

Geotekniskt PM

Underlag till detaljplanehandling för Rörstorp 6:31



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
A	2024-07-03	Uppdaterade stabilitets- och sättningsberäkningar efter kompletterande geotekniska undersökningar. Även rekommendationerna uppdateras.	Ann-Louise Elliot	Nicklas Eriksson

Sweco Sverige AB

Uppdrag

Uppdragsnummer

Kund

Upprättad av

Datum

Handläggare

Teknikgranskare

Dokumentreferens

556767-9849

Rörstorp 6:31

30059869

Värnamo kommun

Elisabeth Nejdmo

2023-11-30, Rev A 2024-07-03

Luke Chapman

Ann-Louise Elliot

PM_Rörstorp_RevA

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1 Syfte	7
1.1 Geografiska avgränsningar	7
2 Objekt	8
3 Underlag för utredning	11
4 Befintliga förhållanden	12
5 Geoteknisk kategori	17
6 Styrande och vägledande dokument	18
7 Geotekniska förhållanden	19
7.1 Jordlagerföljd	20
7.2 Hydrogeologiska förhållanden	21
8 Geotekniska parametrar – Härledda värden	22
8.1 Delområde 1	22
8.2 Delområde 2	25
8.3 Delområde 3	27
8.4 Delområde 4	29
9 Stabilitet	30
9.1 Säkerhetskrav	31
9.2 Indata för beräkningar	31
9.3 Resultat	32
10 Sättningar	41
10.1 Sättningsreducerade åtgärder - delområde 1	41
11 Rekommendationer	44
11.1 Stabilitet	44
11.2 Sättning och höjdsättning	45
11.3 Grundläggning	46
12 Vidare undersökning inför byggnation	47

Bilagor

Bilaga 1 (1 sida)	Detaljplan skiss
Bilaga 2 (18 sidor)	Utskrift av stabilitetsberäkningar
Bilaga 3 (2 sidor)	Känslighetsanalyser
Bilaga 4 (11 sidor)	PM – Dim. Vattennivåer Lagan – Värnamo

Sammanfattning

Den utförda geotekniska utredningen visar att jordlagerföljden inom undersökningsområdet är komplex och varierar kraftigt över området.

Jordlagerföljden är djupast och lösast i den västra och sydvästra delen av undersökningsområdet, där planskissen anger parkmark respektive bostadsområde. Under ett ytskikt av silt finns lös lera ner till mellan 5 - 18 m under markytan. Även organisk jord har påträffats i dessa delar av undersökningsområdet. Jordlagerföljden är generellt fastare i den östra delen av undersökningsområdet, men även här finns lös lera.

Enligt stabilitetsberäkningar för detaljplaneområdet närmast Lagan, är befintliga förhållanden tillfredsställande. Däremot är släntstabiliteten utanför detaljplaneområdet inte tillfredsställande med hänsyn till den mest kritiska glidyten.

Lägst säkerhet mot stabilitetsbrott inom detaljplaneområdet är för glidytor som omfattar järnvägsbanken. Banken är förstärkt med tryckbankar men dagens säkerhetskrav mot stabilitetsbrott uppfylls inte i de beräknade sektionerna. I samråd med Beställaren har en gräns för planområdet tagits fram mot järnvägen inom vilka stabiliteten är otillfredsställande, se Figur 21. Förutsatt att planläggning sker söder om denna gräns bedöms stabilitet inom detaljplanområdet i denna del vara tillfredsställande.

Stabilitetsberäkning visar att stabiliteten för vägskarningen innebär att markanvändning/belastning behöver säkerställas i planen så att belastningen inte överstiger godkända förhållanden.

Stabilitetsberäkningar indikerar att höjdsättningen av området kommer påverka stabiliteten. Om fyllningsslänten ställs i en lutning på 1:5 och markbelastningen inom byggrätterna begränsas till 10 kPa är stabiliteten tillfredsställande.

Stabilitetsberäkningar visar att, med hänsyn till stabilitet för järnvägen samt kvartermark, kan en max 1,6 m djup dagvattendamm placeras söder och väster om den gräns som presenteras i Figur 21.

På grund av det mäktiga lager av lös lera och även skikt av lös organisk jord som förekommer är den västra och sydvästra delen av undersökningsområdet mycket känsligt för sättningar vid markbelastningar, till exempel av fyllning.

Vid uppfyllnad till +146,8, som rekommenderas i dagvattenutredningen, kommer stora total- och differenssättningar ske. Dessa sättningar skulle med tiden kunna bli i storleksordning 0,5 m till mer än 1,0 m och ta mer än 50 år att utvecklas fullt ut. Sättningar kan antas skada hårdgjorda ytor, ledningar, tillgänglighet till byggnader, och även pålgrundlagda byggnader behöver dimensioneras för dessa sättningar.

För att minska risk för skada inom delområde 1 har två alternativ översiktligt utretts som inkluderar antingen KC-pelare förstärkning eller vertikaldränering.

1 Syfte

I Värnamo kommun pågår ett arbete med att ta fram detaljplan för området Rörstorp i södra delen av Värnamo. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra för ett nytt polishus, verksamheter samt bostäder. Detaljplanen planeras även inrymma gröna parkområden som knyter samman området med befintligt grönområde runt Lagan. Sweco har fått i uppdrag att ta fram geotekniskt underlag för detaljplanen för att utforma området på ett säkert och hållbart sätt.

1.1 Geografiska avgränsningar

Planområdet avgränsas av järnvägen i norr och lokal väg till koloniområde respektive åkermark i söder. I den norra delen går järnvägen på bank. I väster gränsar området mot koloniområde samt naturmark vid Lagan. I öster avgränsas detaljplanen av Malmövägen, även kallad väg 151. Se Figur 1.

Den västra sidan av planområdet utreds i detta skede av utredningen. Den östra sidan av planområdet ska studeras i ett senare skede.

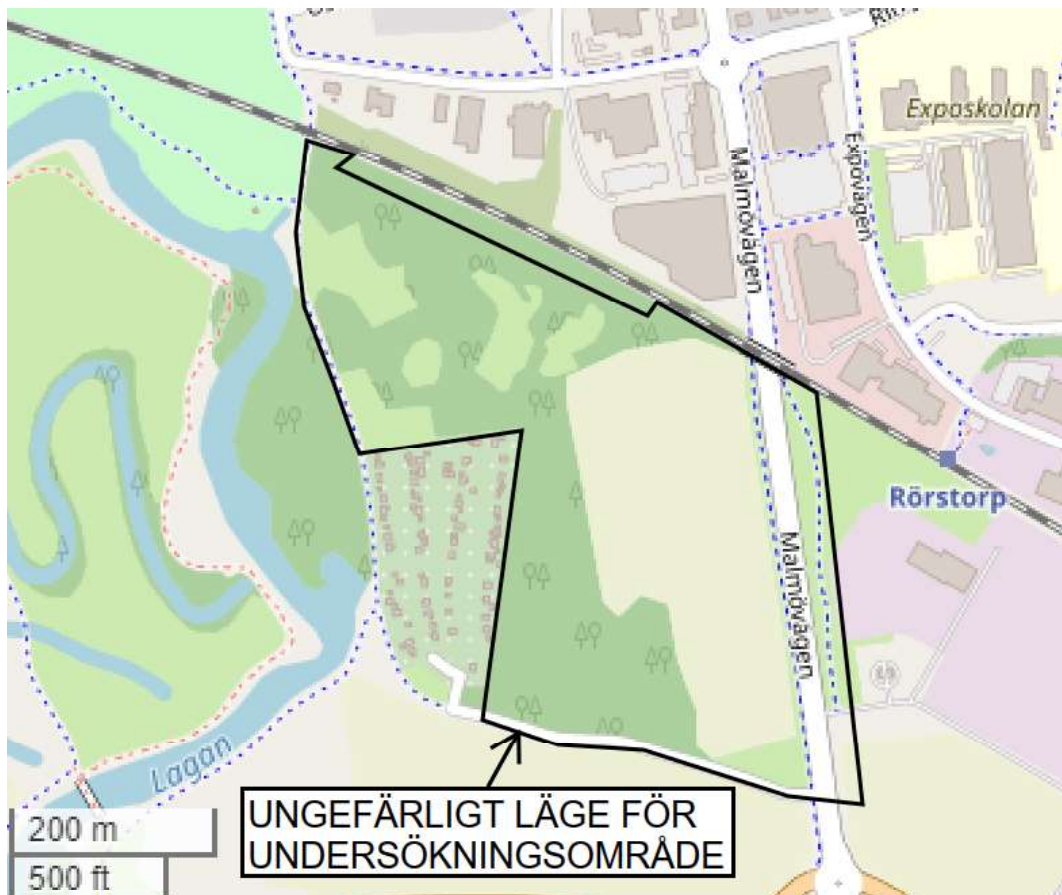


Figur 1: Ortofoto över planområdet. Planområdesgränsen illustreras i rött.

2 Objekt

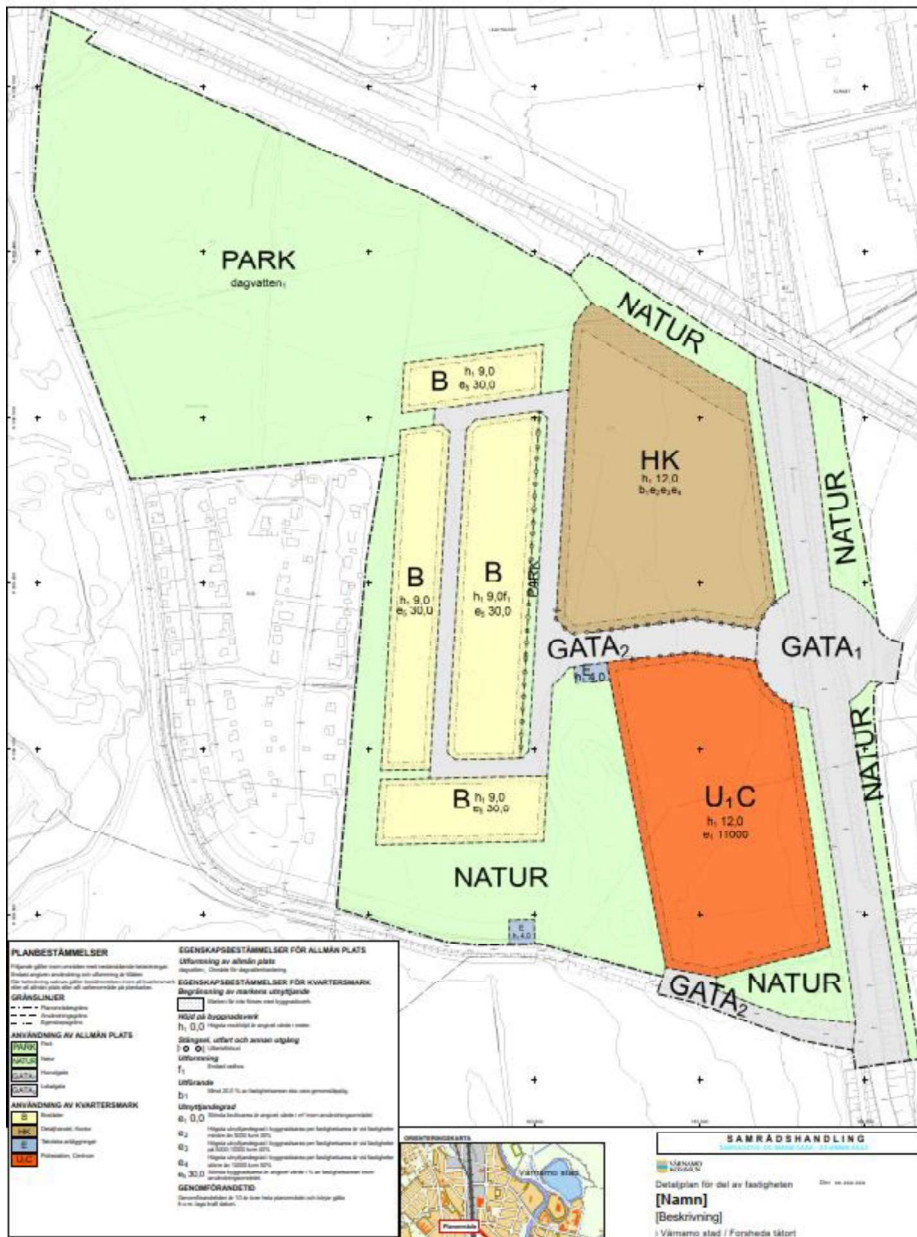
Sweco har på uppdrag av Värnamo kommun utfört en geoteknisk undersökning inom fastigheten Rörstorp 6:31 och intilliggande naturområde. Se markering i Figur 2 som redovisar ungefärligt undersökningsområde.

Syftet med den geotekniska undersökningen är att klarlägga rådande markförhållanden och ge underlag för detaljplanarbete och rekommendationer för planerade markanvändning.



Figur 2. Ungefärligt läge för undersökningsområdet. Urklipp med områdesmarkering från ©OpenStreetMaps, 2024.

Beställaren har försett Sweco med ett skissförslag av planen, se Figur 3 och även Bilaga 1.



Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023.1223 Handling: 728447

Figur 3. Skissförslag på detaljplanen, Värnamo kommun.

Skissförslag av planen visar:

- Områden med kvartersmark avsett för bostäder (gul markering) i mitten av undersökningsområdet som planeras för en- till tvåplans villor/radhus
- Ett område med kvartersmark för detaljhandel och kontor (brun markering) i den nordöstra delen av undersökningsområdet. Där planeras för tre till fyra våningar höga byggnader
- Ett område med kvartersmark avsett för polishus och centrum (orange markering) i den sydöstra delen av undersökningsområdet. Där planeras för tre våningar.

- Gröna markeringar avser parkmark i den västra delen av området och naturmark i söder och kring kvartersmarken. Naturmark finns även på östra sidan Malmövägen, men det har utgått och finns inte med i utredningen.
- För övrigt finns i planunderlaget gatumark för både befintliga och planerade gator i området (ljusgrå markering)

Höjdsättningen inom planområdet är inte fastlagd ännu, men dagvattenutredningen som tillhör planen rekommenderar att marknivån inom området anläggs på lägst +146,8. Det innebär att marknivån för en del av kvartersmark måste därmed höjas med 1 till 2 m.

En dagvattendamm planeras inom parkmarken i den västra delen av området. Dammens läge och omfattning är inte fastlagd ännu men enligt dagvattenutredningen (Sweco, 2023) kan dagvattendammens topparea vara ca 1200 m² med en djup på ca 1,6 m och ett längd-bredd förhållande på 2,5. En elipsformad dagvattendamm kan därmed bli ca 25 m bredd och 61 m lång.

3 Underlag för utredning

För denna utredning har följande underlag legat till grund:

- Utförda undersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR), daterad 2024-05-13. I denna redovisas tidigare geotekniska undersökningar och utredningar som erhållet av Värnamo kommun och Trafikverket och som nu är relevanta
- Skissförslag på detaljplanen, Värnamo kommun, 2023-10-02
- Ledningskartor erhållet av Ledningskoll.se samt Värnamo kommun
- Dagvattenutredning framtagna av Sweco som en del av detaljplanarbete, daterad 2023-10-09
- *PM – Dim. Vattennivåer Lagan – Värnamo* upprättad av Sweco 2024-04-22, se Bilaga 4
- Bottendjup Lagan från *Översvämningskartering utmed Lagan*, upprättad av MSB 2019-03-11. Notera att bottendjup är interpolerad mellan tvärsektioner.

4 Befintliga förhållanden

Undersökningsområdet präglas av skog i områdets västra del och av åkermark i dess östra del.

Norr om undersökningsområdets norra gräns löper järnvägen som är en del av Kust till kust-banan, se Figur 4. Järnvägen är byggd på bank som är förstärkt med tryckbankar.

Järnvägsbanken är mellan 3 m och 4,5 m hög i anslutning till det aktuella undersökningsområdet. Tryckbanken, som finns på ömse sidor om banvallen, är ca 1 m hög och sträcker sig ca 12 till 15 m ut från banken. Handlingar som erhållits från Trafikverket visar att järnvägsbanken har pressats ner ca 1 m i den naturliga lagraade jorden. Handlingarna visar även att järnvägsbanken samt tryckbankerna skulle kompletteras och justeras med några decimeter under 80-talet. Järnvägen korsar Malmövägen på en 55 m lång betongbro i tre spann vid planområdets nordöstra hörn. Enligt broritningar är banken pålad i anslutning till bron men den exakta omfattningen av bankpålningen är oklar.



Figur 4: Järnvägsbanken längs undersökningsområdets norra gräns. Bilden är tagen åt öster. Sweco 2023.

Malmövägen går längs undersökningsområdets östra gräns och passerar under järnvägen i en ca 2 m djup skärning. Skärningen avtar åt söder och ca 190 m söder om järnvägen ligger vägen i nivå med markytan. GC-vägar finns anlagda i markytan både väster och öster av vägen. Marken ligger väster om vägen på nivåer mellan ca +148 och +150 öster om vägen är det något högre nivåer mellan +150 och +151.

Lagan är beläget drygt 10 m väster om planområdet och är ett meandrande vattendrag med gamla åfåror samt korvsjöar som finns både öster och väster om ån, se Figur 5. Över tiden har ån troligtvis meandrat över en del av undersökningsområdet och avsatt sediment. Detta har lett fram till den varierande jordlagerföljden i plan, och till viss del mot djupet. En ca 10 m bred och ca 50 m lång sänka söder om järnvägen inom den planerade parkmarken kan vara en tidigare åfåra. Inga andra gamla åfåror har kunnat identifierats inom undersökningsområdet vid vare sig

platsbesöket eller efter tolkning av gamla flygbilder, se Bilaga 7 i MUR:en. Fyllning som har upptäckts i vissa undersökningspunkter kan eventuellt tyda på igenfyllda åfårar.



Figur 5: Ortofoto som visar gamla åfårar samt korvsjöar både öster men framför allt väster om ån.

Detaljplaneområdet är som närmast ca 10 m från Lagan. Närmast detaljplaneområdet sluttar slänten mot ån med en lutning av ca 1:1,5, se Figur 6 och Figur 7. Lagans slänter intill detaljplaneområdet är bevuxna eller täckta med gräs. Lagans djup vid medelvattenstånd ligger på ca 3 m.

Tecken på pågående erosion observerades inte vid platsbesöket. Tolkning av gamla flygbilder ger ingen indikation av erosion intill detaljplaneområdet, men tecken på erosion finns vid åns östra slänt ca 180 m uppströms från detaljplaneområdet.



Figur 6: Bilden är tagen med blick uppströms vid utloppet av diket som passerat under järnvägen. Sweco 2023.



Figur 7: Bilden är tagen med blick nedströms där detaljplanen ligger närmast ån. Sweco 2023.

Längs järnvägens norra tryckbank rinner ett dike på fastigheten Värnamo Lärkträdet 1, se Figur 8. Enligt höjddata är diket ca 7,5 m brett och ca 1,5 m djupt. Diket passerar under järnvägen i en kulvert vid undersökningsområdets nordvästra hörn där diket har sitt utlopp i Lagan. Söder om järnvägen är diket ca 10 m brett.



Figur 8: Diket som rinner längs järnvägens norra tryckbank på fastigheten Värnamo Lärkträdet 1. Bilden är tagen mot väster, järnvägsbanken och undersökningsområdet ligger till vänster i bilden och industriområdet till höger. Sweco 2023. I undersökningsområdet finns ett avvattnande dike som löper längs koloniområdets östra gräns. Diket är ca 2 m brett och 1 m djupt. Det finns även andra mindre diken i området: längs åkermarkens nordvästra gräns, längs koloniområdets norra gräns samt längs undersökningsområdet södra gräns.

Området norr om koloniområdet, mellan diket och Lagan, planeras som parkmark och är lågt liggande med partier med vatten i markytan. Längs områdets västra gräns finns en grusad gång- och cykelväg som ligger strax utanför detaljplanområdet, se Figur 9.



Figur 9: Bild av grusad gång- och cykelväg, bilden är tagen mot söder. Undersökningsområdet ligger till vänster i bilden och slänt mot Lagan till höger. Sweco 2023.

Mellan det avvattnande diket och Malmövägen finns både skog och åkermark.

Ett höjddparti med morän finns invid undersökningsområdets södra gräns. Höjden är skogbeväxt och är som mest ca 4 m högre än intilliggande mark och marknivån är som högst ca +150.

5 Geoteknisk kategori

Undersökningar har utförts i omfattning och typ, där de geotekniska förutsättningarna för objektet och tillhörande arbeten omfattas av geoteknisk kategori 2 (GK2).

6 Styrande och vägledande dokument

Följande dokument har nyttjats för utredningen:

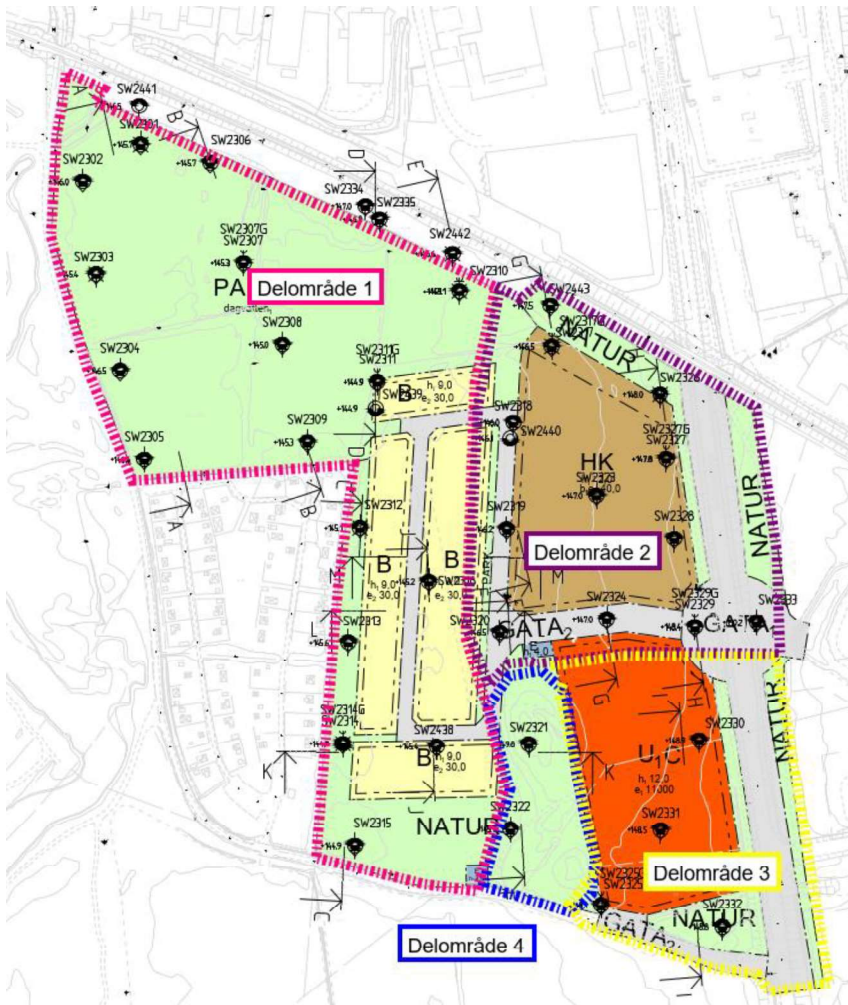
- SS-EN 1997-1
- AMA anläggning
- SGI Information 1
- IEG rapport 4:2010 – Tillståndsbedömning/Klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse
- TRVINFRA-00230

7 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden är komplex och varierar kraftigt inom området på grund av avsättningsprocesserna och Lagans meandring. Lagans meandring har lett till sedimentering samt bildning av organisk jord i avskurna gamla åfåror.

För tydligare beskrivning av jordlagerföljd samt geotekniska parametrar har det aktuella undersökningsområdet delats in i 4 delområden, se Figur 10.

