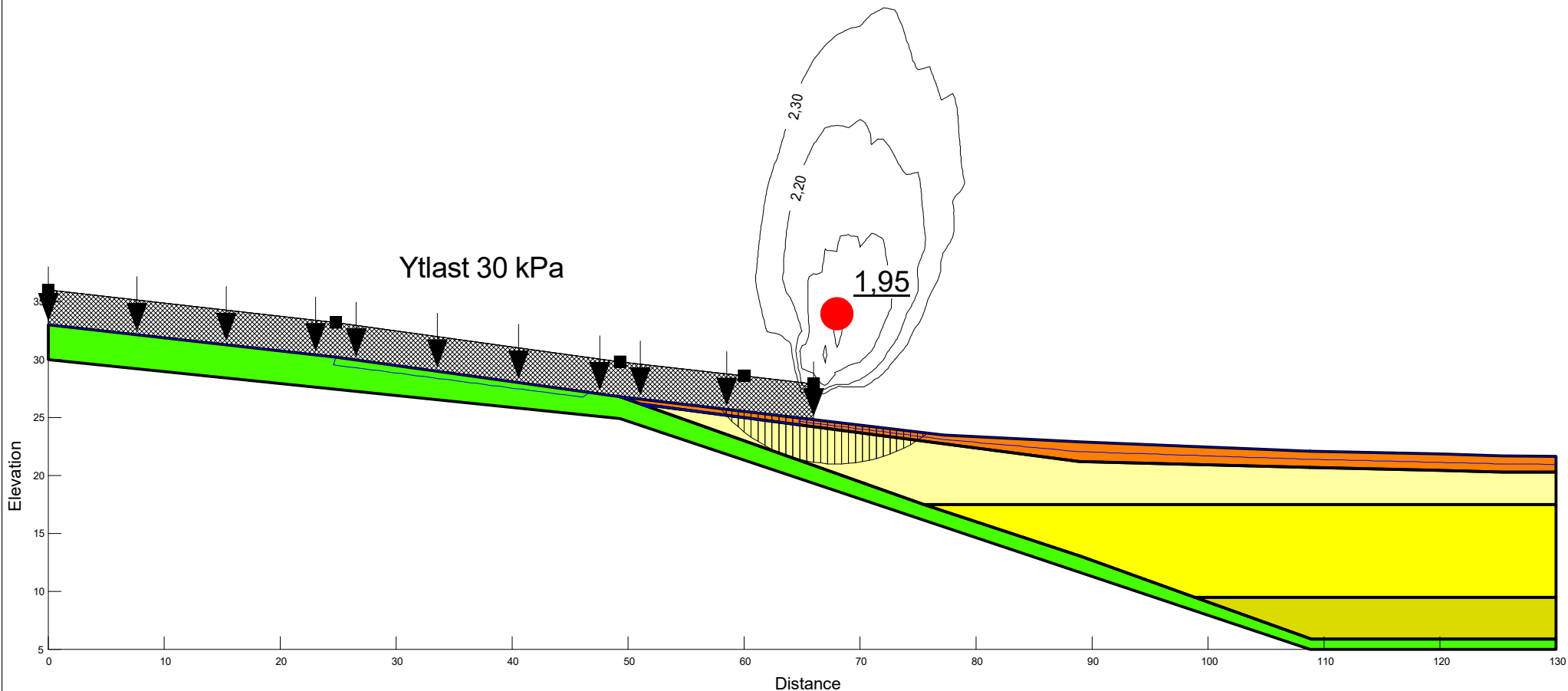
Beskrivning:
Sektion 2
Befintlig sektion
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



Beskrivning:
Sektion 2
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20						0	33	0	18
Light Yellow	Lera 1 Odrän	Undrained (Phi=0)	16					17				
Yellow	Lera 2 Odrän	S=f(datum)	16	17	0,25	0	17,5					
Light Green	Lera 3 Odrän	S=f(datum)	17,5	19	2	0	9,5					
Orange	Torrskorpelera Odrän	Undrained (Phi=0)	18					30				