Utförda undersökningarna har inte i detalj klarlagt den underliggande friktionsjorden eller fastställt djup till berg inom undersökningsområdet.



Figur 10: Uppdelning av undersökningsområdet i delområden

7.1 Jordlagerföljd

7.1.1 Delområde 1

Inom området består ytskiktet generellt av sandig mulljord med en mäktighet av ca 0,3 m. Mulljorden övergår till ett ytlager som i delområdets västra del består av finsand, siltig finsand eller silt ner till ca 2 till 4 m djup. I vissa undersökningspunkter finns inslag av lera, dy och gyttja. Lagringstäthet är i regel mellanfast till fast. Materialet har tolkats att det har bildats genom sedimentation där Lagan meandrat.

Detta ytlager minskar mot öster och i delområdets östra del finns torrskorpelera, finsand eller torv ner till en djup av ca 1 till 2 m.

De största mäktigheter av organiskjord har påträffats i den södra delen av delområdet. Där har ett skikt av dy, gyttja och högförmultnade torv påträffats i ytlagret som varierar i mäktighet på mellan 1,1 och 2,4 m. Odränerade skjuvhållfasthet är kring 10 kPa i lagret.

På grund av bildningssättet och tillhörande kraftiga variationer i jordlagerföljd, kan det finnas skikt av organiskjord inom delområde 1 som är lokala och som inte har påträffats vid undersökningarna.

Ytlagret underlagras av siltig lera ner till 5 - 18 m djup. Konflytgränsen varierar mellan 48 och 64 % och vattenkvoten är mellan 64 och 70 %. Utförda CRS-försök visar att leran är lätt överkonsoliderad med en överkonsolideringsgrad (OCR) som huvudsakligen varierar mellan ca 1,15 och 1,3. Lerans odränerad skjuvhållfasthet i de övre delarna är mycket låg och ökar mot djupet till att kunna klassificeras som låg. Leran kan klassas som mellan sensitive med uppmätta värden som ligger huvudsakligen mellan 20 och 30 med några enstaka mätningar över 30.

Leran övergår mot djupet till en silt, enligt utvärderingen från CPT-sonderingar, som har ler- och sandskikt ner till sonderingsstopp. Materialet har en mellanfast lagringstäthet.

7.1.2 Delområde 2

Jordlagerföljden inom delområde 2 är i generellt fastare och grundare än det i delområde 1.

Ytjorden inom delområdet består av lerig/sandig mulljord med en mäktighet av ca 0,2 – 0,4 m. Mulljorden underlagras av torrskorpelera ner till ett djup av 1 till 2 m som övergår till siltig lera eller lera ner till en djup av ca 3 till 4,5 m. Utförda CRS-försöken visar att leran är något överkonsoliderad med en överkonsolideringsgrad (OCR) som är kring 2,2. Lerans odränerade skjuvhållfasthet är mycket låg. Leran kan klassas som mellan sensitive.

Leran underlagras av sand med ler- och siltskikt ner till sonderingsstopp. Materialet har en mellanfast till fast lagringstäthet.

7.1.3 Delområde 3

Jordlagerföljden inom delområde 3 är i generellt fastare och grundare än i både delområde 1 och delområde 2.

Generellt finns ett övre ytjord av lerig/sandig mulljord med en mäktighet av 0,2 till 0,5 m. Mulljorden underlagras av siltig torrskorpelera ner till ett djup av 1 till 1,6 m. Centralt i delområdet underlagras torrskorpan av ett lager silt ner till ca 3 m under markytan och därunder av överkonsoliderad siltig lera med en låg odränerad skjuvhållfasthet till ett djup av drygt 5 m under markytan. Lerskiktet har inte påträffats i delområdets norra och södra delar. Därunder finns mellan till fastlagrad finsand med inslag av silt.

Något siltig sandig morän har påträffats på ett djup av 2,4 m under finsanden i den norra delen av delområdet.

7.1.4 Delområde 4

Delområde 4 består av fastmark, och delområdets gränser har tolkats delvis utifrån grundkartans höjdkurvor.

Ytjorden inom delområdet består av sandig mulljord med en mäktighet av 0,1 till 0,3 m. Mulljorden övergår till antingen sand eller grusig siltig sand ner till ca 2 m under markytan. Därunder har siltig morän påträffats.

7.2 Hydrogeologiska förhållanden

Ett undre grundvattenmagasin, i de siltiga jordarna som underlagrar leran, bedöms finnas under hela undersökningsområdet som troligen även sträcka sig utanför undersökningsområdet. Inom delområde 1 bedöms det även finnas ett separat övre grundvattenmagasin i de siltiga jordar som finns ovanför leran.

Det övre grundvattenmagasinet påverkas troligen direkt av vattenståndet i Lagan. Sweco har installerat några grundvattenrör vars filter ligger i det övre grundvattenmagasinet.

Grundvattennivån i det övre grundvattenmagasinet bedöms ligga ca 1 m under markytan. Vid den geotekniska undersökningen har det även noterats fritt vatten i provtagningshål ca 0,3 – 2,4 m under markytan. De lägre nivåerna bedöms inte har stabiliserats under undersökningstillfället.

Mätningarna är för begränsade för att kunna beräkna dimensionerande nivåer för det övre grundvattenmagasinet.

Ett grundvattenrör har installerats i det undre grundvattenmagasinet. Lodning i röret visar en grundvattennivå på +145, vilken motsvarar en grundvattenyta ca 1 m under markytan.

Lagans vattenstånd har baserats på *PM – Dim. Vattennivåer Lagan – Värnamo*, se Bilaga 4. Lägsta lågvatten (LLW) i Lagan vid detaljplanområdet är beräknat till +143,1.

8 Geotekniska parametrar – Härledda värden

Bedömning av generella jordparametrar baseras på resultat från utförda sonderingar, laboratorieundersökningar och empiriska värden från TRVINFRA-00230. Materialtyp och tjälfarlighetsklass redovisas i tillhörande Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik (MUR). För områdesindelning se Figur 10.

8.1 Delområde 1

Tabell 1: Delområde 1, geotekniska hållfasthetsparametrar

Djup, meter under markytan ¹	Jordart och tunghet $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Hållfasthetsegenskaper
0 – 0,3	Sandig Mulljord 18 / 10	-
Varierar	Torv 12 / 2	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 11 kPa Kombinerad: $\phi = 28^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
0,3 – 4 ²	Silt, siltig Sand, Sand 18 / 10	Friktionsvinkel, ϕ 30 °
0,3 – 2 ³	Torrskorpelera 17 / 7	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 25 kPa Kombinerad $\phi = 30^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
1,4 – 3 ⁴	Dy / Gyttja 13 / 3	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 9 kPa Kombinerad: $\phi = 28^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
2 á 4 – (5 – 18)	siltig Lera 16,1 / 6,1	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: $8 + 1,6x \text{ kPa}^{5,6}$ Kombinerad: $\phi = 30^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
(5 – 18) -	Silt 17 / 9	Friktionsvinkel, ϕ 32 °

- Notering:
1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga
 2. I västra delen av delområdet
 3. I östra delen av delområdet
 4. I södra delen av delområdet
 5. Där x är antal meter från 2 meters djup under markytan.
 6. Se Figur 11 för utvärdering av odränerade skjuvhållfasthet

Tabell 2: Delområde 1, geotekniska deformationsparametrar

Djup, meter under markytan ¹	Jordart	E-modul [MPa]	OCR	M ₀ [kPa]	M _L [kPa]	M'
0 – 0,3	Sandig Mulljord	-	-	-	-	-
0,3 – 4 ²	Sand, siltig Sand, Silt	5	-	-	-	-
0,3 – 2 ³	Torrskorpelera	7,5	-	-	-	-
1,4 – 3 ⁴	Dy / Gyttja	-	2,5 – 3 ⁵	⁶	⁶	⁶
2 á 4 – (5 – 18)	siltig Lera	-	1,15 – 1,3	3000 - 6700 ⁶	215 - 350 ⁶	13 - 16 ⁶
(5 – 18) -	Silt	15	-	-	-	-

- Notering:
1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga

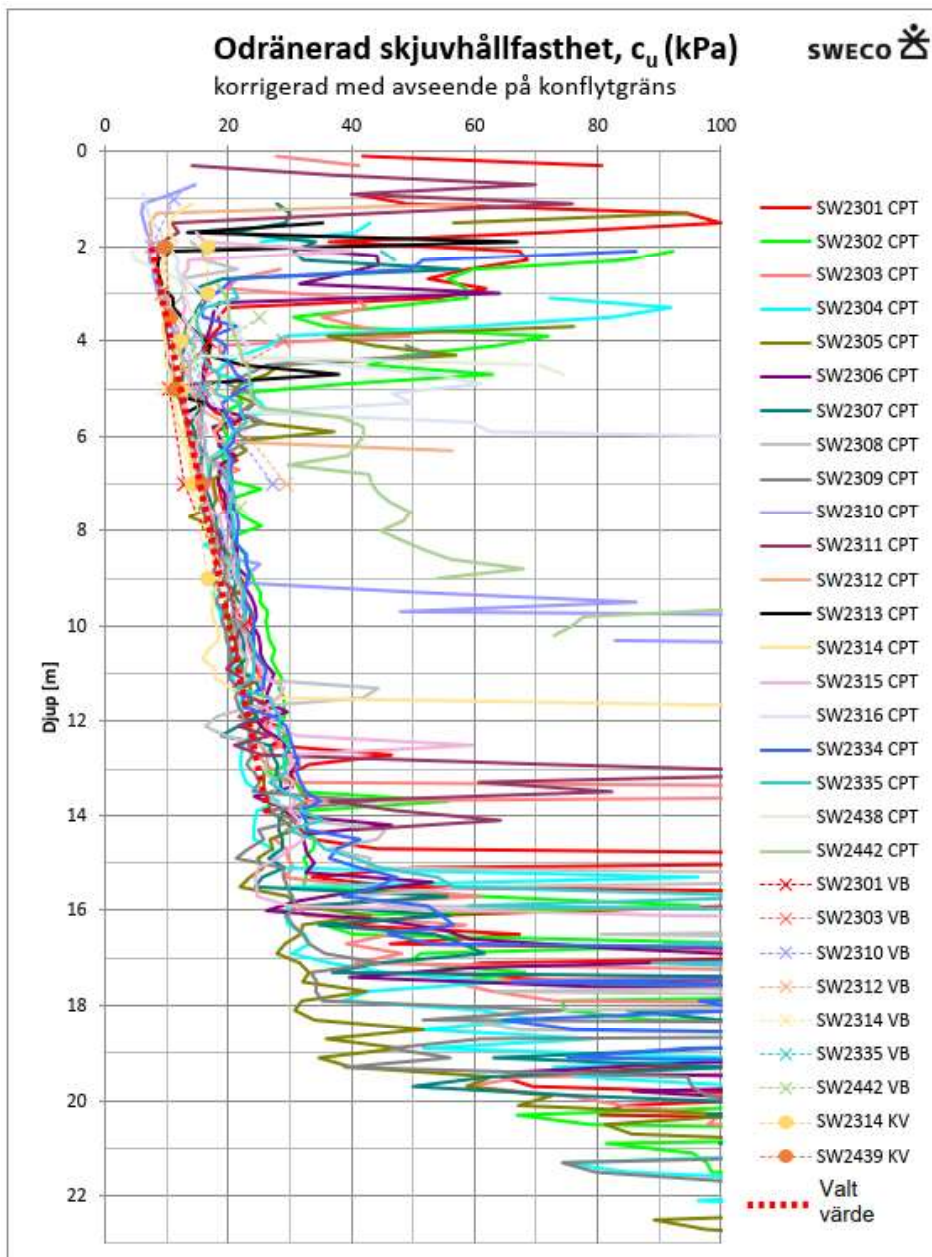
2. I västra delen av delområdet

3. I östra delen av delområdet

4. I södra delen av delområdet

5. OCR värden utvärderade från CPT-sonderingarna, ska ses som indikation

6. Se resultat från utförda CRS-försök i MUR:en



Figur 11: Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet i den siltiga leran inom delområde 1. Röd streckad linje avser valt värde

8.2 Delområde 2

Tabell 3: Delområde 2, geotekniska hållfasthetsparametrar

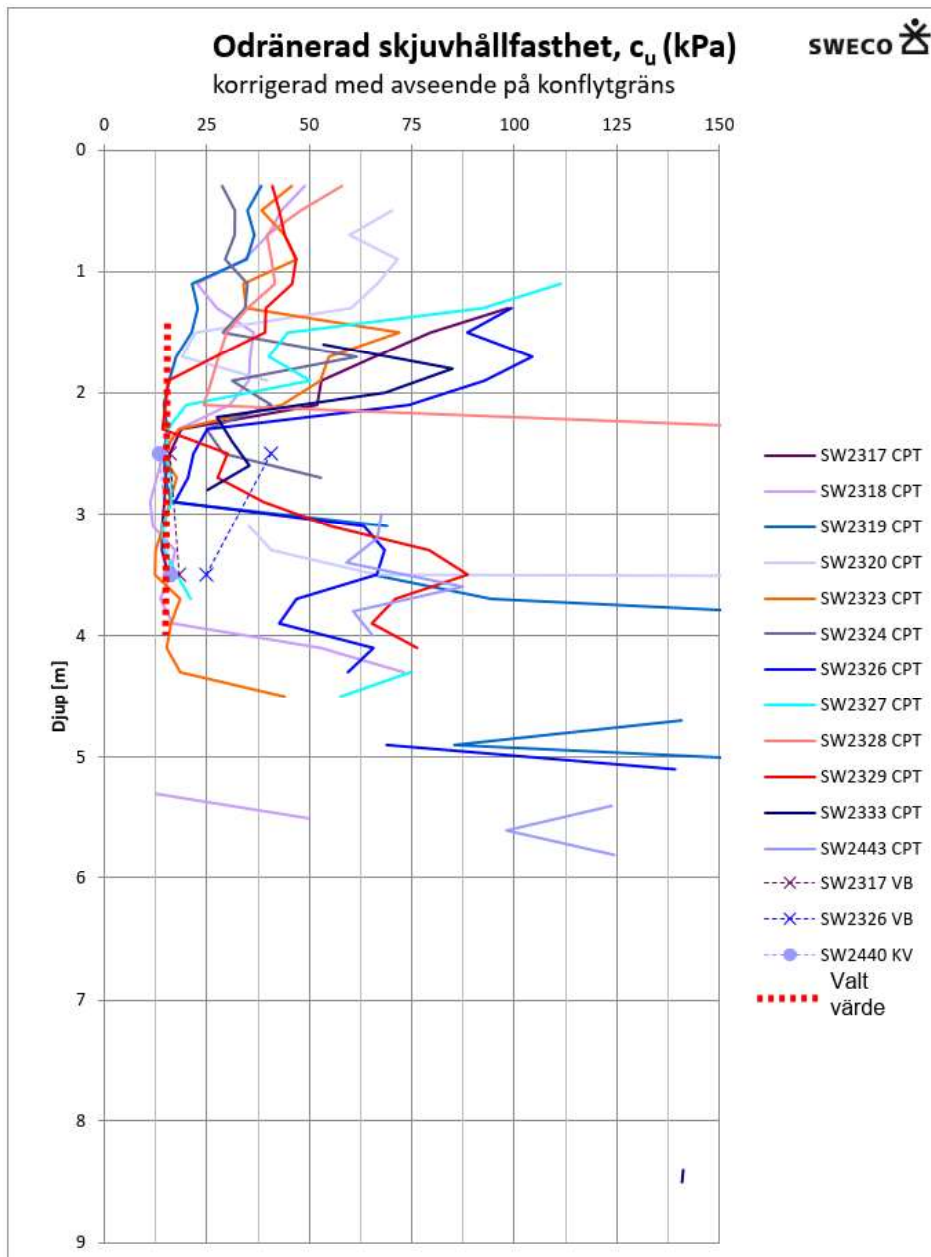
Djup, meter under markytan ¹	Jordart och tunghet $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Hållfasthetsegenskaper
0 – 0,3	lerig Mulljord / sandig Mulljord 17 / 9	-
0,3 – 1,5	Torrskorpelera 17 / 7	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 25 kPa Kombinerad: $\phi = 30^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
1,5 – 4	siltig Lera 16,1 / 6,1	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 15 kPa ² Kombinerad: $\phi = 30^\circ, c' = 0,1 \cdot c_u$
4 -	Sand 18 / 10	Friktionsvinkel, ϕ 32 °

Notering: 1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga
2. Se Figur 12 för utvärdering av odränerade skjuvhållfasthet

Tabell 4: Delområde 2, geotekniska deformationsparametrar

Djup, meter under markytan ¹	Jordart	E- modul [MPa]	OCR	M_0 [kPa]	M_L [kPa]	M'
0 – 0,3	lerig Mulljord / sandig Mulljord	-	-	-	-	-
0,3 – 1,5	Torrskorpelera	7,5	-	-	-	-
1,5 – 4	siltig Lera	-	ca 2,2	6000 ²	400 ²	18 ²
4 -	Sand	10	-	-	-	-

Notering: 1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga
2. Se resultat från utförda CRS-försök i MUR:en



Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023.1223 Handling: 728447

Figur 12: Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet i den siltiga leran inom delområde 2. Röd streckad linje avser valt värde

8.3 Delområde 3

Tabell 5: Delområde 3, geotekniska hållfasthetsparametrar

Djup, meter under markytan ¹	Jordart och tunghet $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Hållfastegenskaper
0 – 0,3	lerig Mulljord / sandig Mulljord 17 / 9	-
0,3 – 1,3	Torrskorpelera 17 / 7	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 25 kPa Kombinerad: $\phi = 30^\circ$, $c' = 0,1 \cdot c_u$
1,0 – 3,0	Silt 17 / 9	Friktionsvinkel, ϕ 30 °
3,0 – 5,2	siltig Lera 17 / 7	Odränerad skjuvhållfasthet c_u [kPa]: 25 kPa ² Kombinerad: $\phi = 30^\circ$, $c' = 0,1 \cdot c_u$
1,6 – 2,4 ³ 5,2 – ⁴ 1 - ⁵	Sand 18 / 10	Friktionsvinkel, ϕ 33 °

Notering:

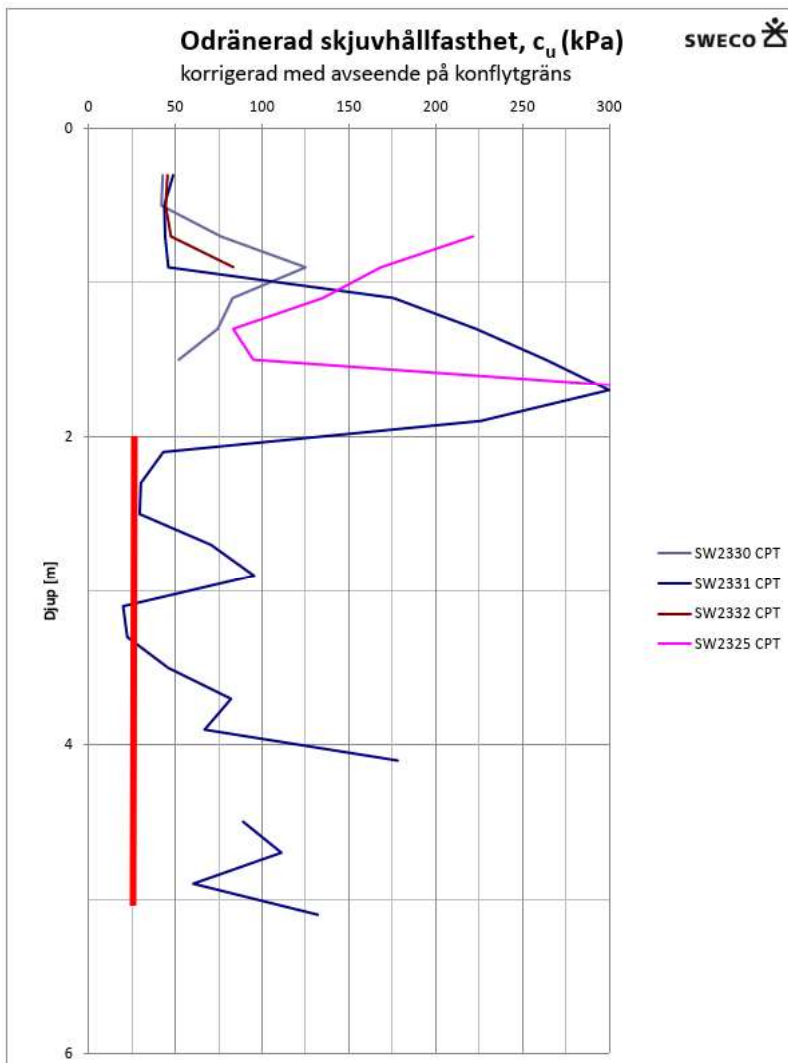
1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga
2. Se Figur 13 för utvärdering av odränerade skjuvhållfasthet
3. I norra delen av delområdet
4. Centralt i delområdet
5. I södra delen av delområdet

Tabell 6: Delområde 3, geotekniska deformationsparametrar

Djup, meter under markytan ¹	Jordart	E-modul [MPa]	OCR
0 – 0,3	lerig Mulljord / sandig Mulljord	-	-
0,3 – 1,5	Torrskorpelera	7,5	-
1,5 – 4	siltig Lera	6,25 ²	4 ³
4 -	Sand	15	-

Notering:

1. Kraftiga variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga
2. E-modul utvärderade enligt $250 \cdot c_u$
3. OCR värden utvärderade från CPT-sonderingarna, ska ses som indikation



Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023 1223 Handling: 728447

Figur 13: Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet i den siltiga leran inom delområde 3 utifrån CPT-sonderingar. Röd linje avser valt värde

8.4 Delområde 4

Tabell 7: Delområde 3, geotekniska materialparametrar

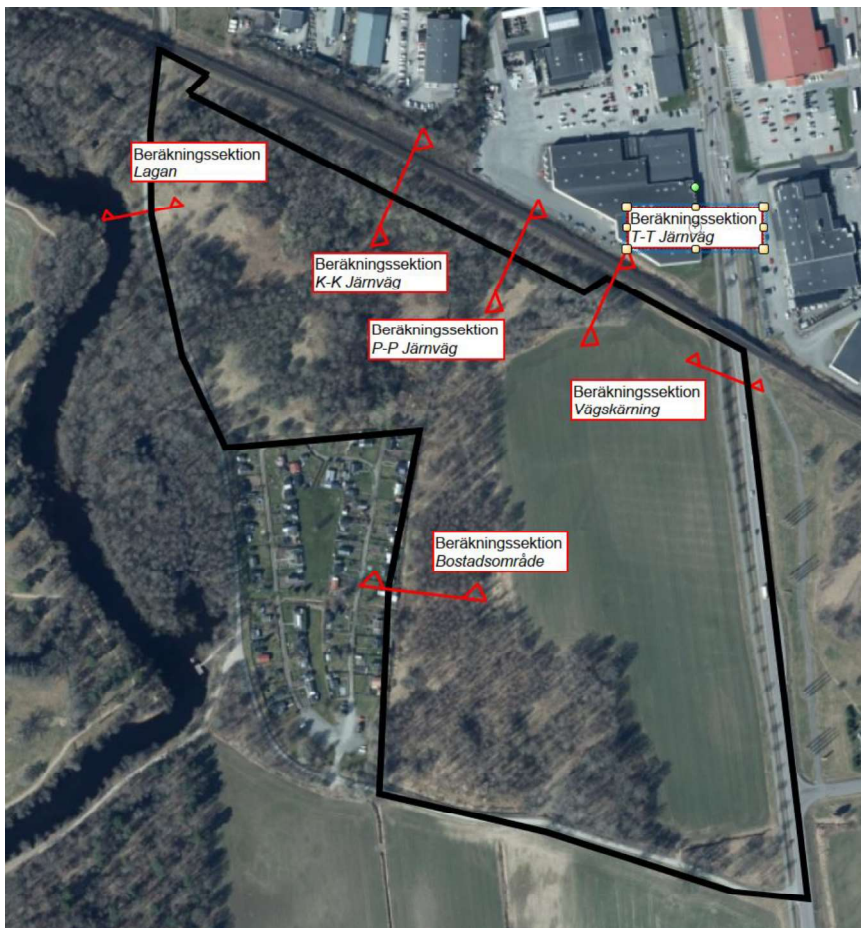
Djup, meter under markytan ¹	Jordart och tunghet γ / γ' [kN/m ³]	Friktionsvinkel, Φ' [°]	E- modul [MPa]
0 – 0,2	sandig Mulljord 17 / 9	-	-
0,3 – 1,3	Sand / grusig siltig Sand 18 / 10	35	20
1,0 – 3,0	siltig Morän 20 / 11	36	20

Notering: 1. Variationer förekommer. Djupen ska ses som ungefärliga

9 Stabilitet

För att klarlägga om några geotekniska säkerhetsrisker inom planområdet finns, har stabilitetsberäkning utförts i beräkningssektionerna *Lagan*, *K-K Järnväg*, *P-P Järnväg*, *T-T Järnväg*, *Vägskärrning* och *Bostadsområde*, se Figur 14. Beräkningarna har utförts för både odränerad- och kombinerad analys enligt IEG rapport 4:2010 med programmet Slope/W, GeoStudio 2023.1.0, version 23.1.0.520. Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulärcylindriska glidytor, se Bilaga 2 för redovisade resultat.