Projekt:
Arntorp 1:4 m.fl., Kungälv

Projektnummer:
A129194

Skala:
1:500

Metod:
Morgenstern-Price

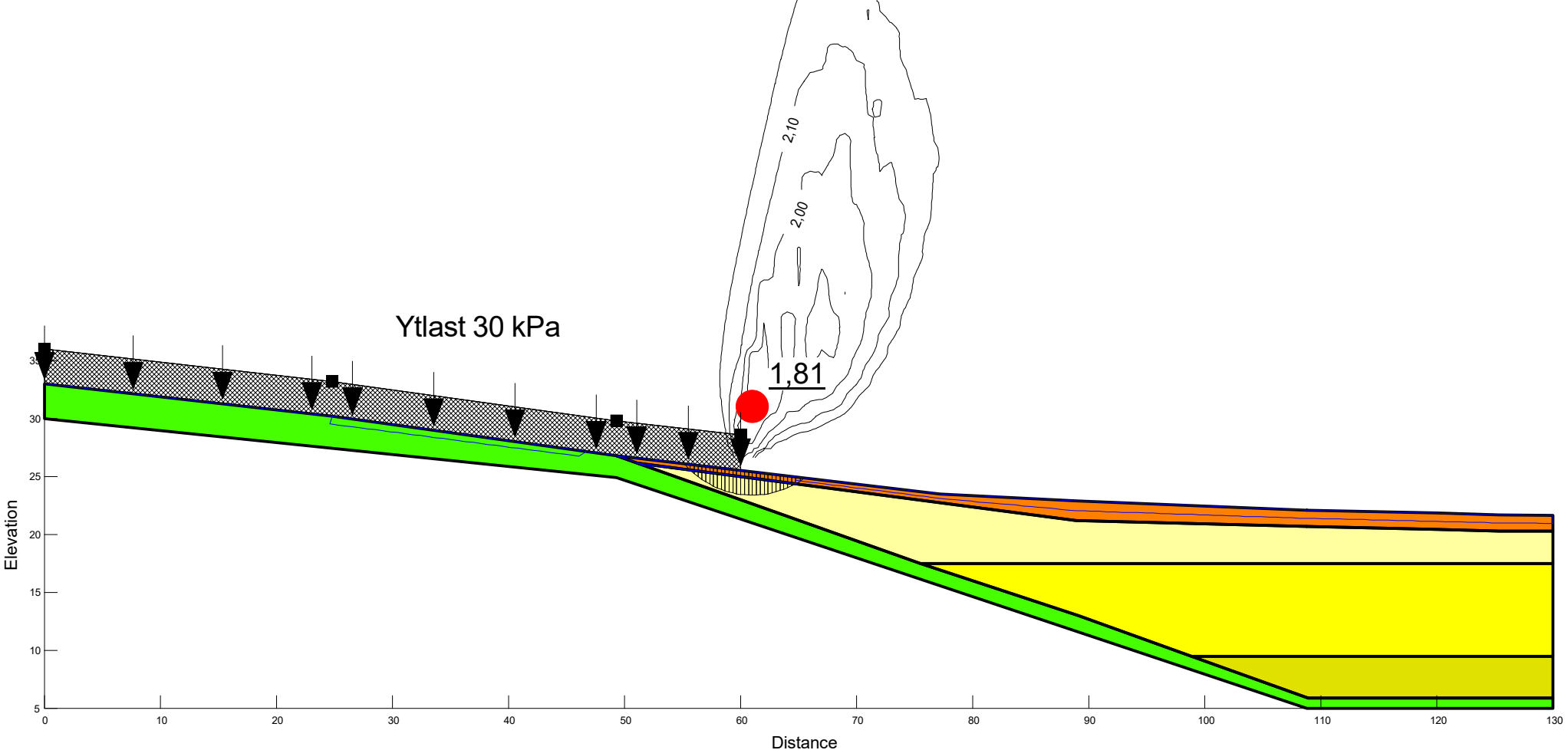
Datum:
2019-11-19