Beräkningar är anpassade till aktuell jordlagerföljd i respektive beräkningssektion.



Figur 14: Plan som visar läge på beräkningssektionerna *Lagan*, *K-K Järnväg*, *P-P Järnväg*, *T-T Järnväg*, *Vägskärrning* och *Bostadsområde*

9.1 Säkerhetskrav

Sweco bedömer att omfattning av underlaget motsvara en detaljerad utredning enligt IEG Rapport 4:2010. Följande krav på totalsäkerhetsfaktor gäller vid planläggning och detaljerad utredning, enligt tabell 4.2 i IEG Rapport 4:2010:

- $F_c \geq 1,7 - 1,5$
- $F_{komb} \geq 1,5 - 1,4$

Då de geotekniska förutsättningarna är komplexa bedöms att säkerhetsfaktorn bör väljas i den övre delen av spannet för kvartersmark. Följande säkerhetsfaktorer som ska uppnås har för denna utredning valts till:

För glidytor från järnvägen mot kvartersmark:

- $F_c \geq 1,65$
- $F_{komb} \geq 1,4$

För kvartersmark:

- $F_c \geq 1,5$
- $F_{komb} \geq 1,35$

För park- och naturmark:

- $F_c \geq 1,5$
- $F_{komb} \geq 1,35$

För park- och naturmark mot Lagan:

- $F_c \geq 1,4$
- $F_{komb} \geq 1,3$

9.2 Indata för beräkningar

9.2.1 Grundvattennivåer och vattenstånd Lagan

Enligt IEG Rapport 4:2010 ska dimensionerande grundvattennivåer vid stabilitetsberäkningen motsvara 100 års återkomsttid. Då underlag för bedömning av grundvattennivåer är begränsade har det antagits att grundvattenytan ligger i markytan.

Uppgifter om vattenstånd i Lagan har baserats på *PM – Dim. Vattennivåer Lagan – Värnamo*, se Bilaga 1. Ett vattenstånd på +143,1 anses motsvara lägsta lågvatten (LLW) vilket har valts i stabilitetsberäkning för sektion Lagan.

9.2.2 Belastningar

Samtliga gynnsamma laster ur stabilitetssynpunkt sätts till 0 kPa. Följande belastningar på marken har antagits vid stabilitetsberäkningarna:

- Trafiklast på körytor:
 - 15 kPa
- Trafiklast på gång- och cykelväg:
 - 5 kPa

- Trafiklast på järnvägen:
 - 44 kPa - enligt uppgifter från Trafikverket gäller *stax/stvm* 25/8
- Inom verksamhetsområde
 - 30 kPa, det motsvarar 3 vånings byggnad eller höjning av marknivån med ca 0,75 m och med samtidig trafiklast
- Inom bostadsområde
 - 15 kPa, motsvarar trafiklast, det antas att trafikering kan ske överallt
- Uppfyllnaden
 - Det har antagits att uppfyllnad sker inom verksamhetsområdet och bostadsområdet till +146,8 (innebär uppfyllnader mellan ca 0 och 2 m). Tunghet av fyllningsmaterial är enligt Tabell 8

9.2.3 Materialparametrar

Materialparametrar i stabilitetsberäkningar har valts enligt de som presenteras i avsnitt 8 samt de som presenteras i Tabell 8.

Tabell 8: Övriga material, geotekniska hållfasthetsparametrar

Djup, meter under markytan	Jordart och tunghet $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Hållfasthetsegenskaper
Varierar	Järnvägsbank och tryckbank (sand) 18 / 10	Friktionsvinkel, ϕ 34 °
Varierar	Väggupbyggnad 18/11	Friktionsvinkel, ϕ 42 °
Varierar	Fyllning bostadsområde 18/10	Friktionsvinkel, ϕ 34 °

9.2.4 Beräkningsförutsättningar

Beräkningar har utförts för:

- Befintliga förhållanden, Fall A
- Förutsättningar enligt planskiss, Fall B

För Fall B i sektioner K-K, P-P samt sektion mot bostadsområdet har även påverkan på den eventuella dagvattendammen kontrollerats. Dagvattendammen har antagits vara helt torr i stabilitetsberäkningen samt att den är 1,6 m djup.

Följande känslighetsanalyser är utfört:

- Känslighetsanalys med hänsyn till Lagans bottendjup.

9.3 Resultat

9.3.1 Stabilitetsberäkningar

Resultatet från stabilitetsberäkningarna för Fall A och Fall B redovisas i Tabell 9 och i Figur 15 till Figur 19. Utskrift av beräkningssektioner i sin helhet finns i Bilaga 2.

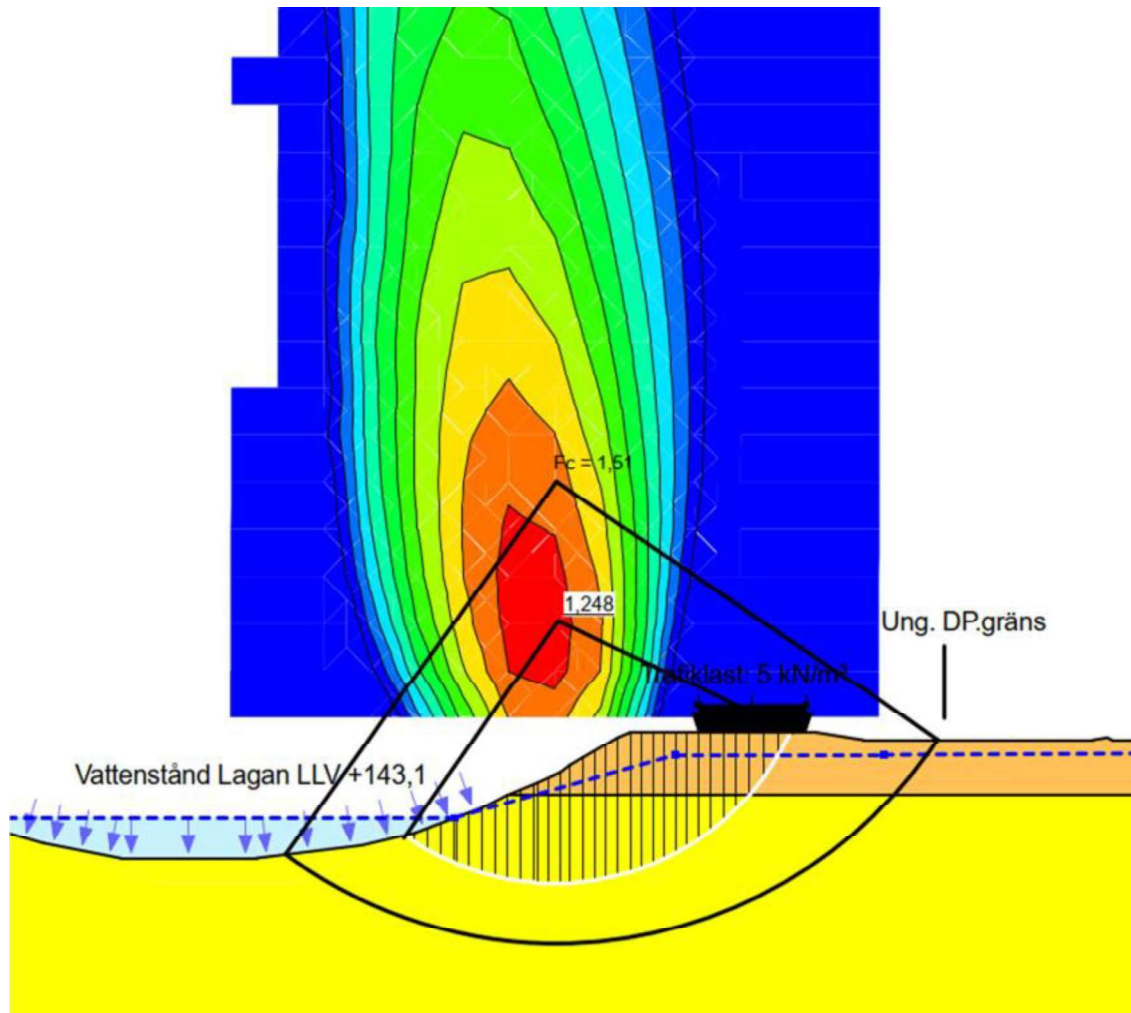
Tabell 9: Resultat av stabilitetsberäkningar för Fall A och B. Grön markering innebär att säkerhetskravet är uppfyllt. Röd markering innebär att säkerhetskravet inte är uppfyllt.

Sektion	Analys	Fall A	Fall B	Säkerhetsfaktor krav	Avstånd från spårmitte inom vilka stabilitet är otillfredsställande
Lagan	Kombinerad	1,40 ²	- ¹	≥1,30	-
	Odränerad	1,51 ²	- ¹	≥1,40	
K-K Järnvägen	Kombinerad	2,02	1,83	≥1,40	23 m
	Odränerad	1,52	1,52	≥1,65	
P-P Järnvägen	Kombinerad	1,19	1,19	≥1,40	55 m
	Odränerad	1,06	1,06	≥1,65	
T-T Järnvägen	Kombinerad	1,72	- ¹	≥1,40	20 m
	Odränerad	1,48	- ¹	≥1,65	
Vägskärmning	Kombinerad	1,50	1,40	≥1,35	-
	Odränerad	2,16	1,58	≥1,50	
Bostadsområde	Kombinerad	- ³	1,63	≥1,35	-
	Odränerad	- ³	1,73	≥1,50	

Notering:

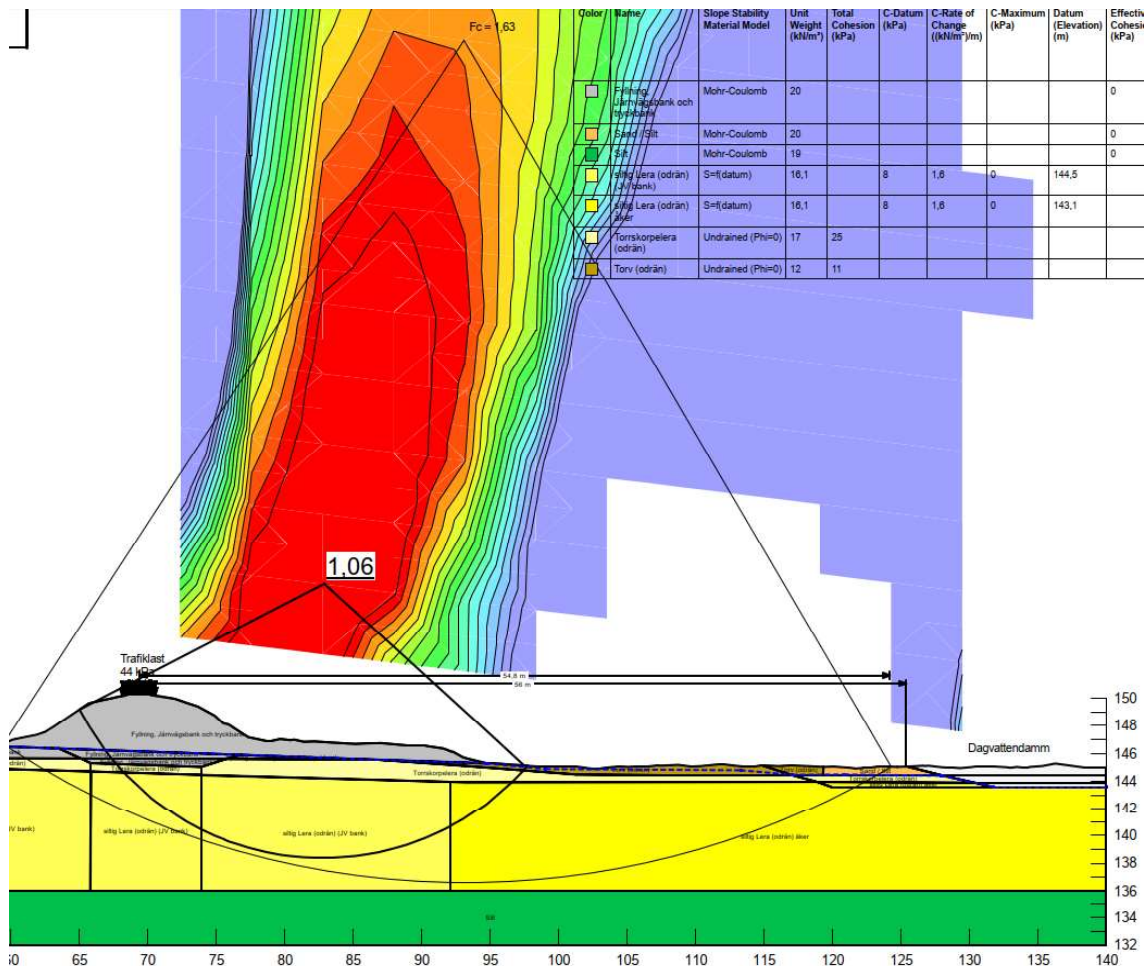
1. Förutsättningar enligt planskiss är oförändrade jämfört med befintliga förhållanden. Resultat för befintliga förhållanden därmed gäller.
2. Resultat avser glidyta som når gränsen för detaljplaneområdet.
3. Befintlig mark är plan, inga stabilitetsrisker finns i dagsläget.

Resultaten visar att säkerheten mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden (Fall A) uppfylls inte i slänten i beräkningssektionen mot Lagan, men, glidytor som når gränsen för detaljplaneområdet uppfyller säkerheten. Se Figur 15. Notera att närmast kvartersmark är belägen drygt 200 m från Lagan. Utförande enligt planskiss medföra ingen ändring i sektionen.

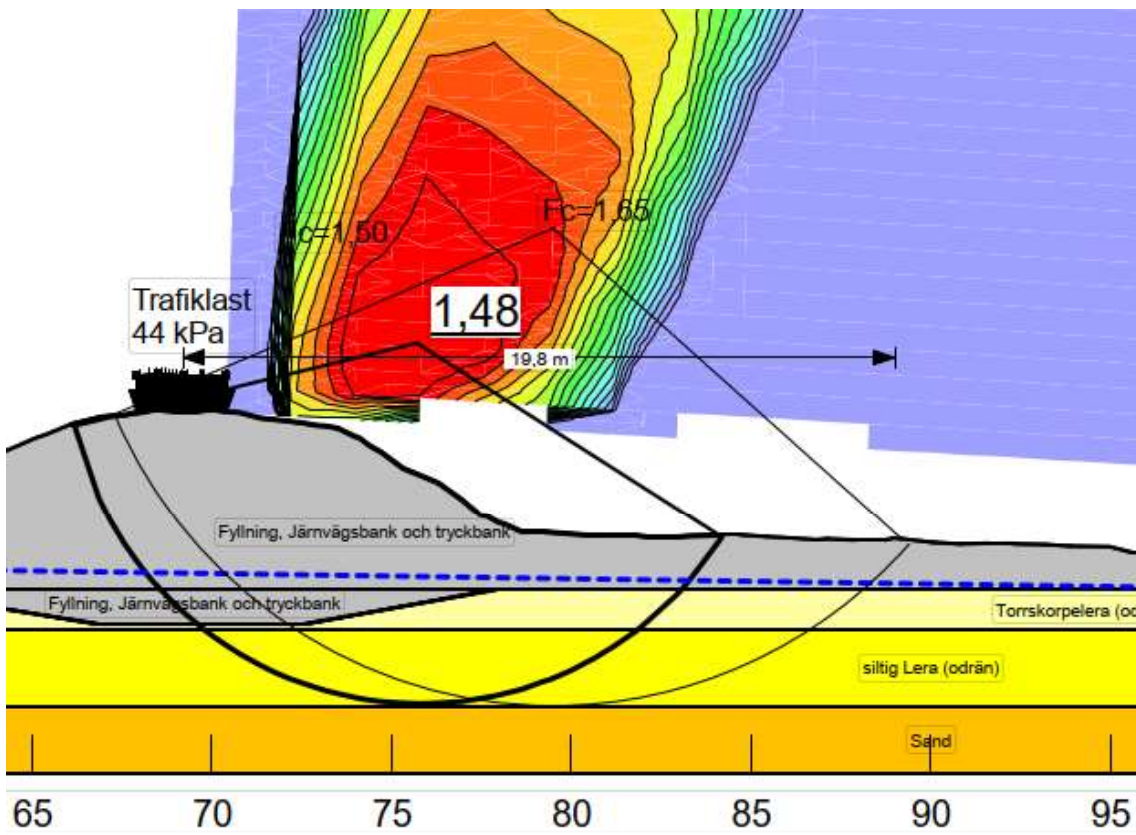


Figur 15: Stabilitetsberäkning vid Lagan som visar den kritiska glidytan vid befintliga förhållanden (Fall A), odränerad analys.

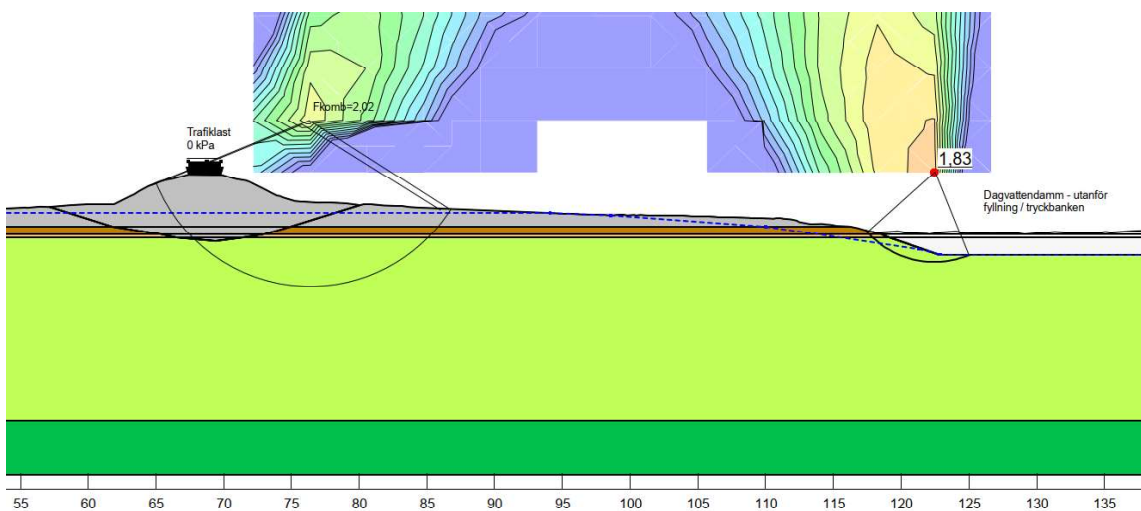
Resultaten visar att säkerheten mot stabilitetsbrott mot järnvägen uppfylls inte för varken befintliga förhållanden (Fall A) eller planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B) i samtliga beräkningssektioner. Se Figur 16, Figur 17 och Figur 18.



Figur 16: Stabilitetsberäkning i sektion P-P där glidytor har beräknat från järnvägen mot detaljplanen vid planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B), odränerad analys. Både den kritiska glidyten samt glidyten med otillfredsställande säkerhetsfaktor som når längst från spårmitt redovisas. Notera dagvattendammens placering ca 60 m från spårmitt.

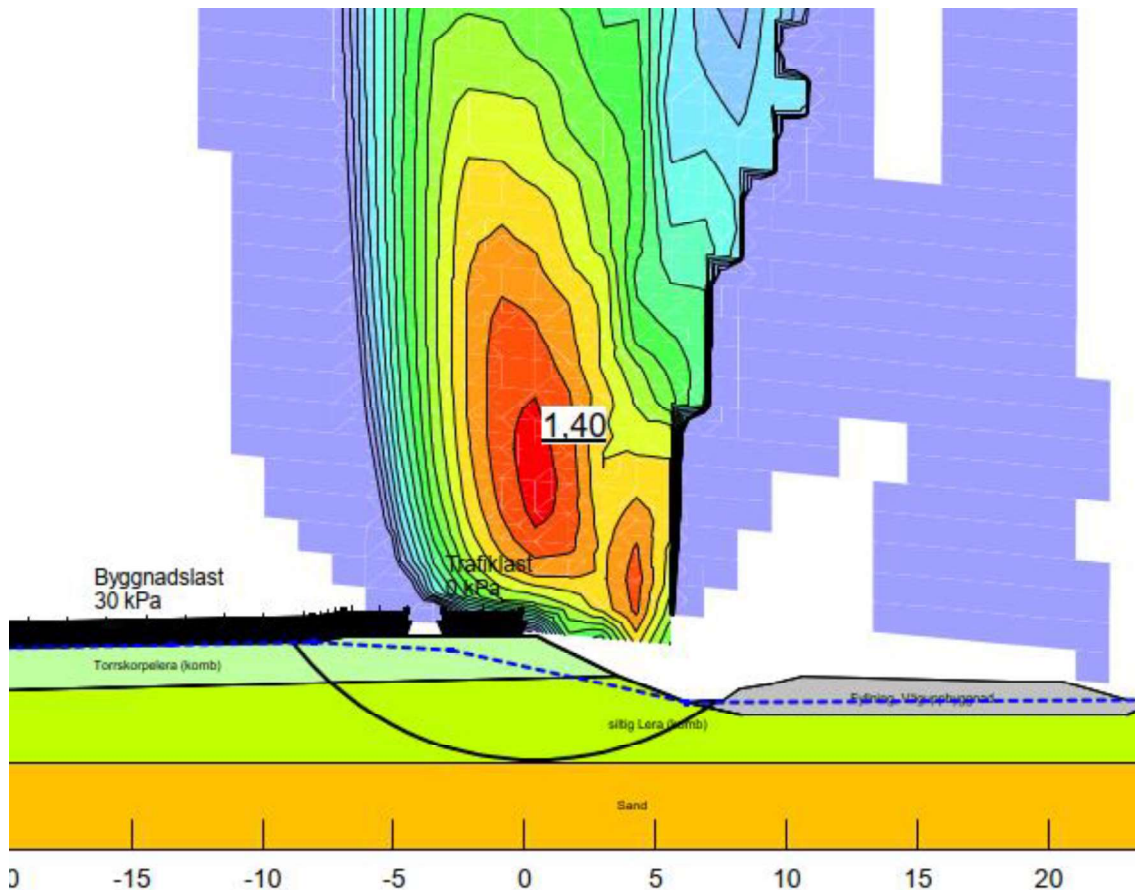


Figur 17: Stabilitetsberäkning i sektion T-T där glidytor har beräknat från järnvägen mot detaljplanen vid befintliga förhållanden (Fall A), odränerad analys. Både den kritiska glidyten samt glidyten som når längst från spårmitte redovisas.



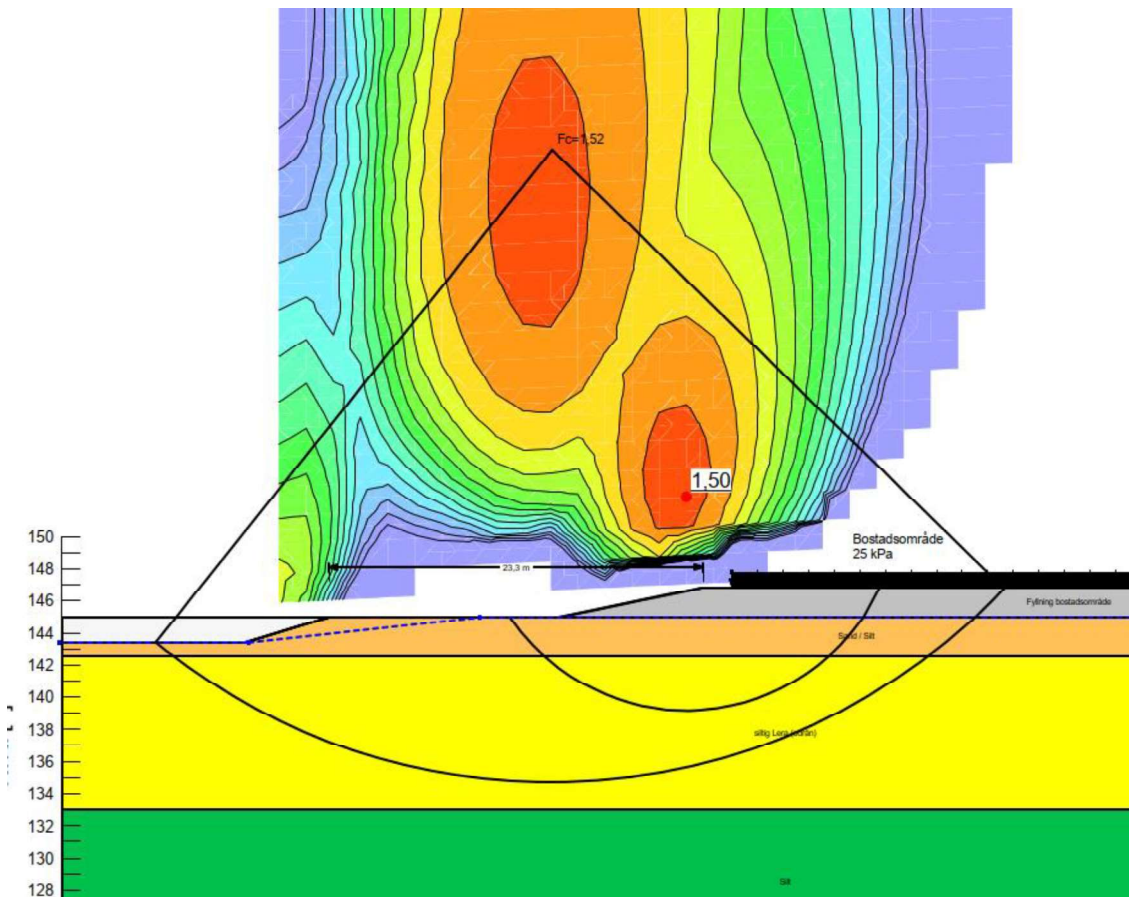
Figur 18: Stabilitetsberäkning i sektion K-K där glidytor har beräknat från järnvägen mot detaljplanen vid planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B), odränerad analys. Både den kritiska glidyten mot järnvägen samt mot dagvattendammen redovisas. Notera dagvattendammens placering ca 50 m från spårmitte.

Resultaten visar att säkerheten mot stabilitetsbrott för planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B) med lastbegränsning till 30 kPa uppfylls i sektionen vid vägskärningen vid verksamhetsområdet om belastningen inom verksamhetsområdet inte överstiga 30 kPa. Se Figur 19.



Figur 19: Stabilitetsberäkning i sektion över vägskärningen intill verksamhetsområde som visar den kritiska glidyten vid planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B), kombinerad analys.

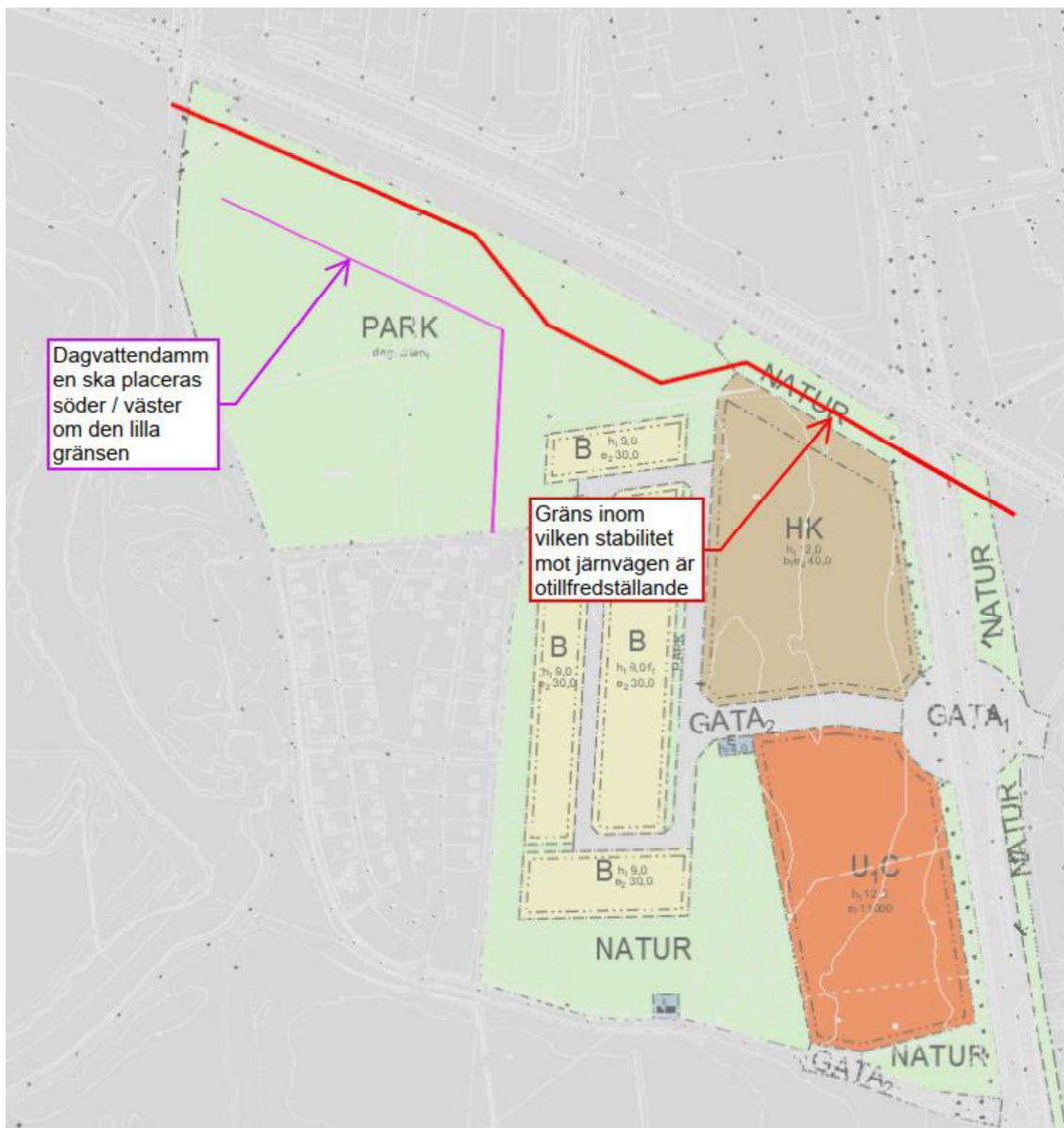
Resultaten visar att säkerheten mot stabilitetsbrott för planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B) med 10 kPa belastning för eventuell markbelastning samt 15 kPa trafiklast och fyllnadslänt i 1:5 uppfylls i sektionen vid bostadsområdet. Detta förutsätt att dagvattendammen inte placeras närmare än ca 25 m från släntkrön. Se Figur 20.



Figur 20: Stabilitetsberäkning i sektion över fyllnadsslänt för bostadsområdet (+146,8) som visar den kritiska glidytan vid planerade förhållanden enligt planskiss (Fall B) med belastning och med fyllnadslänt i 1:5, odränerad analys. Notera dagvattendammens placering ca 25 m från släntkrön.

För att inte de låga säkerhetsfaktorerna avseende stabilitetsbrott för järnvägen ska påverka planområdet behöver plangränsen flyttas åt söder. Avstånd från järnvägen inom vilka stabiliteten är otillfredsställande har beräknats och denna gräns presenteras i Figur 21. En marginal på 5 m har lagts till på framräknade avstånden för att ta höjd för eventuella variationer i geometriska och geotekniska förutsättningar.

Stabilitetsberäkningar visar att, med hänsyn till stabilitet för järnvägen samt kvartersmark, kan en max 1,6 m djup dagvattendamm placeras söder och väster om den gräns som presenteras i Figur 21. Djupare dagvattendamm, eller med annan placering behöver detaljutredas.



Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023.1223 Handling: 728447

Figur 21: Gränsen mot järnvägen inom vilka stabiliteten har beräknats vara otillfredsställande visas av den röda linjen. Gränsen för placering av dagvattendammen visas av den lilla linjen.

9.3.2 Känslighetsanalys

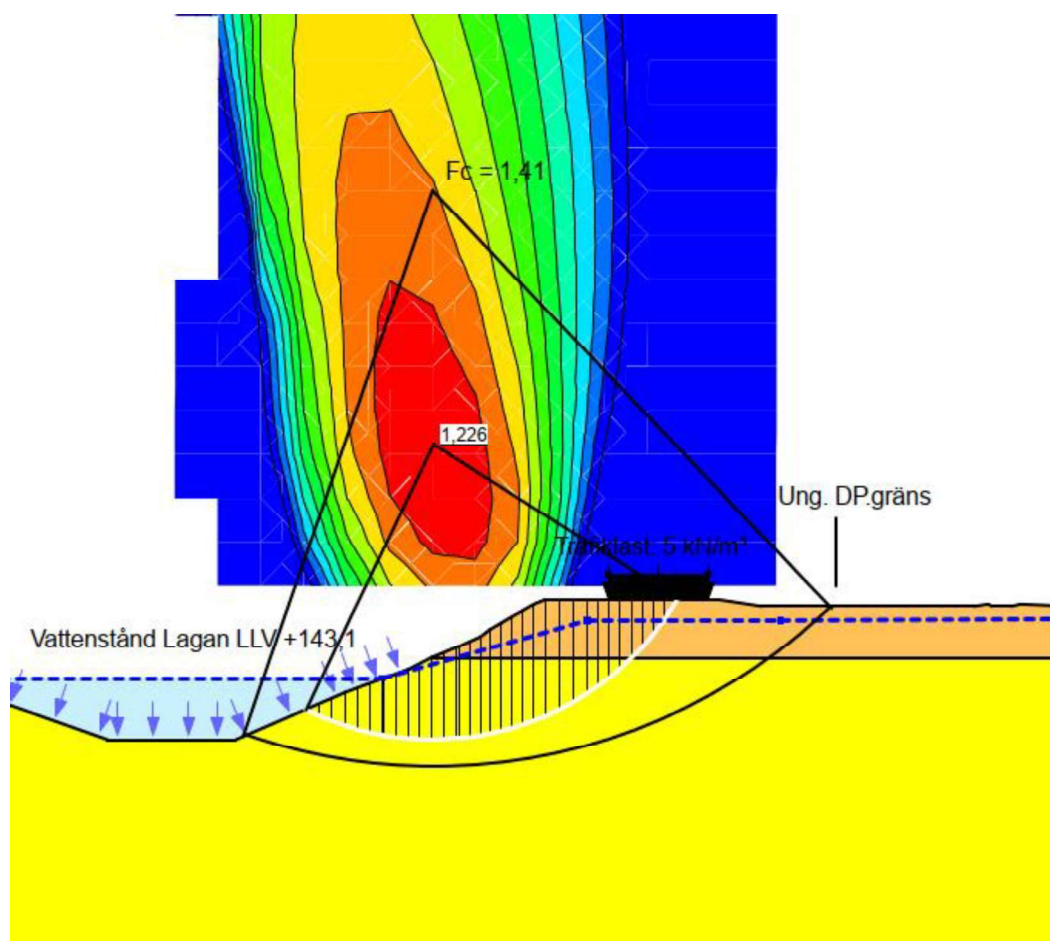
Resultat av känslighetsanalys för Lagans bottendjup presenteras i Tabell 10.

Tabell 10: Resultat av känslighetsanalys av Lagans djup

Sektion	Analys	Resultat
Lagan	Lagans bottendjup, 1 m djupare, kombinerad	1,31 ¹
	Lagans bottendjup, 2 m djup, odränerad skjuvhållfasthet	1,41 ¹

Notering: 1. Resultat avser glidyten som når gränsen för detaljplaneområdet.

Känslighetsanalys visar att Lagans bottendjup har en stor påverkan på stabiliteten för slänten mot Lagan. Känslighetsanalys visar att med ett bottendjup på 1 m djupare än det från MSB:s underlag uppfylls inte säkerheten mot stabilitetsbrott för glidytor som når gränsen på detaljplaneområdet, se Figur 22.



Figur 22: Känslighetsanalysen, bottendjup i än 1 m djupare än bottenskanningen, vid Lagan som visar den kritiska glidyten vid befintliga förhållanden (Fall A), odränerad analys.

10 Sättningar

På grund av det mäktiga lager av lös lera och även skikt av lös organisk jord som förekommer är delar av undersökningsområdet mycket känsligt för sättningar vid markbelastningar, till exempel av fyllning. Delområdet 1 är mest känslig för sättningar men bedömningen är att det finns risk för sättningar även i delområde 2 och 3. Delområde 4 är inte sättningskänslig.

Höjdsättning av marken inom undersökningsområdet är ännu inte bestämd, men dagvattenutredningen rekommenderar en lägsta marknivå inom kvartersmarks på lägst +146,8 med hänsyn till översvämningsrisk. Inom området för bostäder enligt planskiss innebär det uppskattningsvis 1 till 1,8 m fyllning, detta motsvarar en markbelastning på mellan 20 - 36 kPa.

Då lerans mäktighet varierar kraftigt kan stora differenssättningar bildas vid påförande av marklast.

I delområde 1 kommer även sättningar uppkomma i den organiska jorden som har påträffats bland annat i undersökningar i delområdets södra del vid planerade bostadsområdet.

Lermäktigheten inom delområde 1 varierar mellan 5 och 11 m. Detta, tillsammans med de kraftiga variationerna i ytjordlagerföljden, innebär risk för differenssättningar.

Överslagsberäkningar visar att vid uppfyllnad inom bostadsområdet kan konsolideringssättningar mellan 30 cm och 80 cm uppkomma då marken höjs till +146,8. Tid för konsolidering och att dessa sättningar ska utbildas beräknas vara mellan ca 10 och 100 år, beroende på jordmäktigheten. Det noteras att utöver konsolideringssättningar kommer även krypsättningar uppkomma vilka kan vara mellan 10 och 100 % av konsolideringssättningarna. På grund av de stora sättningar som förväntas uppstå vid uppfyllnad till angiven marknivå har markförstärkningsåtgärder tagits fram, se avsnitt 10.1.

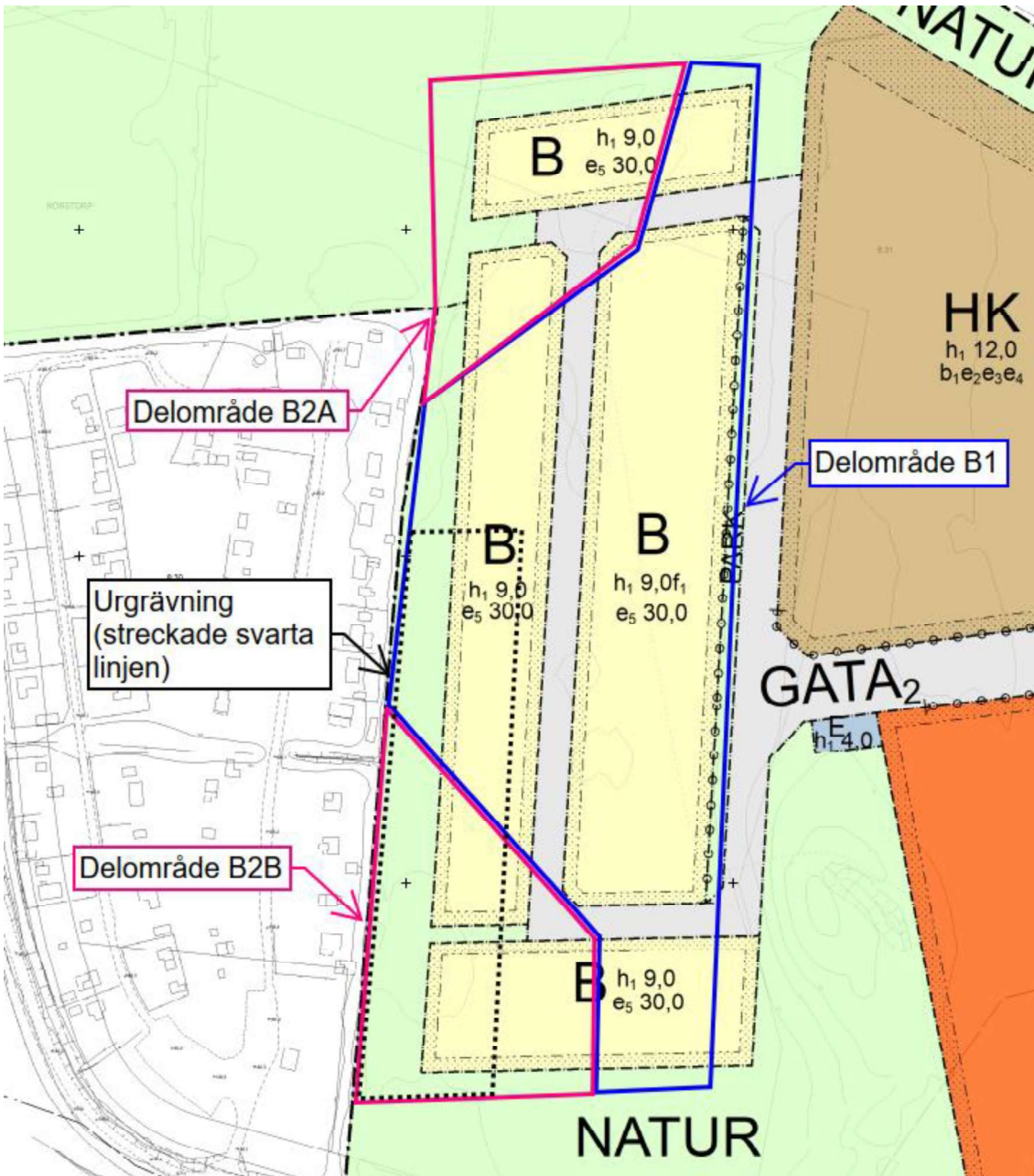
Fyllning inom delområde 2 för att nå marknivå +146,8 omfattar mellan 0 och 1 m fyllning, som innebär en markbelastning upp till 18 kPa. Lermäktigheten är som mest ca 3,5 m, vilket är mindre än för delområde 1.

Överslagsberäkningar visar att vid uppfyllnad för verksamhetsområde inom delområde 2 ger som mest sättningar i storleksordning 5 cm. Dessa sättningar beräknas uppkomma på en tid mindre än 6 månader. Inga krypsättningar bedöms ske i delområde 2.

Risker för skadliga total- och differenssättningar inom delområde 3 är lägre än för delområde 1 och 2 men behöver utredas vid kommande arbete när laster från planerade byggnader och marklast har fastslagits.

10.1 Sättningsreducerade åtgärder - delområde 1

Området har delats upp baserat på geotekniska förutsättningar i två delområde - delområde B1 och delområde B2 (som består av B2A och B2B) se Figur 23.



Figur 23: Uppdelning av bostadsområdet utifrån de geotekniska förutsättningarna, B1, B2A samt B2B. Område där urgrävning föreslås är markerad med svart streckad linje och sträcker sig över både delområde B1 och delområde B2B.

Två alternativ för sättningsreducerade åtgärder har översiktligt studerats:

- Alternativ 1: KC-pelare förstärkning inom delområde B1 och delområde B2 för att förstärka jorden i området
 - KC-pelare, 600 mm diameter, installerat i ett rutnät med ca 1,1 m c/c avstånd mellan pelarna
 - Inom delområde 1 är pelarna ca 5,5 m långa
 - Inom delområde 2 är pelarna ca 13 m långa
 - Ca 1,2 m överlast med 18 månaders liggtid

- 2 skikt geonät i botten av uppfyllnaden
- Bedömningen är att under varje villa förtätas KC-pelarna med ca 30 st extra pelare. Villorna kan därefter grundläggas på fyllningen med platta på mark
- Urgrävning och återfyllnad med bergkross ner till ca 2,5 m i området enligt Figur 23.
- Alternativ 2: Vertikaldräner med överlast inom delområde B1 för att påskynda sättningsförloppet. Delområde B2 utgår
 - Vertikaldräner, ca 6,5 m långa, installerat i ett rutnät med ca 1,1 m c/c avstånd mellan dräner
 - Ca 1,7 m överlast med 24 månaders liggtid. Efter liggtiden kommer enbart 0,9 m av överlasten att schaktas bort då ca 0,8 m sättningar har beräknats utspelats
 - Pålgrundläggning för villorna erfordras
 - Urgrävning och återfyllnad med bergkross ner till ca 2,5 m i området enligt Figur 23. Detta utförs efter liggtiden för överlasten och kan innebära en ny etablering
 - Alternativet förutsätter att VA-ledningar utförs med svetsade plaströr och trycksatta spillledning.

Överslagsberäkningar för ovanstående åtgärder måste bekräftas i samband med detaljprojektering med vidare undersökningar, provtagningar samt analyser.

11 Rekommendationer

11.1 Stabilitet

Totalstabiliteten i området är i huvudsak tillfredställande med hänsyn till de flacka områden som området i huvudsak utgörs av. Lokalt där det finns slänter med nivåskillnader, vid Lagan i väster, kring järnvägsbanken i norr, samt skärningsslänten mot Malmövägen i öster behöver dock utformningen av detaljplanen anpassas med hänsyn till de geotekniska förutsättningarna så att säkerhetskraven avseende stabilitet uppfylls. Även utformningen av planerad fyllningen till nivå +146,8 inom bostadsområdet behöver säkerställas.

Vid alla markarbeten i området behöver hänsyn tas till geoteknik vid framtida arbeten med höjdsättning och markanvändning.

11.1.1 Lagan

Området i anslutning till Lagan planeras som parkmark vilket innebär att gällande stabilitetskrav är något lägre än för bebyggelse. Stabilitet för detaljplaneområdet i anslutning till Lagan bedöms enligt utförda stabilitetsberäkningar och antagna förutsättningar därför vara tillfredställande för parkmark.

Den delen av detaljplaneområdet som är närmast Lagan ligger vid en yttersväng av ån vilket innebär en förhöjd risk för erosion. Den meandrande processen är en pågående process då det inte finns något skyddande erosionsskydd i ån. Det kan därför antas att över tid kommer Lagans åfåra flyttas mot detaljplaneområdet.