Utförd av:
Emma Jägryd

Filnamn:
Sektion_2.gsz

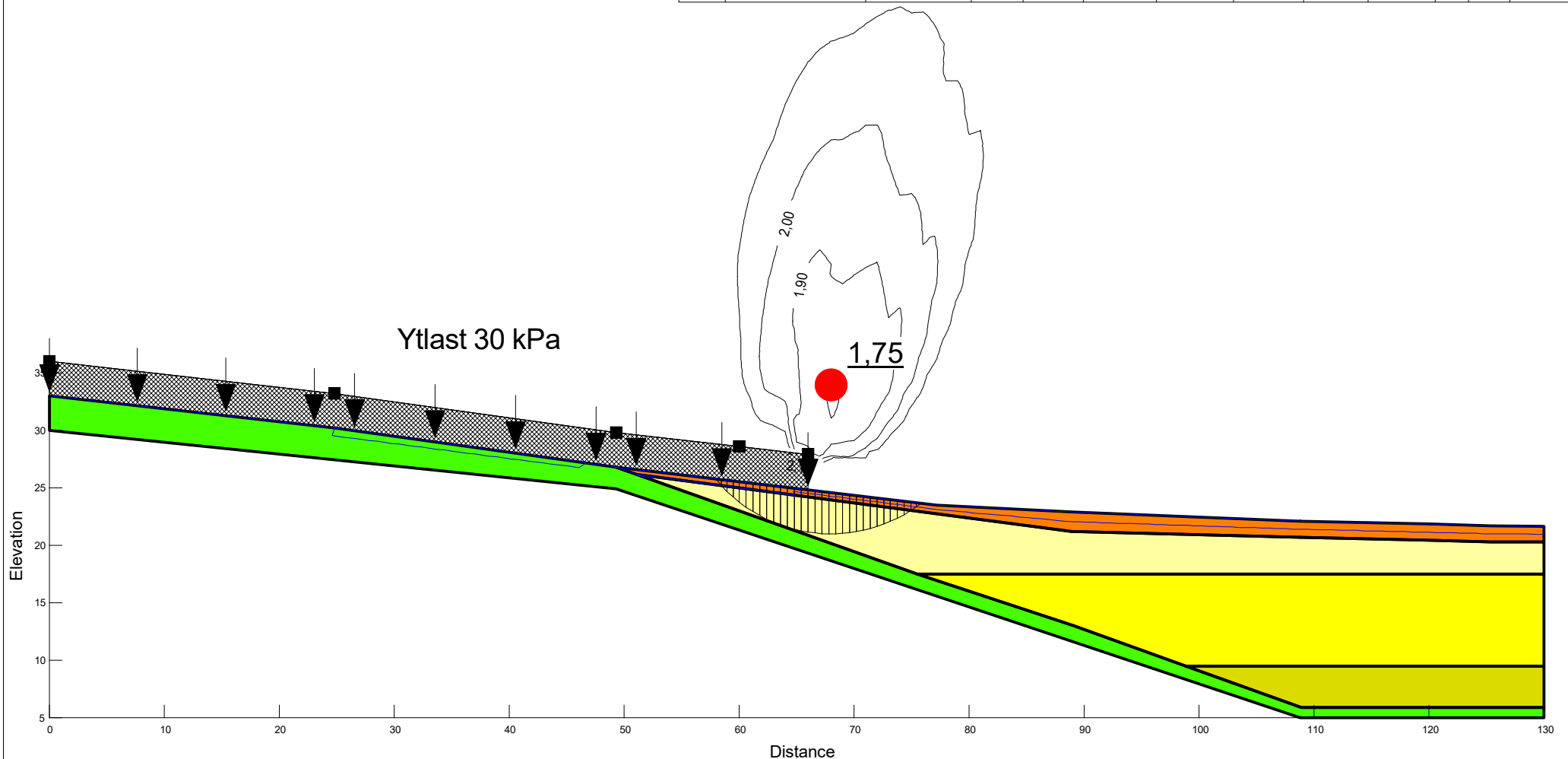
Beskrivning:
Sektion 2
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