Det är en frågeställning att beakta om det är nödvändigt och lämplig att utföra erosionsskydd inom ett naturområde för att i framtiden skydda parkmark där inga, eller relativ enkla, anläggningar planeras och människor inte vistas stadigvarande i området.

11.1.2 Järnvägsbanken

Lägst säkerhet mot stabilitetsbrott inom detaljplaneområdet är för glidytor som omfattar järnvägsbanken. Banken är förstärkt med tryckbankar men dagens säkerhetskrav mot stabilitetsbrott uppfylls inte i de beräknade sektionerna. Stabiliteten är lägst vid sektion P-P, se Figur 14, delvis på grund av att marken i anslutning till järnvägsbanken sluttar svagt mot planområdet.

I samråd med Beställaren har en gräns för planområdet tagits fram mot järnvägen inom vilka stabiliteten är otillfredsställande, se Figur 21. Förutsatt att planläggning sker söder om denna gräns bedöms stabilitet inom detaljplanområdet i denna del vara tillfredställande.

En åtgärd som skulle förbättra stabiliteten i anslutning till järnvägen är att utöka tryckbankerna söder om järnvägsbanken. Åtgärden har inte utretts men skulle kunna tillåta planläggning närmare järnvägsbanken.

Försiktighet måste tas vid höjdsättning av marken intill järnvägsbanken. En närmsta gräns har därför tagits fram för placering av en dagvattendamm som har en djup på max 1,6 m. Stabiliteten av järnvägsbanken påverkas inte så länge dagvattendammen placeras söder / väster om gränsen som finns i Figur 21. I området närmare järnvägen än denna gräns rekommenderas en planbestämmelse som begränsar höjdsättning till som lägst dagens nivåer.

11.1.3 Vägskärningen

Stabilitetsberäkning visar att stabiliteten för vägskärningen innebär att markanvändning/belastning behöver säkerställas i planen. Med en begränsad markbelastning inom område för verksamhetsområde till som mest 30 kPa, som motsvarar en 1,5 m uppfyllnad eller belastning från en 3 vånings plattgrundlagd byggnad, är stabiliteten tillfredställande.

11.1.4 Bostadsområde

Stabilitetsberäkningar indikerar att höjdsättningen av området kommer påverka stabiliteten. Om fyllningsslänten ställs i en lutning på 1:5 och markbelastningen inom byggrätterna begränsas till 10 kPa är stabiliteten tillfredställande. Detta förutsatt att dagvattendammen byggs utanför gränsen som presenteras i Figur 21.

11.2 Sättning och höjdsättning

Marken inom undersökningsområdet är sättningskänslig, särskilt inom delområde 1 och 2.

Avsänkning av grundvatten kan orsaka sättningar och ska därmed undvikas. Det innebär att eventuella källare i området ska utföras vattentäta. Dagvattendammens eventuella påverkan på grundvattennivåer bör även kontrolleras.

11.2.1 Delområde 1 och 2

Vid uppfyllnad till +146,8, som rekommenderas i dagvattenutredningen, kommer stora total- och differenssättningar ske om marken inte grundförstärks. Dessa sättningar skulle med tiden kunna bli i storleksordning 0,5 m till mer än 1,0 m och ta mer än 50 år att utvecklas fullt ut. Sättningar kan antas skada hårdgjorda ytor, ledningar, tillgänglighet till byggnader, och även pålgrundlagda byggnader behöver dimensioneras för dessa sättningar.

För att minska risk för skada inom delområde 1 har två alternativ översiktligt utretts som inkluderar antingen KC-pelare förstärkning eller vertikaldränering. Mer information om dessa alternativ presenteras i avsnitt 10.1.

Överslagsberäkningar visar att sättningar vid uppfyllnad för verksamhetsområde inom delområde 2 troligen kommer vara små. De bedöms kunna hanteras genom en 6 månaders ligg tid av fyllningen.

11.2.2 Delområde 3

Sättningskänslig jord, såsom lös lera, är begränsad inom delområde 3. I saknad på höjdsättning, är det svårt att utvärdera sättningsproblematiken inom delområdet.

Det är möjligt att sättningsproblematiken i denna del kan hanteras genom att följa befintliga marknivåer samt eventuell urskiftning av lösmaterial.

11.3 Grundläggning

Lämpliga grundläggningsmetoder är beroende på höjdsättning inom undersökningsområdet. Inom delområde 1 och 2 är pålgrundläggning av byggnader preliminärt nödvändigt beroende på vilken förstärkningsåtgärd som kommer väljas inom bostadsområdet.

Pålgrundläggning behövs eventuellt även inom delområde 3 på grund av byggnadens storlek samt förekomst av lös lera. Eventuellt kan det vara möjligt att utföra kompensationsgrundläggning efter att lösa material har skiftats ut. Val av grundläggning kan bestämmas efter kompletterande undersökningar.

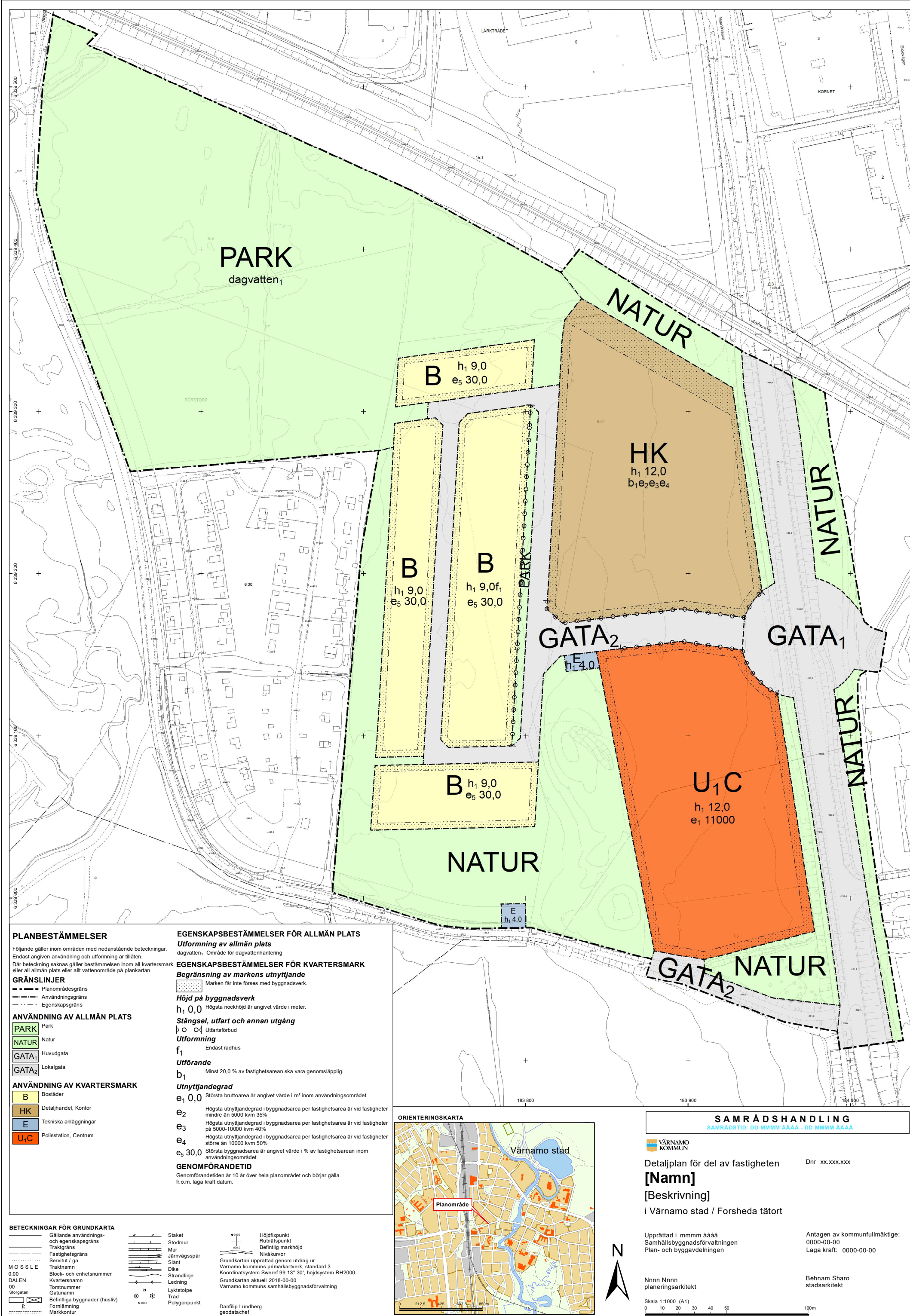
12 Vidare undersökning inför byggnation

Följande arbete rekommenderas inför byggnation:

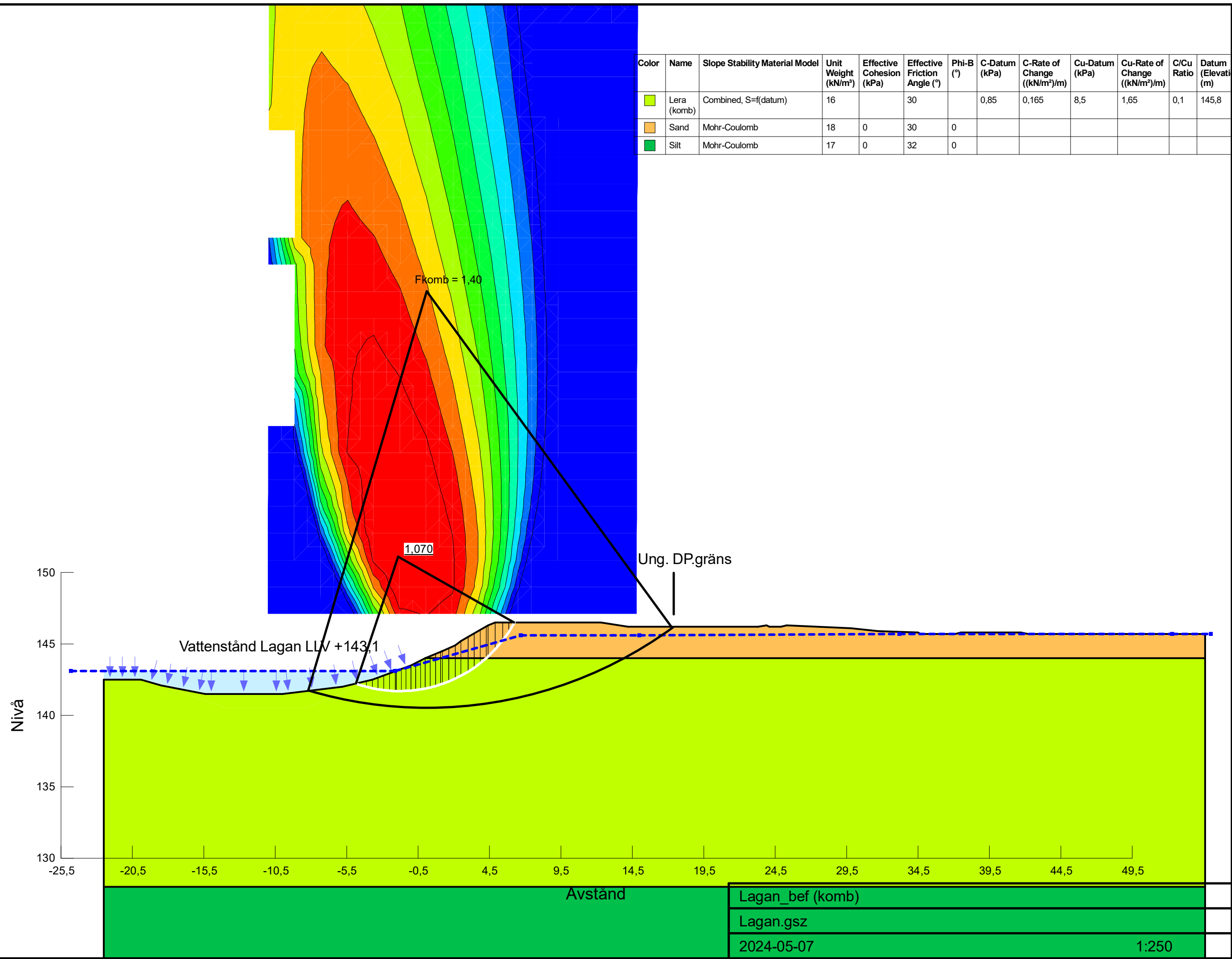
- Utförande av kompletterande geotekniska undersökningar samt analyser vid projektering av sättningsreducerande åtgärder och grundläggning.
- Uppdatering av sättningsberäkningar efter bekräftelse av höjdsättning samt andra belastningar.

Bilaga 1: Detaljplan skiss

Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023/1223 Handling: 728447



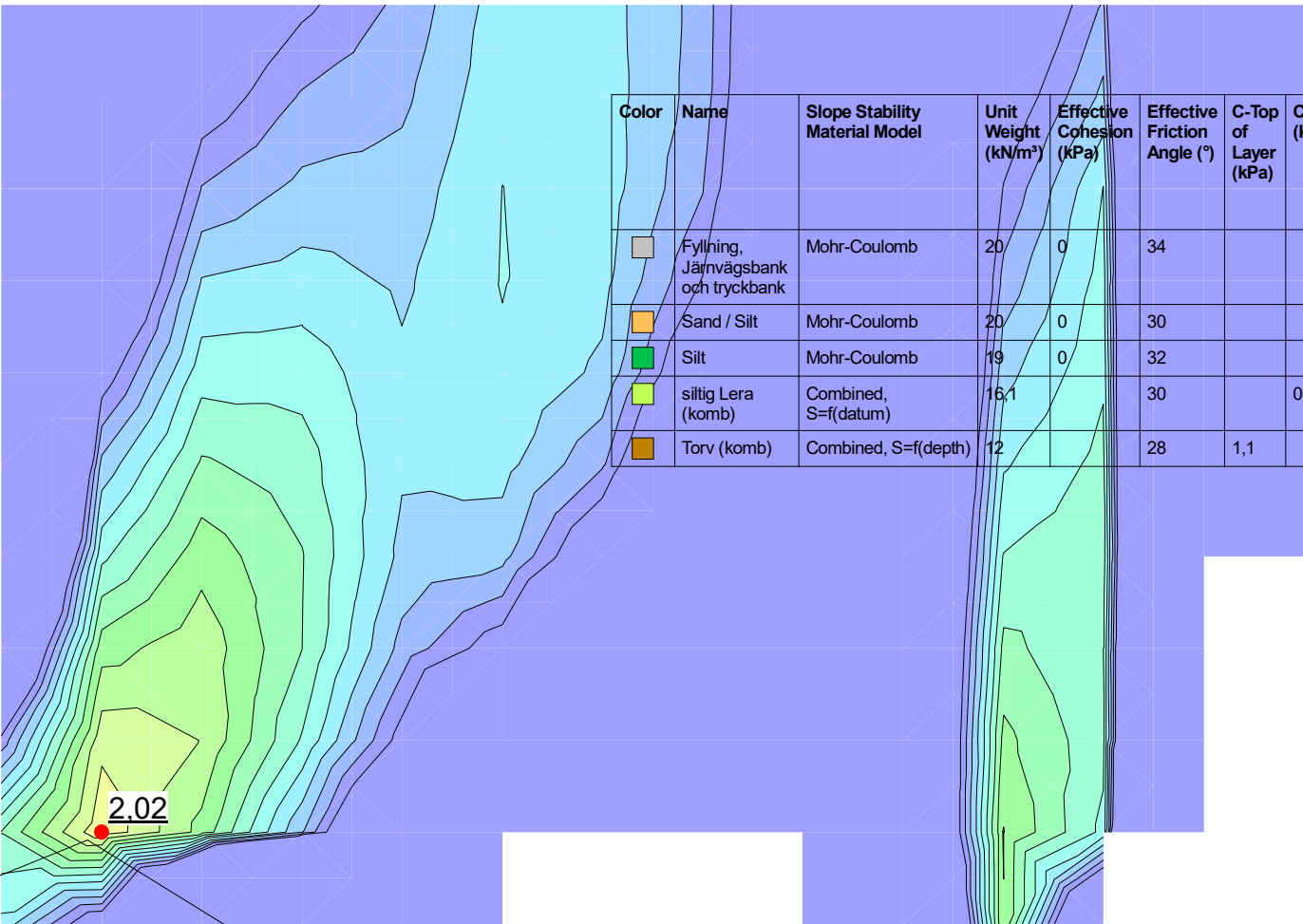
Bilaga 2: Utskrift av stabilitetsberäkningar



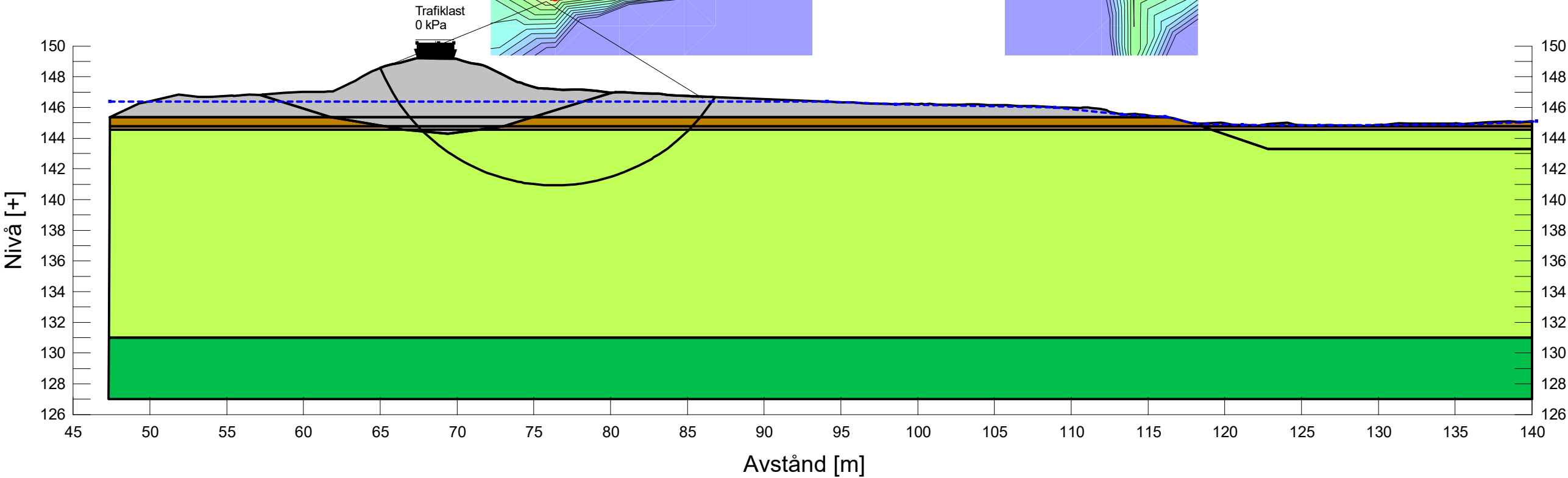


Rörstorp
Sektion K-K
Sektion K-K
Fall A: Kombinerad analys

Skala (A3): 1:300



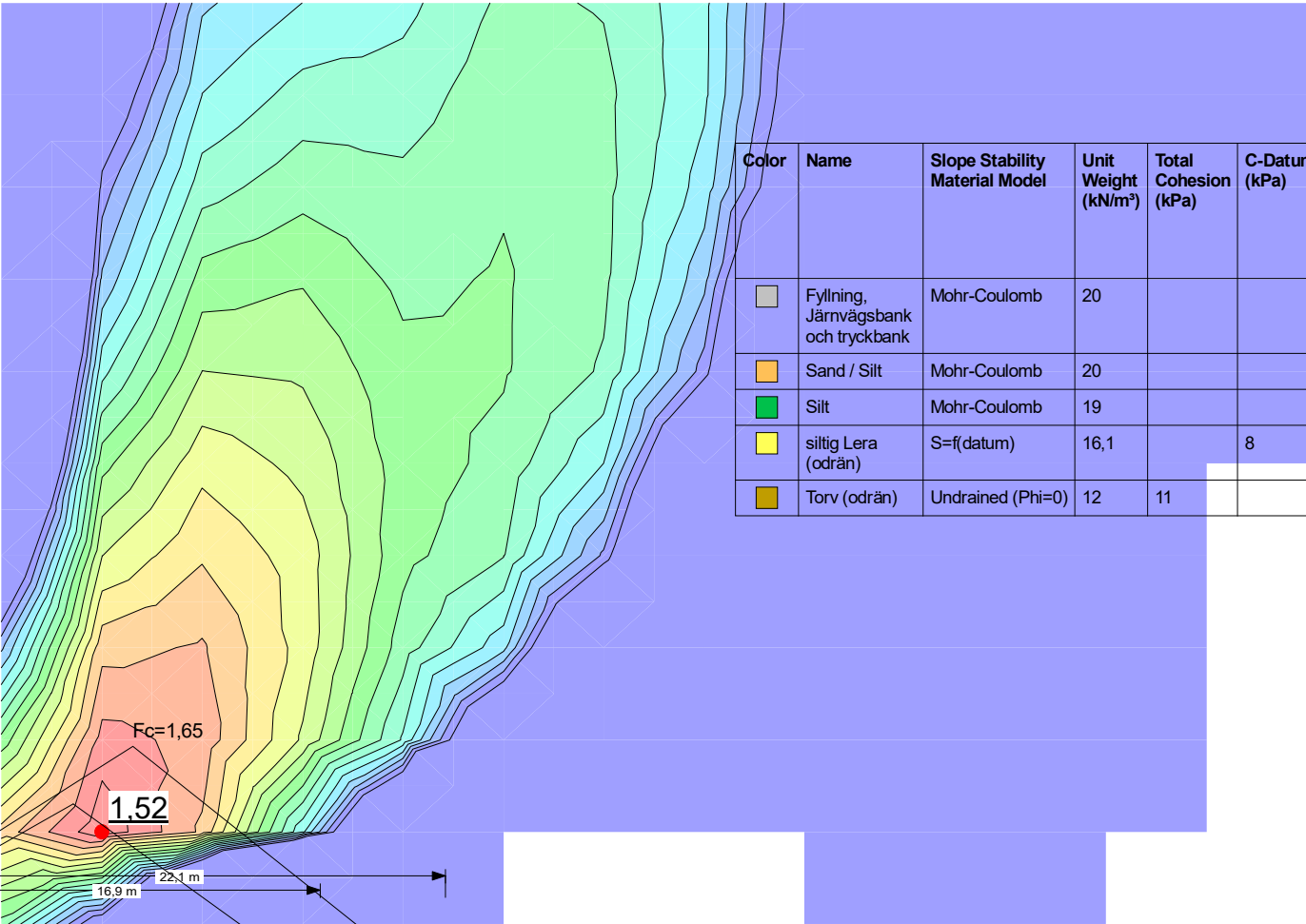
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20	0	34									0	18	1
	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20	0	30									0	18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19	0	32									0	17	1
	siltig Lera (komb)	Combined, S=f(datum)	16,1		30		0,8	0,16		8	1,6	0,1	145,8		16,1	1
	Torv (komb)	Combined, S=f(depth)	12		28	1,1		0,1	11		0	0,1			12	1



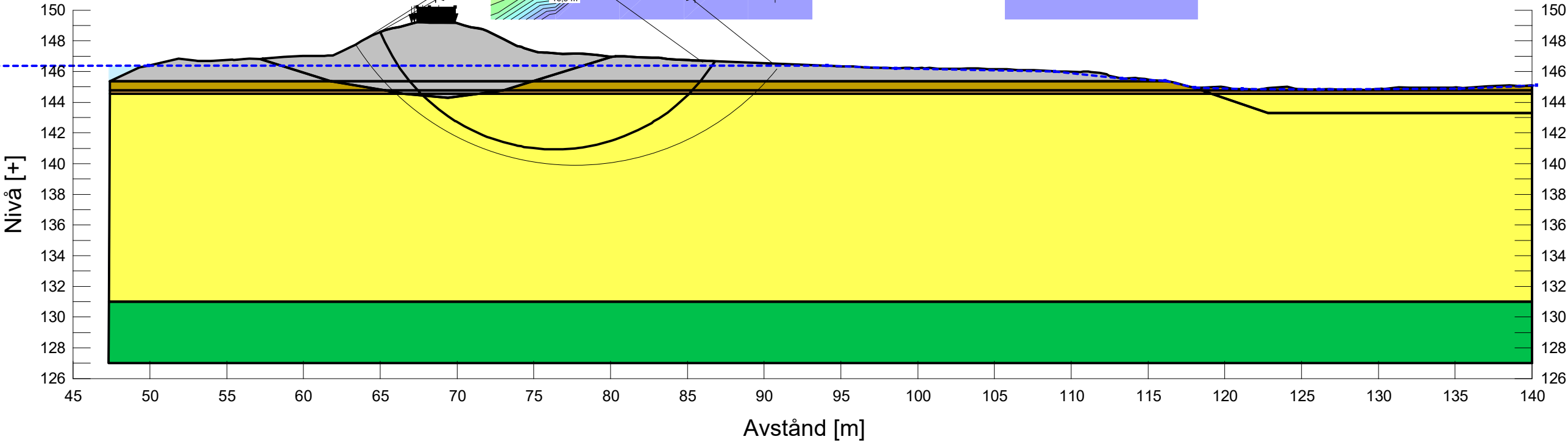


Rörstorp
Sektion K-K
Sektion K-K
Fall A: Odränerad analys

Skala (A3): 1:300



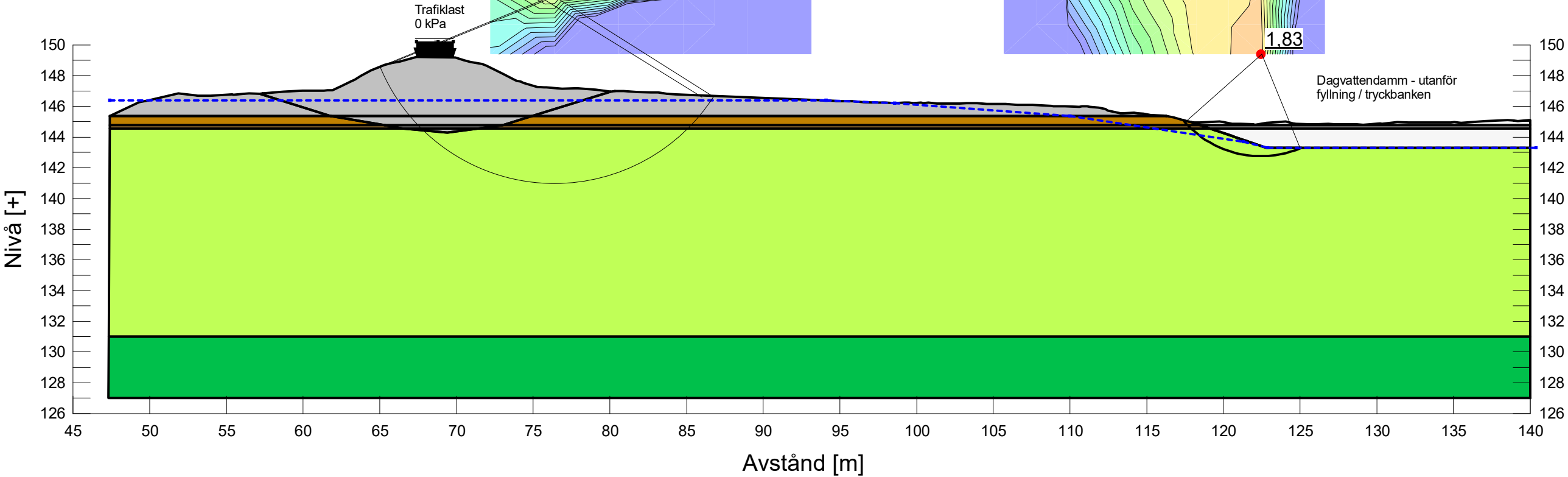
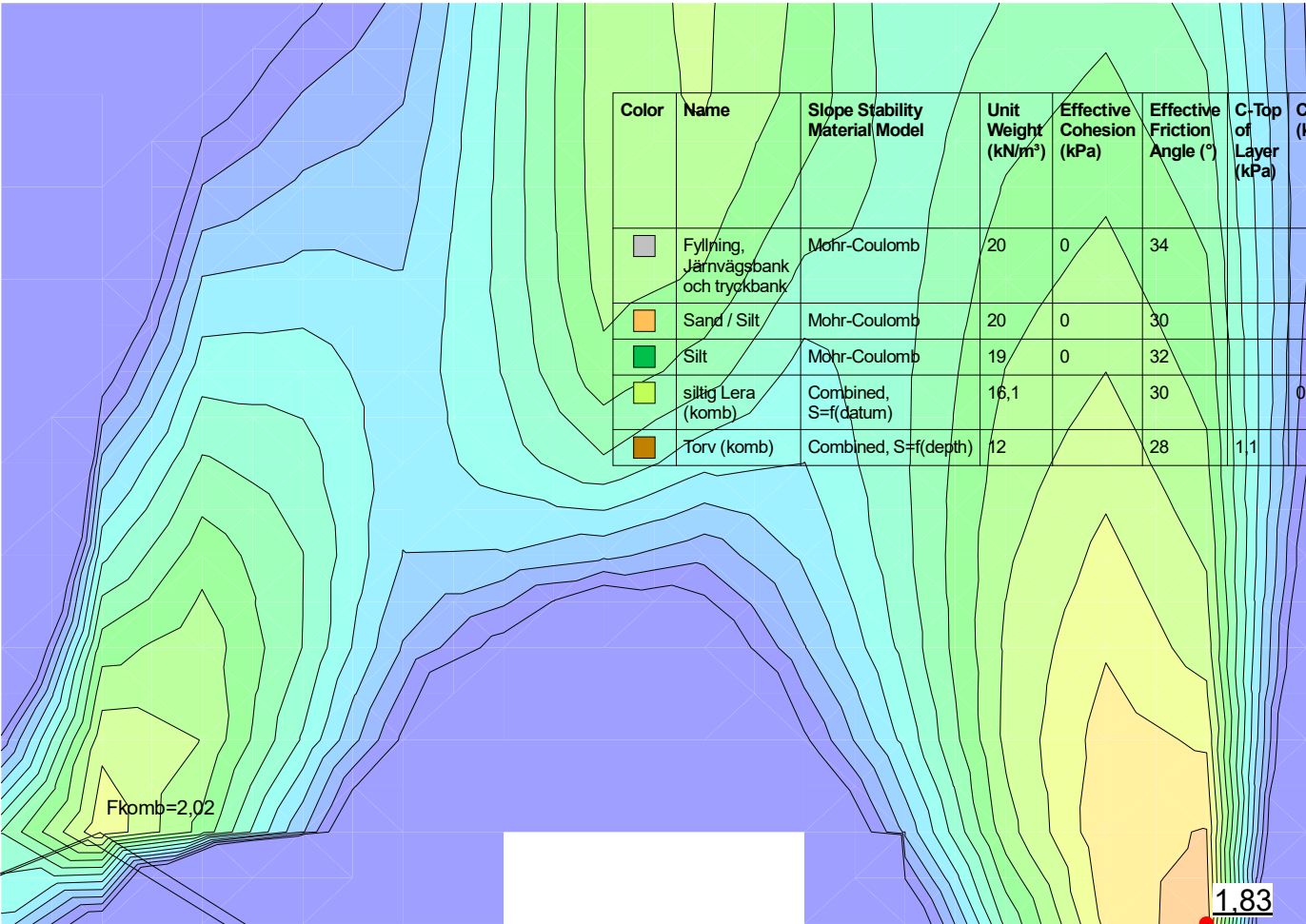
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20						0	34	0	18	1
	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20						0	30	0	18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19						0	32	0	17	1
	siltig Lera (odrän)	S=f(datum)	16,1		8	1,6	0	145,8				16,1	1
	Torv (odrän)	Undrained (Phi=0)	12	11								12	1

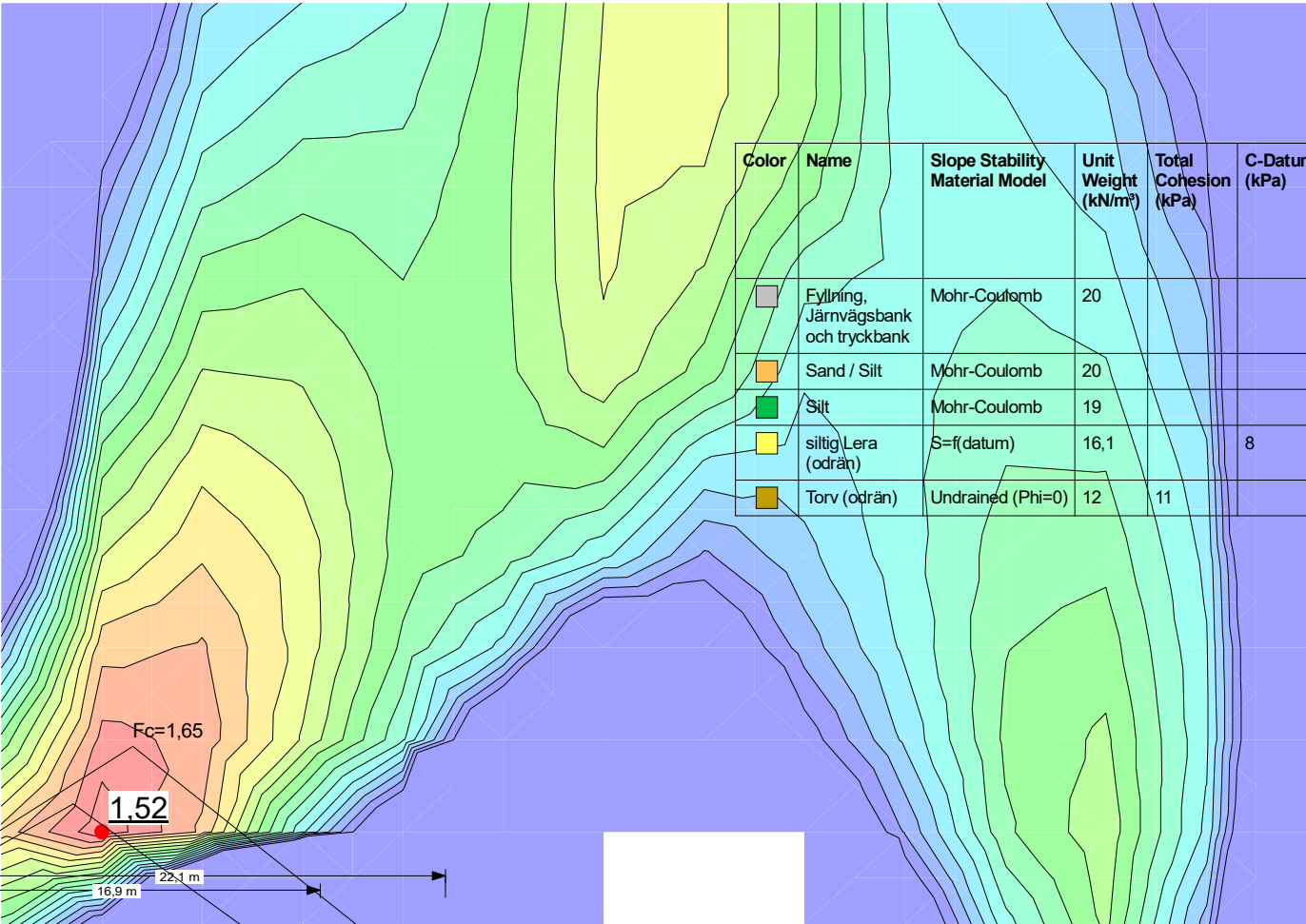




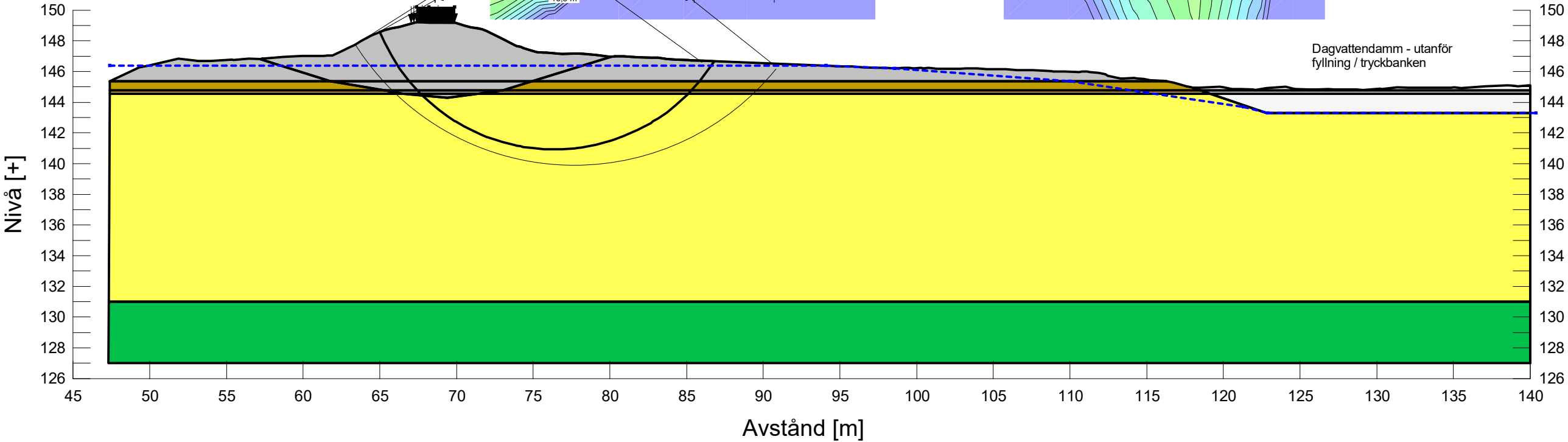
Rörstorp
Sektion K-K
Sektion K-K
Fall B: Kombinerad analys

Skala (A3): 1:300





Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20						0	34	0	18	1
	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20						0	30	0	18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19						0	32	0	17	1
	siltig Lera (odrän)	S=f(datum)	16,1		8	1,6	0	145,8				16,1	1
	Torv (odrän)	Undrained (Phi=0)	12	11								12	1

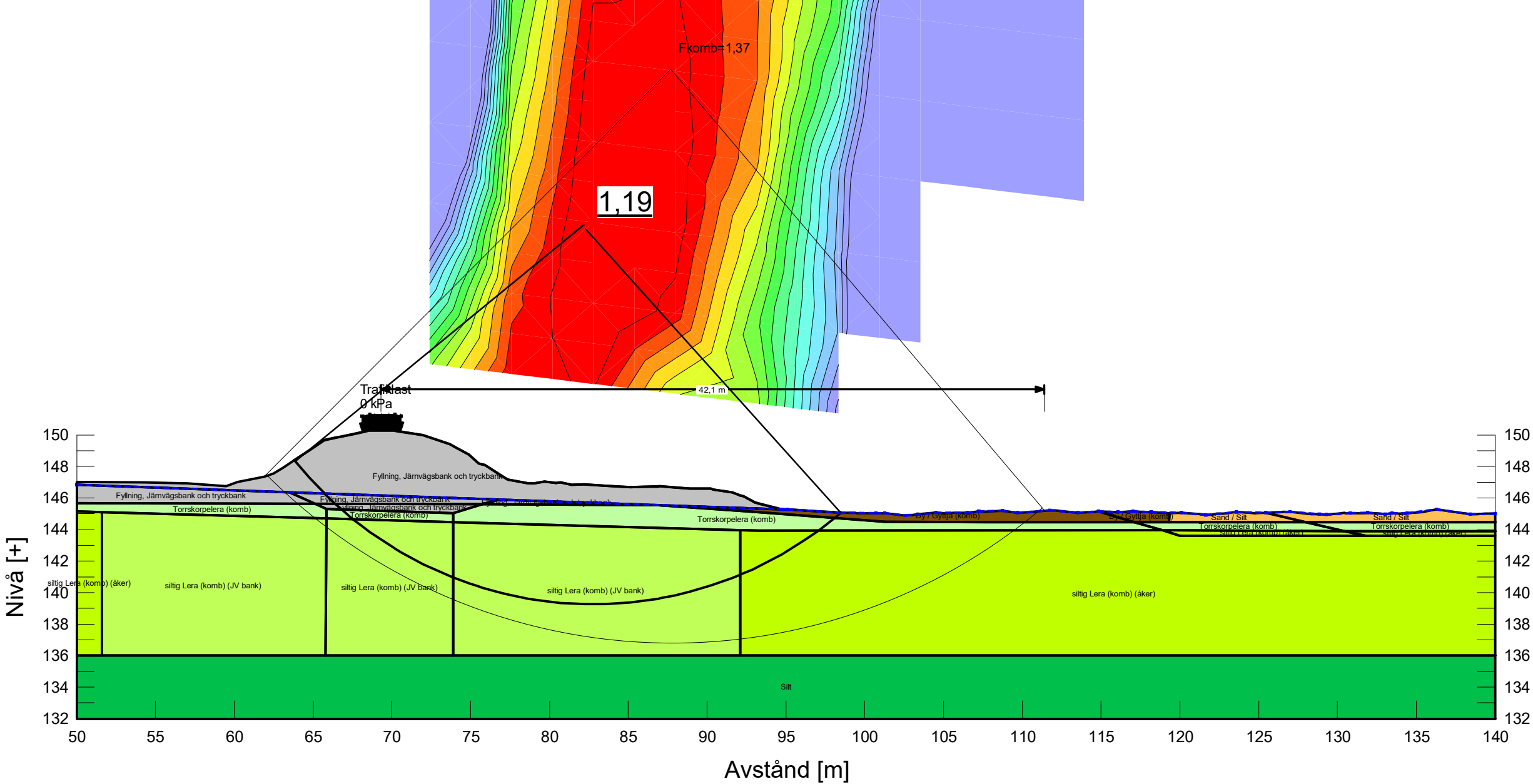




Rörstorp
Sektion P-P
Befintligt förhållande
Fall A: Kombinerad analys

Skala (A3): 1:300

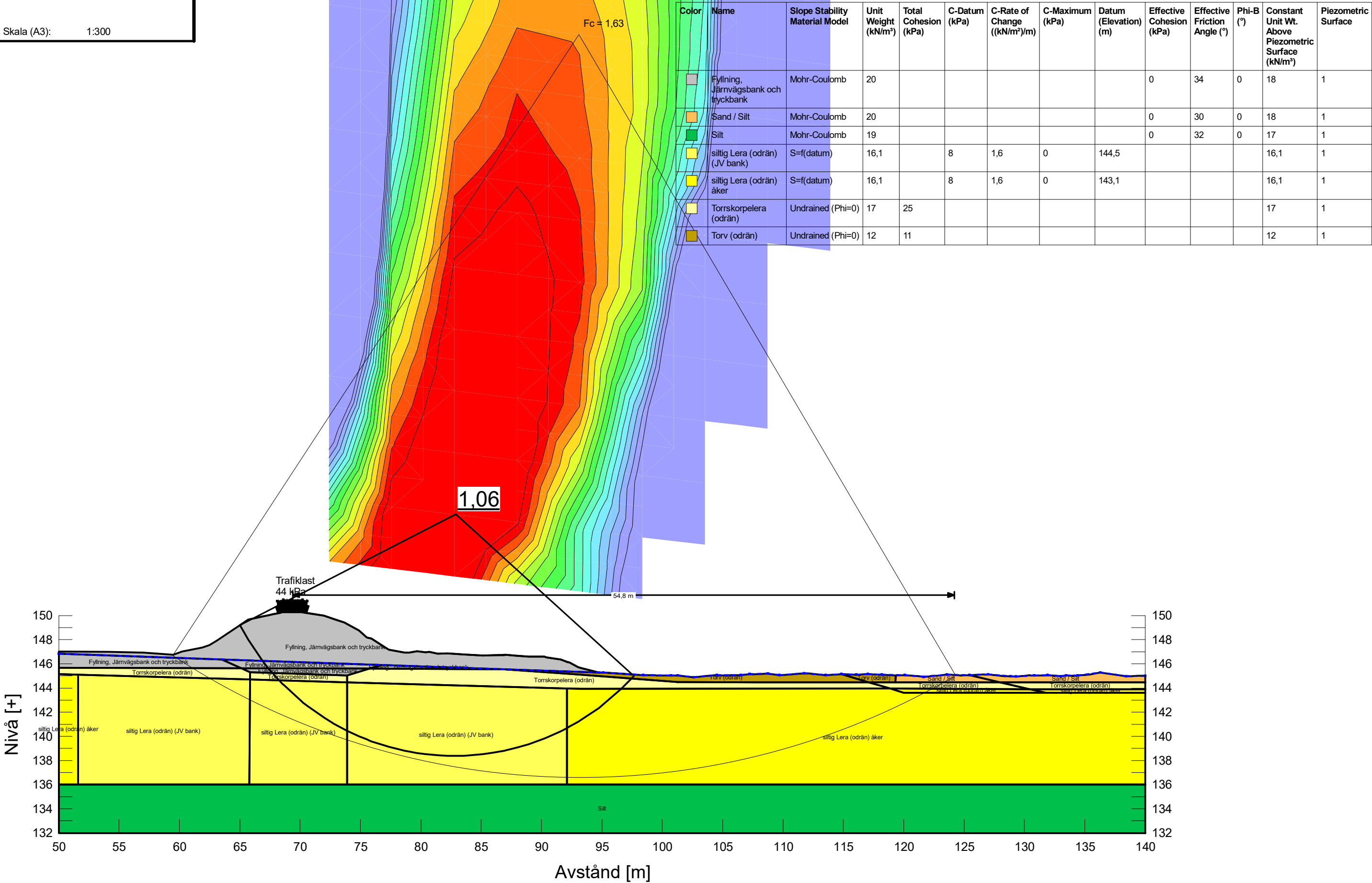
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
Dark Blue	Dy / Gyttja (komb)	Combined, S=f(depth)	13		28			0,9	0		9	0	0,1		13	1
Light Blue	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20	0	34		0								18	1
Orange	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20	0	30		0								18	1
Green	Silt	Mohr-Coulomb	19	0	32		0								17	1
Light Green	siltig Lera (komb) (JV bank)	Combined, S=f(datum)	16,1		30	0,8			0,16	8		1,6	0,1	144,5	16,1	1
Yellow	siltig Lera (komb) (åker)	Combined, S=f(datum)	16,1		30	0,8			0,16	8		1,6	0,1	143,1	16,1	1
Light Yellow	Torrskorpelera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30			2,5	0		25	0	0,1		17	1