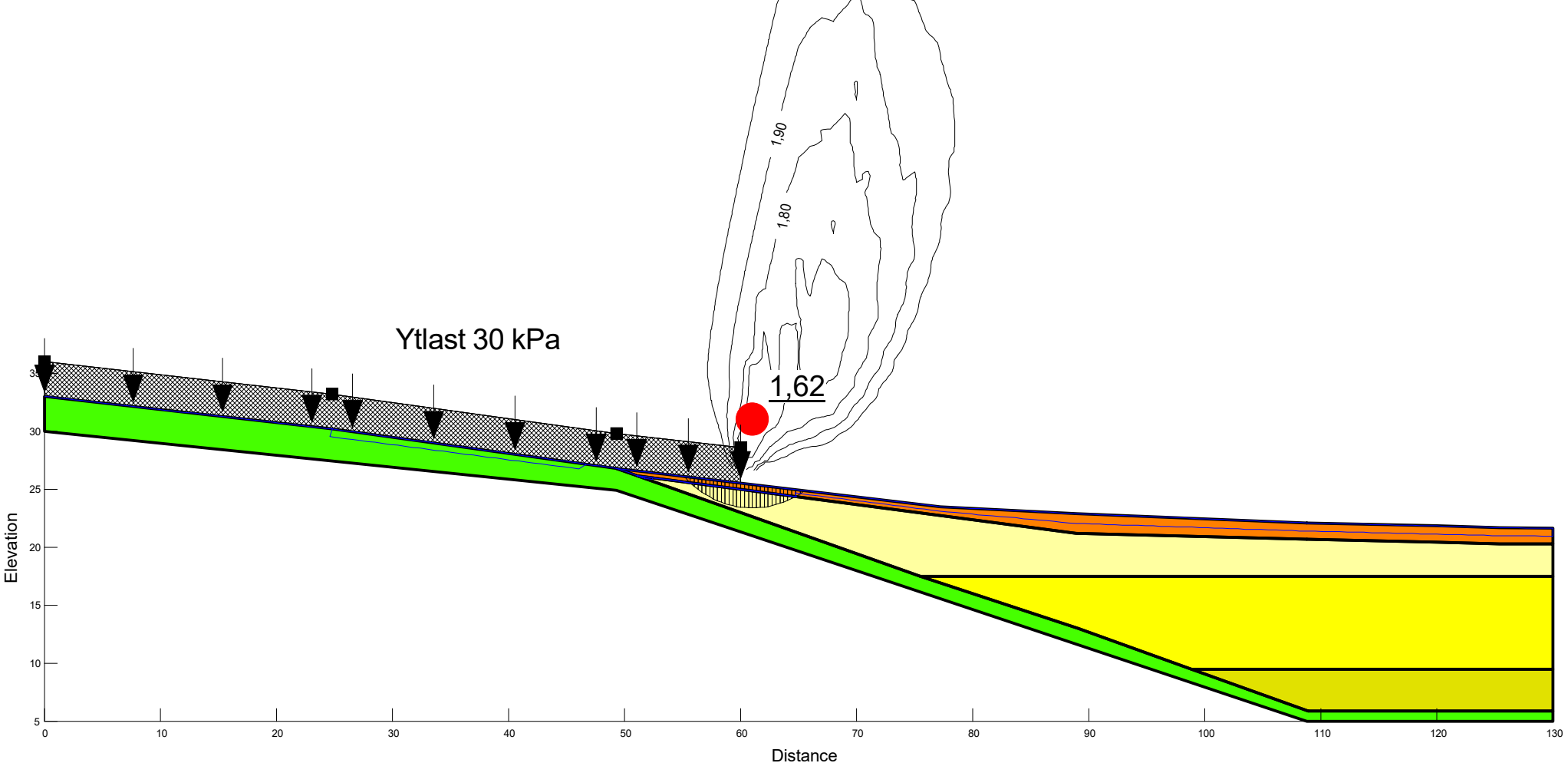
Beskrivning:
Sektion 2
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Känslighetsanalys
Hållfasthetsparametrar
reducerade med 10 %
Odränerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
■	Friktionsjord red	Mohr-Coulomb	20						0	29,7	0	18
■	Lera 1 Odrän red	Undrained (Phi=0)	16					15,3				
■	Lera 2 Odrän red	S=f(datum)	16	15,3	0,25	0	17,5					
■	Lera 3 Odrän red	S=f(datum)	17,5	17,1	2	0	9,5					
■	Torrskorpelera Odrän red	Undrained (Phi=0)	18					27				



Beskrivning:
Sektion 2
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Känslighetsanalys
Hållfasthetsparametrar
reducerade med 10 %
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