Rörstorp
Sektion P-P
Befintligt förhållande
Fall A: Odränerad analys

Skala (A3): 1:300

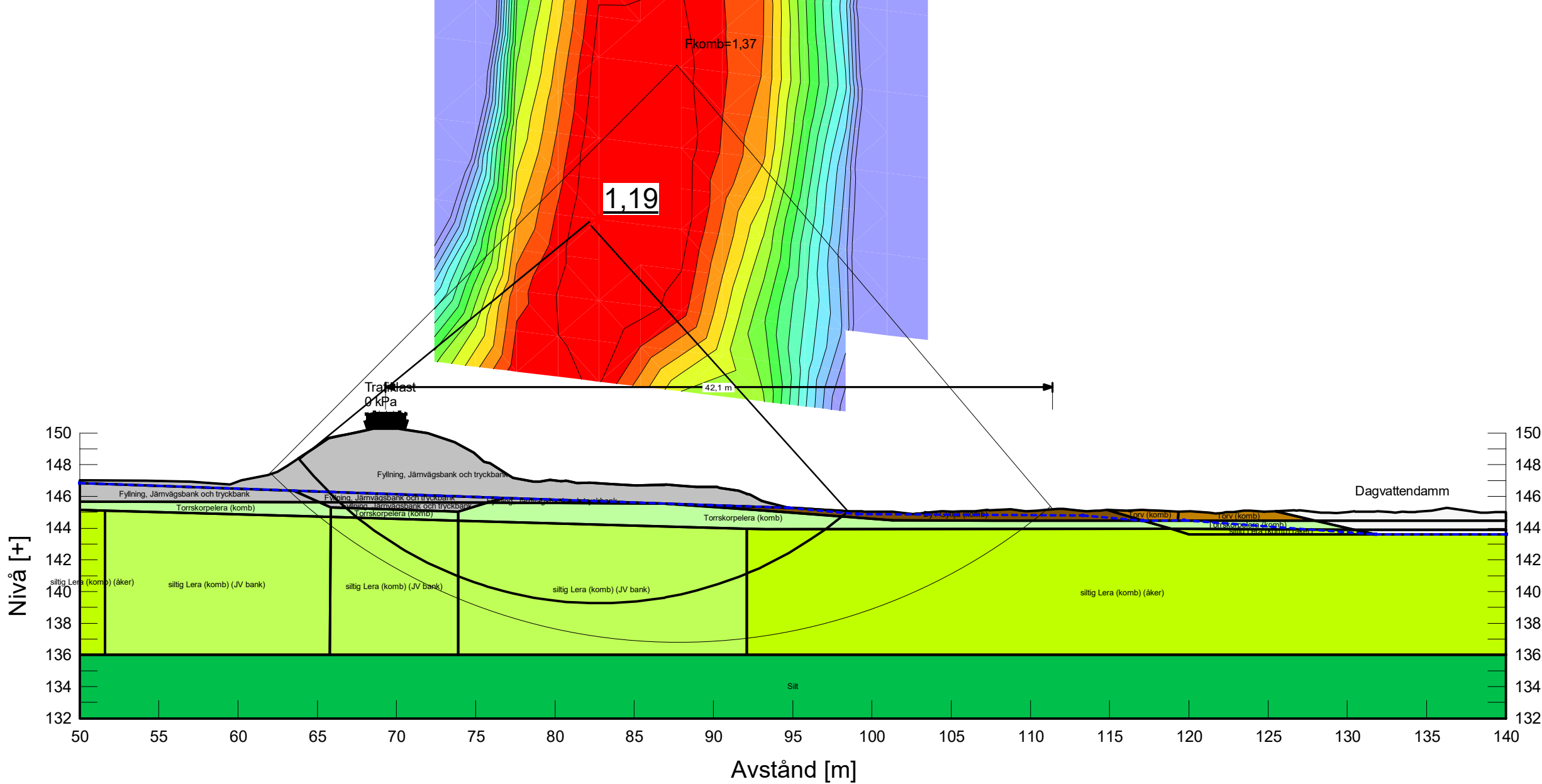




Rörstorp
Sektion P-P
Fall B: Kombinerad analys (dagvattendamm)

Skala (A3): 1:300

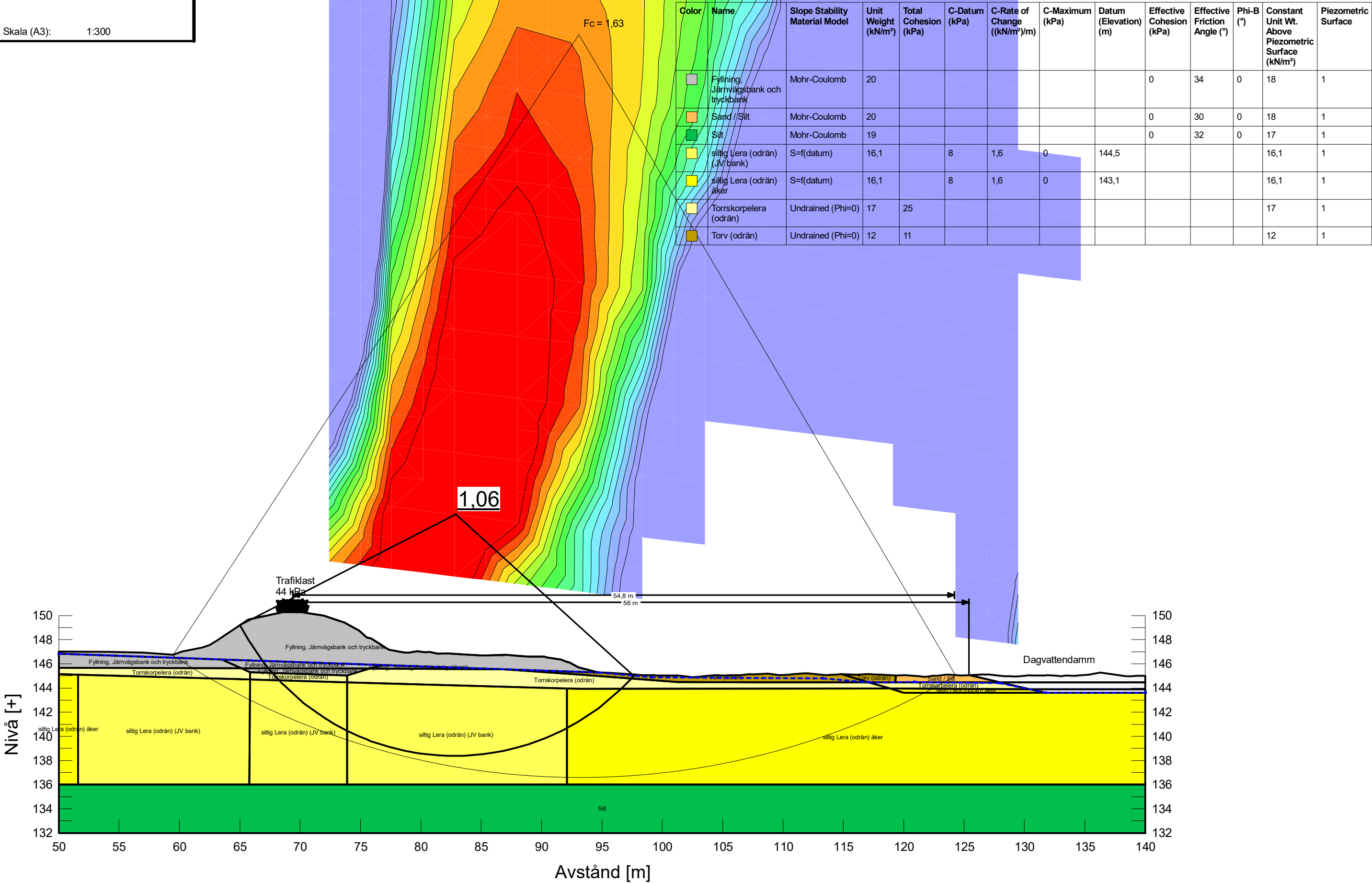
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Dy / Gyttja (komb)	Combined, S=f(depth)	13		28			0,9	0		9	0	0,1		13	1
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20	0	34		0								18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19	0	32		0								17	1
	siltig Lera (komb) (JV bank)	Combined, S=f(datum)	16,1		30	0,8			0,16	8		1,6	0,1	144,5	16,1	1
	siltig Lera (komb) (åker)	Combined, S=f(datum)	16,1		30	0,8			0,16	8		1,6	0,1	143,1	16,1	1
	Torrskorpelera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30			2,5	0		25	0	0,1		17	1
	Torv (komb)	Combined, S=f(depth)	12		28			1,1	0,1		11	0	0,1		12	1



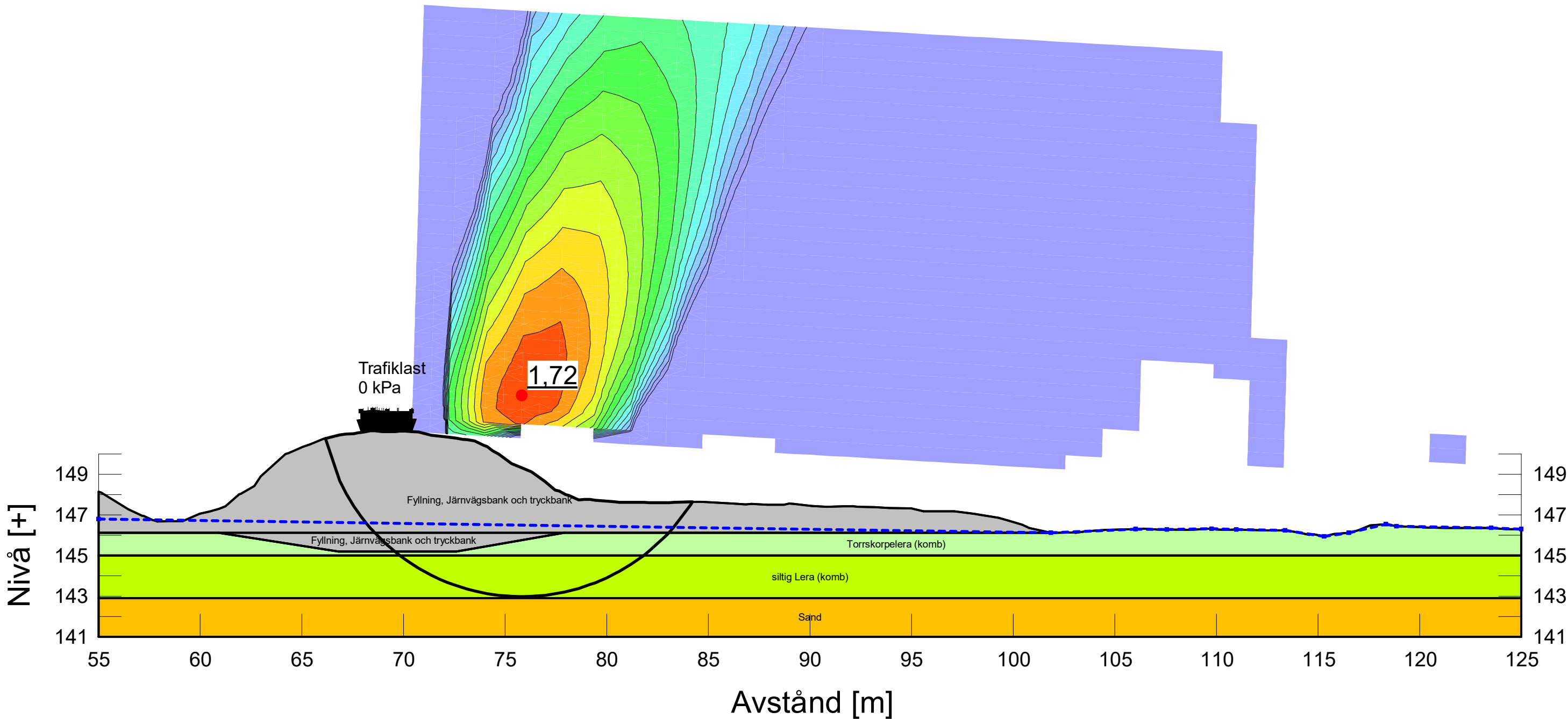


Rörstorp
Sektion P-P
Fall B: Odränerad analys (dagvattendamm)

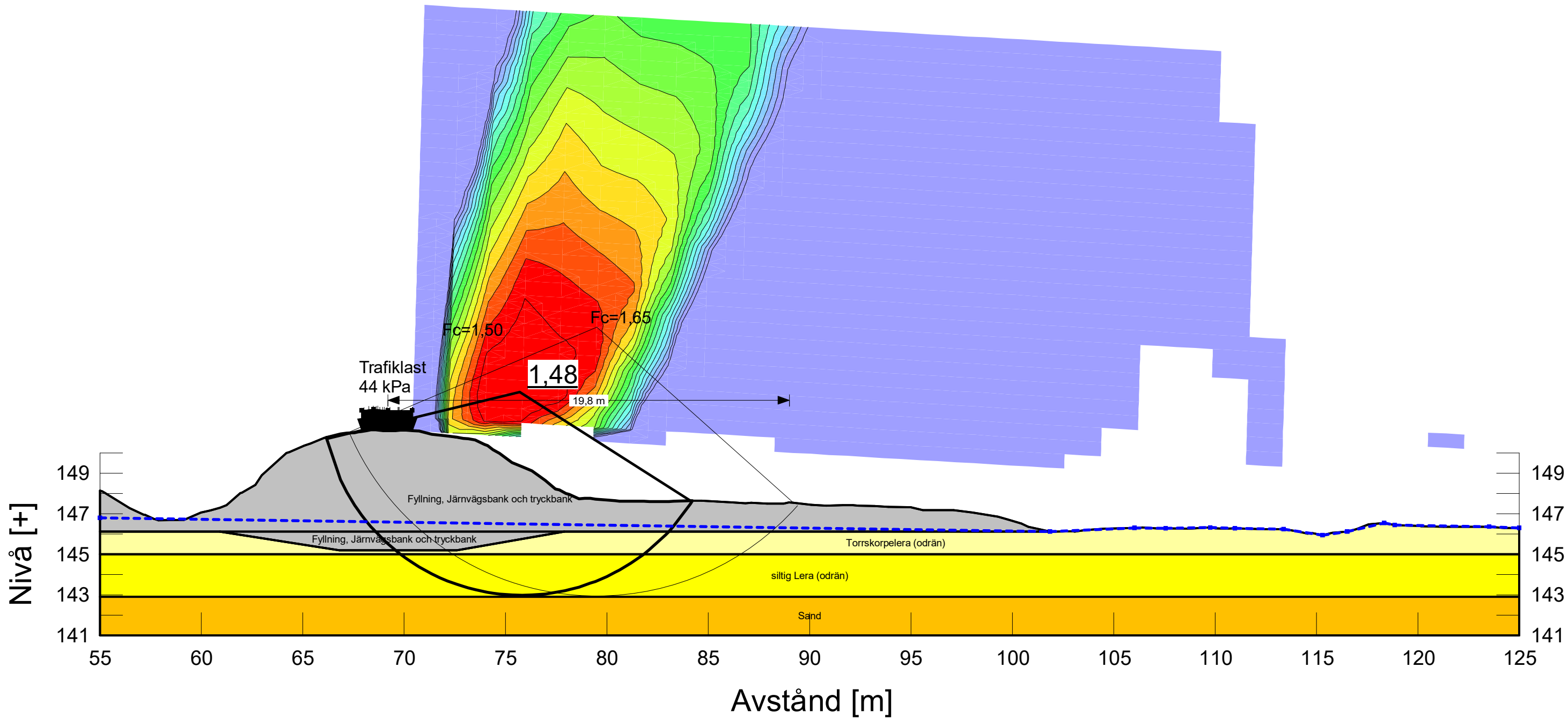
Skala (A3): 1:300



Color	Name	Slope Stability 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	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20	0	34						0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	32						0	18	1
	siltig Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	16,1		30	1,5	0	15	0	0,1		16,1	1
	Torrskorpelera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	25	0	0,1		17	1



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Järnvägsbank och tryckbank	Mohr-Coulomb	20		0	34	0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20		0	32	0	18	1
	siltig Lera (odrän)	Undrained (Phi=0)	16,1	15				16,1	1
	Torrskorpelera (odrän)	Undrained (Phi=0)	17	25				17	1



SWECO

Rörstorp

Sektion Vägskärning

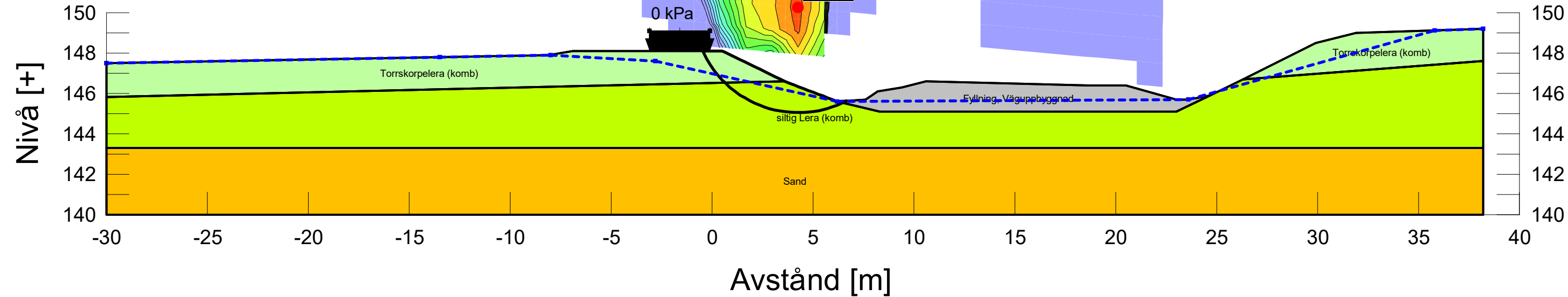
Befintligt förhållande

Kombinerad analys

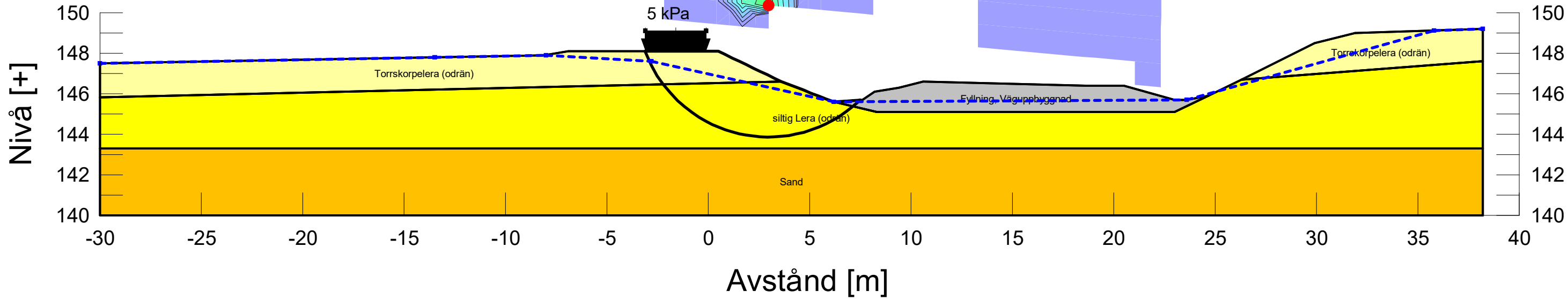
Skala (A3):

1:200

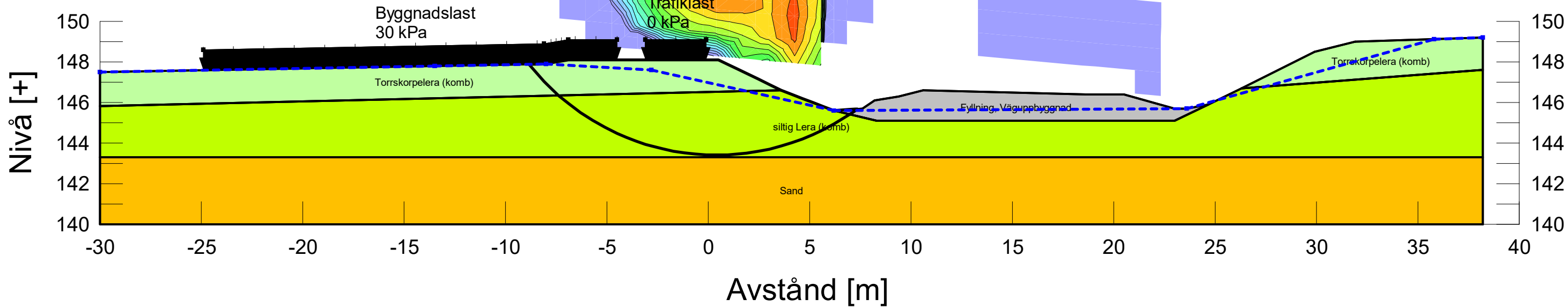
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Väguppbyggnad	Mohr-Coulomb	21	0	42						0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	32						0	18	1
	siltig Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	16,1		30	1,5	0	15	0	0,1		16,1	1
	Torrskorpelera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	25	0	0,1		17	1



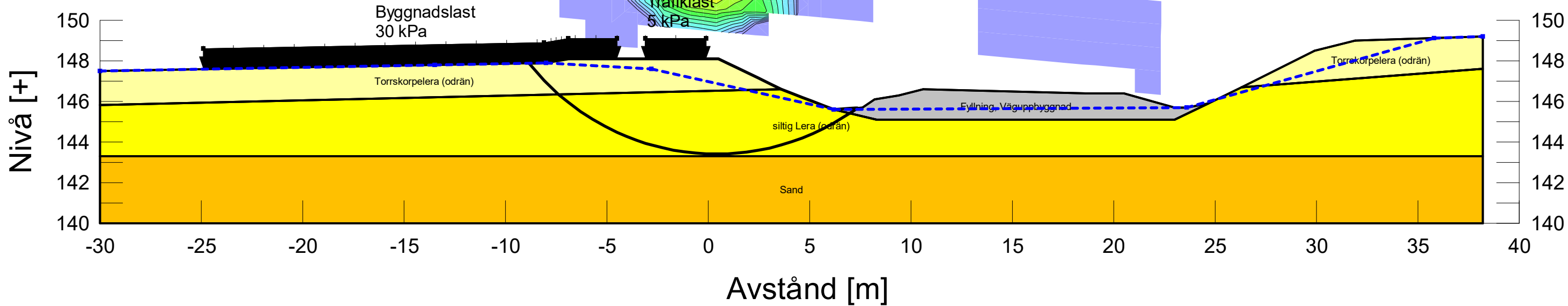
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Väguppgbyggnad	Mohr-Coulomb	21		0	42	0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20		0	32	0	18	1
	siltig Lera (odrän)	Undrained (Phi=0)	16,1	15				16,1	1
	Torrskorpelera (odrän)	Undrained (Phi=0)	17	25				17	1