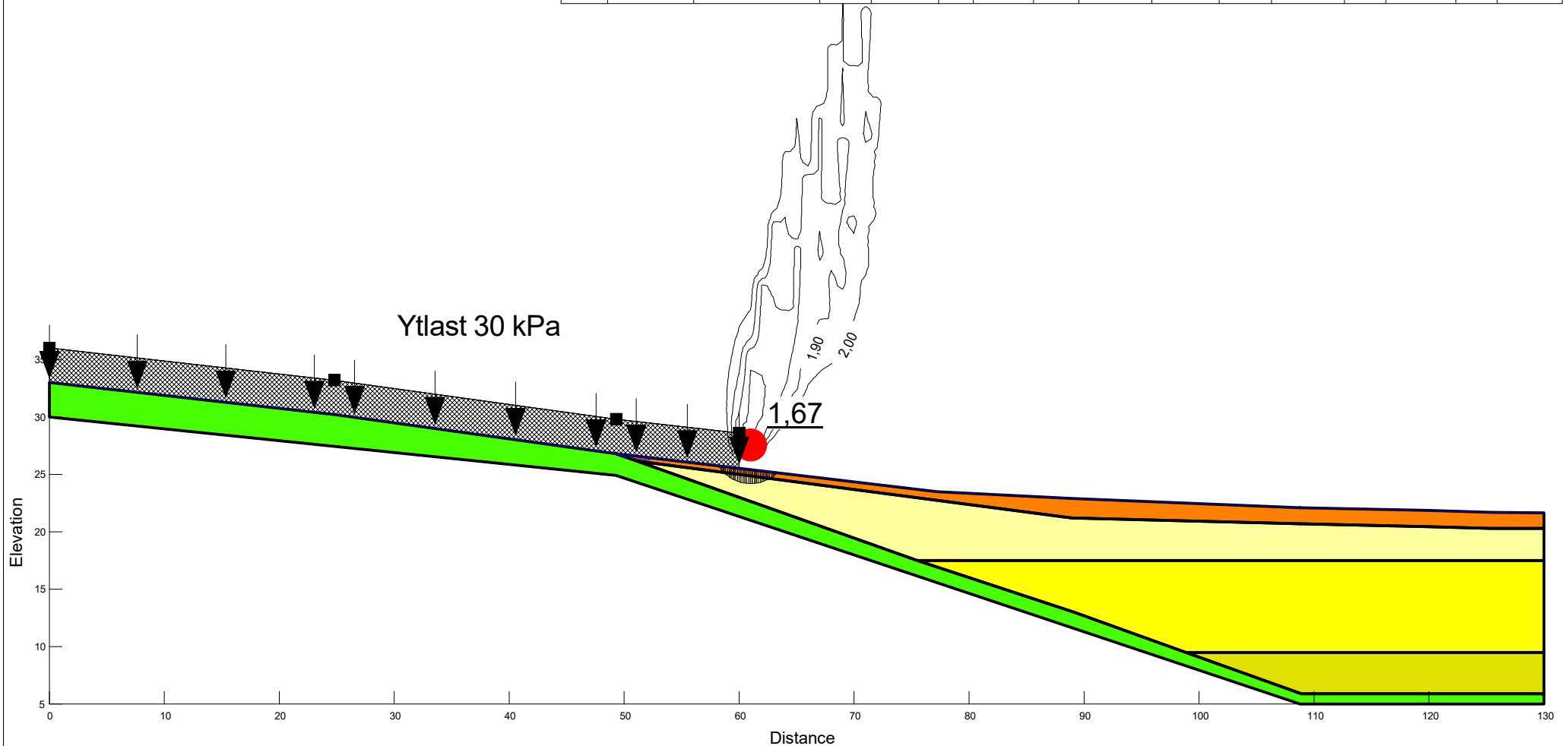
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Green	Friktionsjord red	Mohr-Coulomb	20	0	29,7									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb red	Combined, S=f(depth)	16		27		1,53	0		15,3	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb red	Combined, S=f(datum)	16		27	1,53		0,025	15,3		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb red	Combined, S=f(datum)	17,5		27	1,71		0,2	17,1		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb red	Combined, S=f(depth)	18		27		2,7	0		27	0	0,1			



Directory: \\cowi.net\projects\A129194\DATA\G\Beräkningar\Stabilitet\

Beskrivning:
Sektion 2
Utbyggd sektion
Ytlast 30 kPa
Känslighetsanalys
portryck ökat med 1 mvp
Kombinerad analys
Totalsäkerhetsanalys

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	33									0	18
Light Yellow	Lera 1 Komb	Combined, S=f(depth)	16		30		1,7	0		17	0	0,1			
Yellow	Lera 2 Komb	Combined, S=f(datum)	16		30	1,7		0,025	17		0,25	0,1	17,5		
Light Green	Lera 3 Komb	Combined, S=f(datum)	17,5		30	1,9		0,2	19		2	0,1	9,5		
Orange	Torrskorpelera Komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0,1			



BILAGA 3

SPÄNNINGSDIAGRAM

Projekt: ARNTORP 1:4 m.fl., KUNGÄLV

Uppdragsnummer: A129194