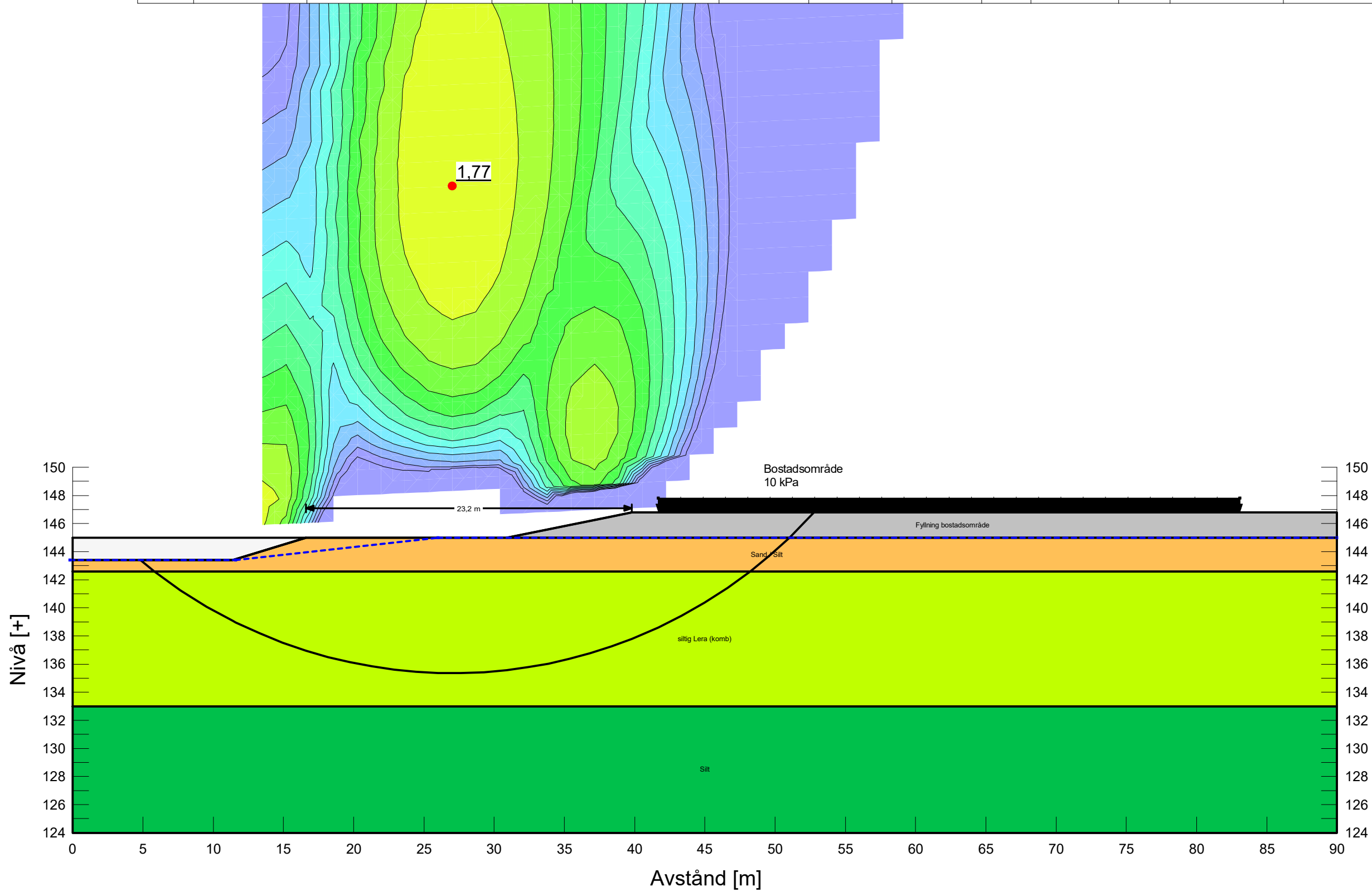
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Väguppbyggnad	Mohr-Coulomb	21	0	42						0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	32						0	18	1
	siltig Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	16,1		30	1,5	0	15	0	0,1		16,1	1
	Torrskorpelera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	25	0	0,1		17	1



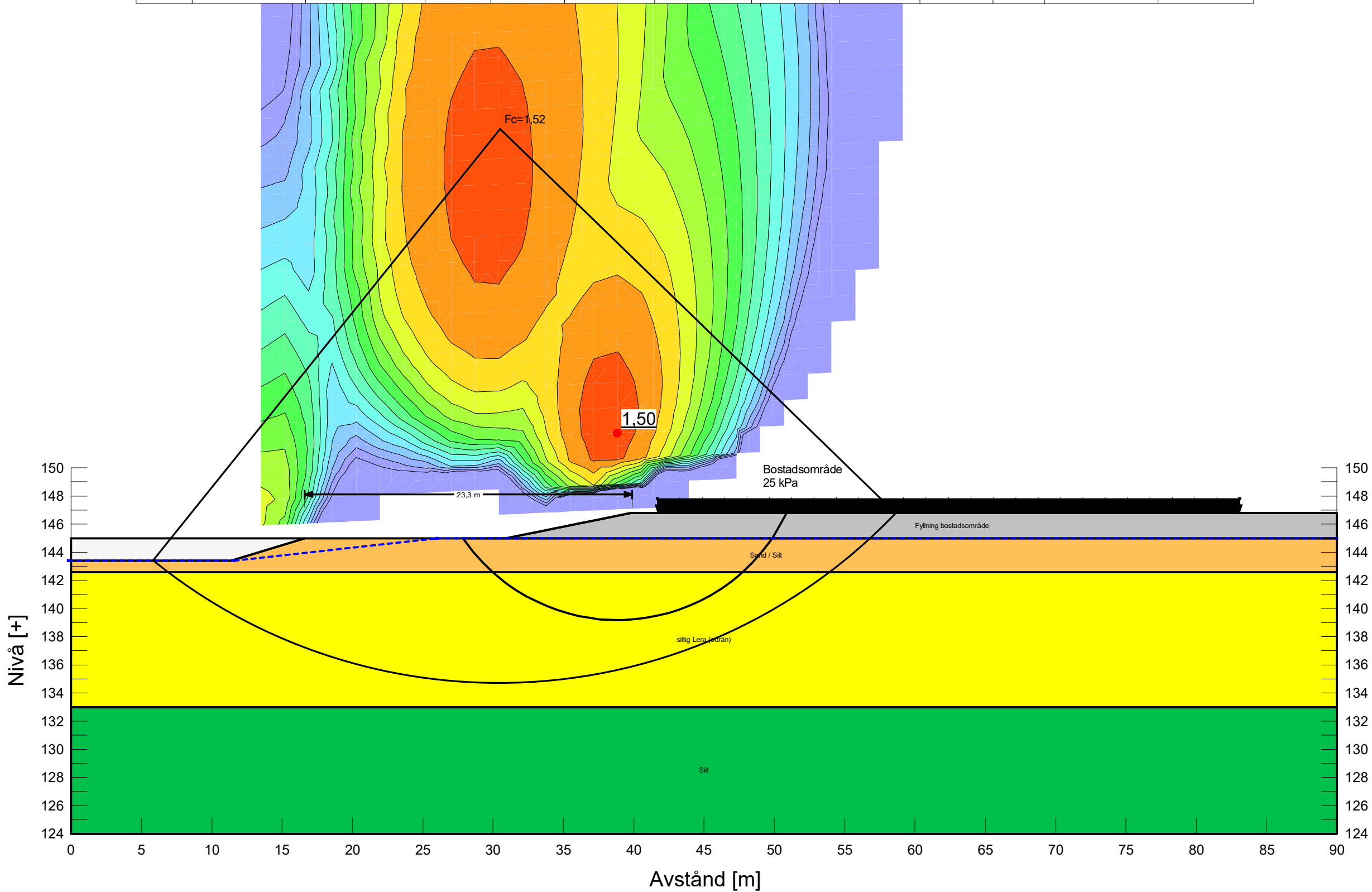
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning, Väguppbbyggnad	Mohr-Coulomb	21		0	42	0	18	1
	Sand	Mohr-Coulomb	20		0	32	0	18	1
	siltig Lera (odrän)	Undrained (Phi=0)	16,1	15				16,1	1
	Torrskorpelera (odrän)	Undrained (Phi=0)	17	25				17	1



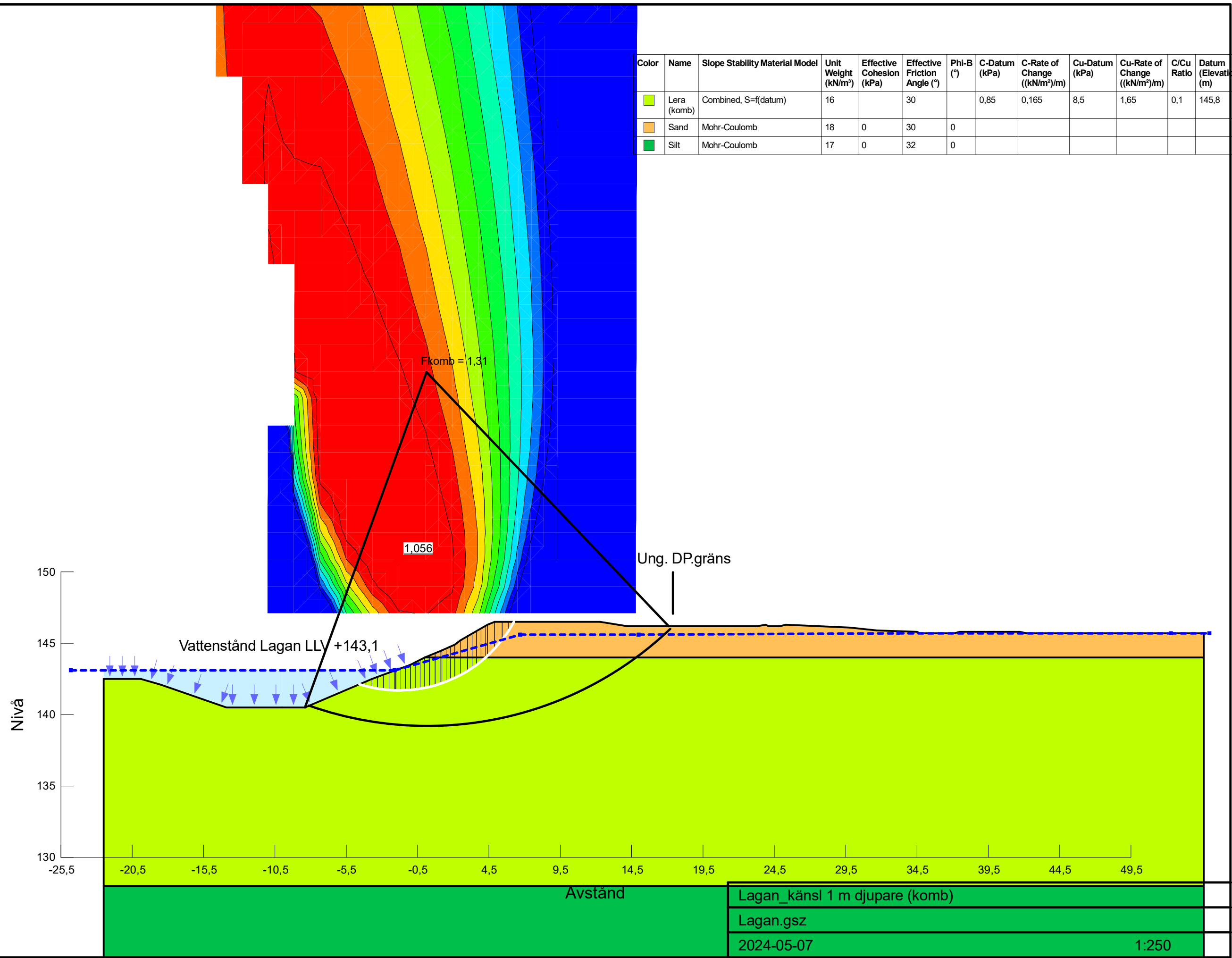
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning bostadsområde	Mohr-Coulomb	20	0	34							0	18	1
	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20	0	30							0	18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19	0	32							0	17	1
	siltig Lera (komb)	Combined, S=f(datum)	16,1		30	0,8	0,16	8	1,6	0,1	143		16,1	1

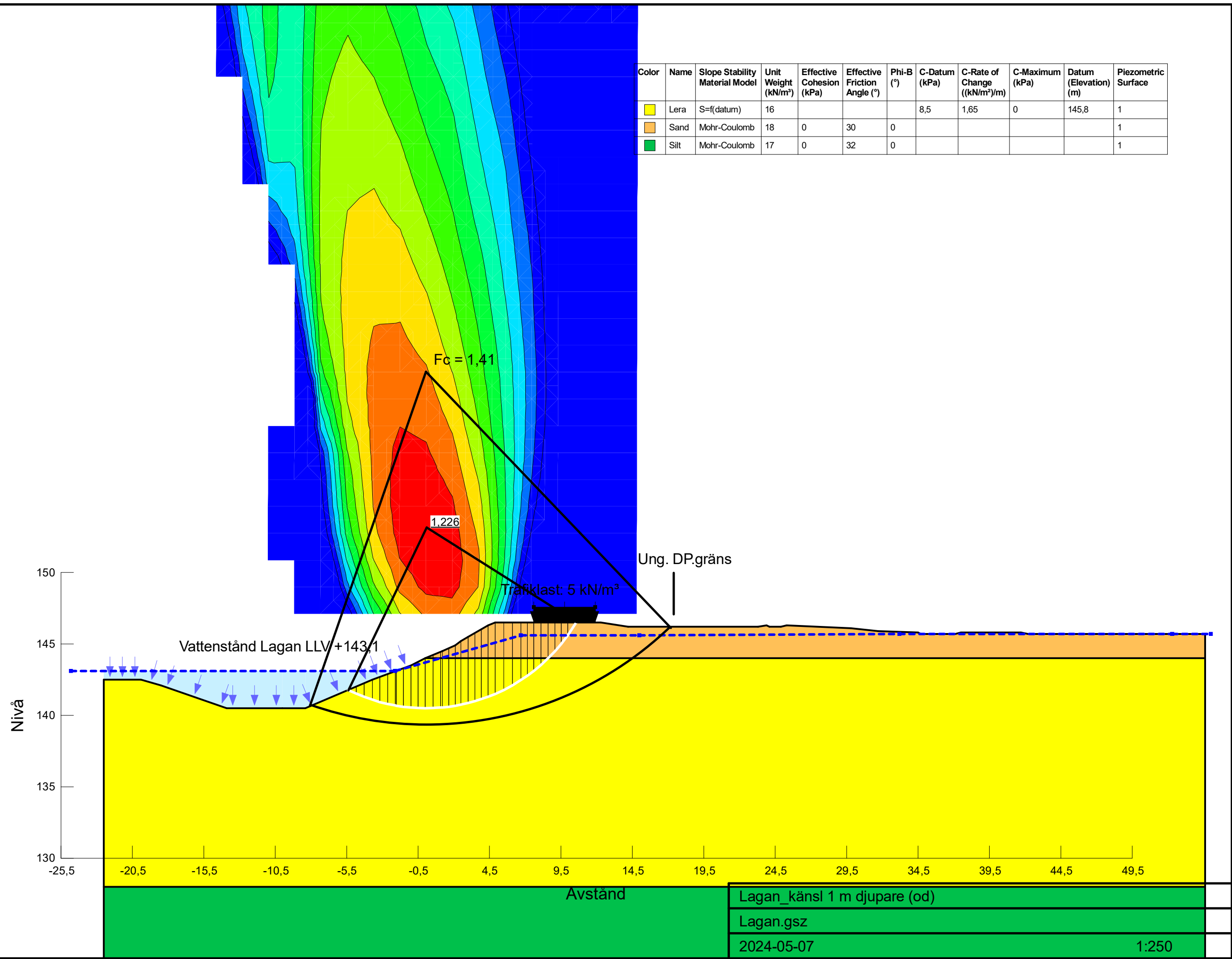


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
	Fyllning bostadsområde	Mohr-Coulomb	20					0	34	0	18	1
	Sand / Silt	Mohr-Coulomb	20					0	30	0	18	1
	Silt	Mohr-Coulomb	19					0	32	0	17	1
	siltig Lera (odrän)	S=f(datum)	16,1	8	1,6	0	143				16,1	1



Bilaga 3: Utskrift av känslighetsanalyser





Bilaga 4: PM – Dim. Vattennivåer Lagan – Värnamo

2024-04-22

Upprättad av: Simon Ene

PM – Dim. Vattennivåer Lagan - Värnamo

Värnamo kommun

2024-04-22

1 Bakgrund & syfte

För geotekniska åtgärder krävs dimensionerande nivåer och djup. Det som efterfrågas är LLW, MW och HHW. Beaktat område visas i Figur 1 nedan.



Figur 1. Beaktat område, i föreliggande rapport även benämnd som beaktad delsträcka. Källa: Lantmäteriet topowebb (geodatasamverkan).

2 Antagna återkomsttider

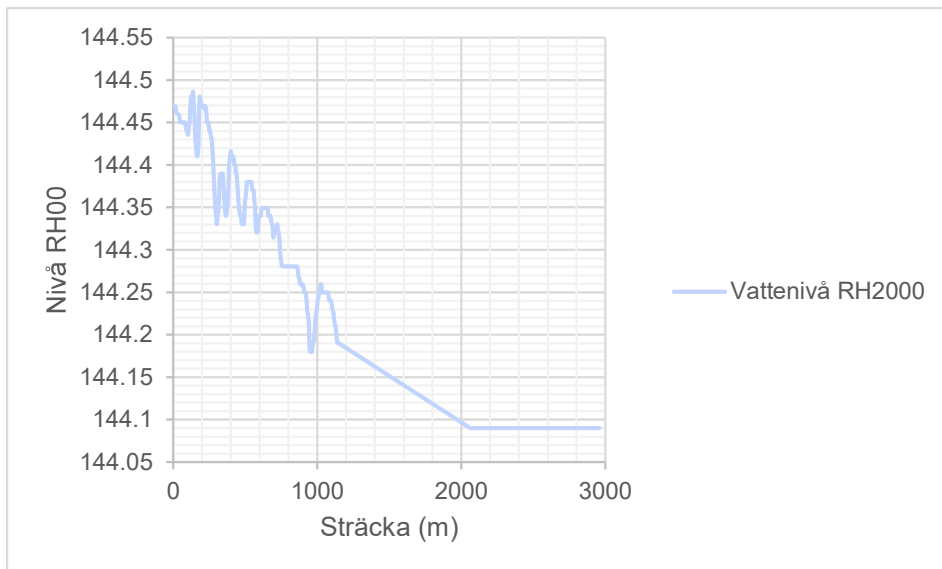
I föreliggande PM antas dimensionerande återkomsttid för flöden och vattennivåer vara 100 år. Vid andra dimensioneringskrav gäller andra dimensionerande nivåer.

3 Dokumenterade nivåer i området

En del fallförluster kan iakttas över sträckan. Vattnet från delsträckan mynnar i sjön Vidöstern och ligger vid Lantmäteriets LIDAR-tillfälle vid +144.1 m RH2000 och startpunkt för beaktat område vid +144.5 m RH2000, se Figur 2 nedan.

Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023 1223 Handling: 728447

2024-04-22



Figur 2. Vattennivåer RH2000 från utloppet i sjön till vänster till toppen av beaktat område. Källa: Lantmäteriet genom Scalgo Live (Geodatasamverkan).

4 Beaktade flöden

I Tabell 1 visas de flödesscenarier som beaktats. MLQ har körts för att perioden för underlaget varit relativt kort och genom att använda detta erhålls värden även för LLQ då detta lägre flöde.

Tabell 1. Beaktade flöden för dimensioneringsunderlag.

Scenario	Receipient	Total stationskorrigerad vattenföring [m³/s]	Källa
MLQ (resulterar i LLQ)	Vidösterns inlopp (Värnamo)	2,5	SMHI (S-hype)
MQ	Vidösterns inlopp (Värnamo)	14,2	SMHI (S-hype)
HQ100	Vidösterns inlopp (Värnamo)	132,0	ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED LAGAN (MSB 2019)

5 Nedströms nivåer (Vidöstern)

Nedströms Värnamo finns Ingelstad som reglerar sjön/magasinet Vidöstern. I Tabell 2 visas en sammanställning av nivåer så som nivåer som dämningssgräns, vattennivåer (min/medel/max) och flöden.

Tabell 2. Magasinsnivåer vid dammen som reglerar Vidöstern hämtade från rapport ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED LAGAN (MSB, 2019). Höjder redovisade i RH2000.

2024-04-22

Damm-anläggning	DG	hmin	hmedel	hmax	Qberäknat [m³/s]	Qobserverat [m³/s]
Ingelstad (Vidöstern)	+144,1	+143,72	+143,73	+143,75	16,1	15

Vid dammanläggningen finns även tillstånd med tappningsställare som är definierad ner till +143,1 RH2000 och motsvarar således sänkningsgräns och lägsta nivå tillåten enligt vattendom. På motsvarande sätt finns det definierat vilken nivå som antas vid flödet HQ100 (132 m³/s) och antas då till +145,11 RH2000.

För dimensioneringssyften sammanställs nivåer i Vidöstern vid olika scenarier enligt Tabell 3.

Tabell 3. Nivåer för de olika dimensioneringsscenarier som beaktas.

Dimensionerings-scenario	Nivå RH2000
LLW	+143,1
MW	+143,7
HHW (HHW100)	+145,1

6 Hydraulisk simulering

Tidigare upprättad hydrauliska modell används för beaktande av dimensionerande vattennivåer. Modellen är en kopplad MIKE Flood 1D-2D modell och i föreliggande utredning har endast uppströms randvillkor (flöde) och nedströms randvillkor (nivå) anpassats.

Den hydraulisk modellen med dess antaganden finns presenterad i ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED LAGAN (MSB, 2019).

7 Resulterande vattennivåer från hydraulisk simulering

2024-04-22

Eftersom resultatet beaktar en sträcka på ca. 1 km finns det viss diskrepans för dimensionerande nivåer på grund av fallförluster över sträckan. Då maximala (max) vattennivåer erhålls längst uppströms och minimala (min) vattennivåer erhålls längst nedströms redovisas resultat från dessa, se Figur 3.



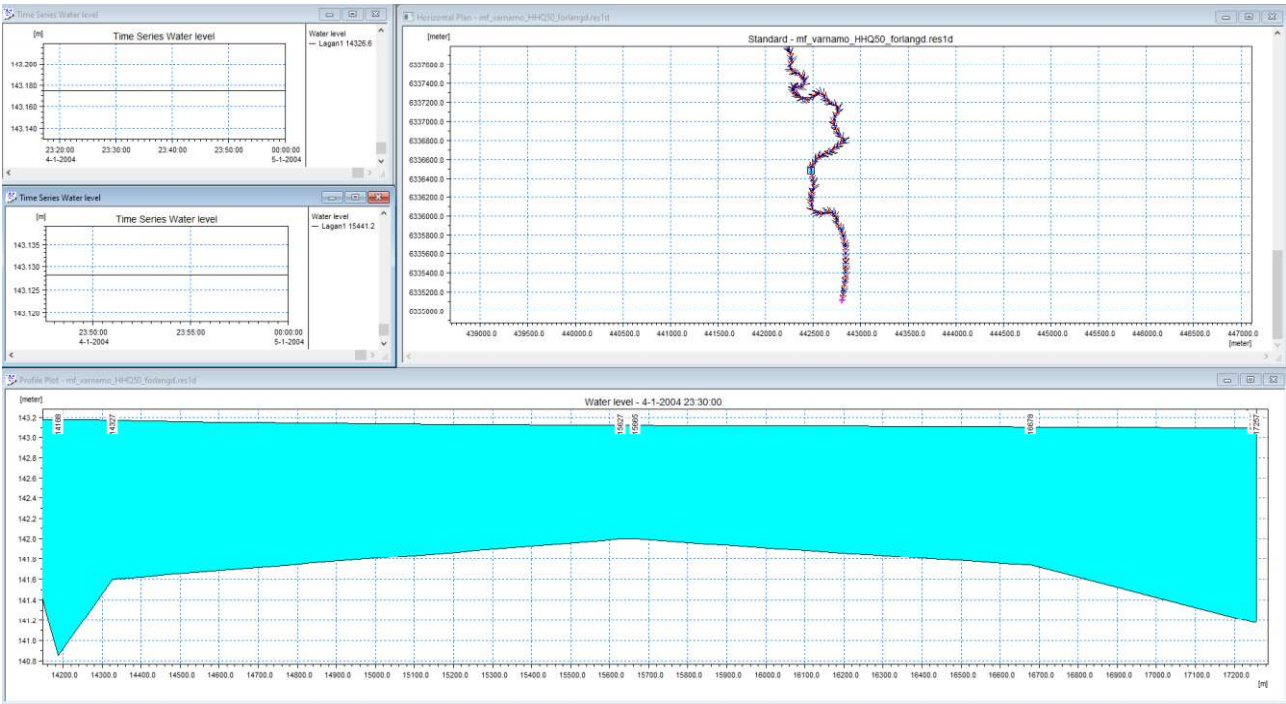
Figur 3. Beaktat område och platser för beaktade nivåer för samtliga dimensionerings-scenarier.

I följande avsnitt redovisas dimensionerande vattennivåer och vattendjup.

7.1 LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW)

2024-04-22

Resultande vattennivåer för sträckan visas i Figur 4 och Tabell 4. Det finns endast väldigt små fallförluster mellan beaktat område och recipienten. Således finns ingen större diskrepans mellan dessa över sträckan och nivåer bedöms skilja mindre än 1 dm.



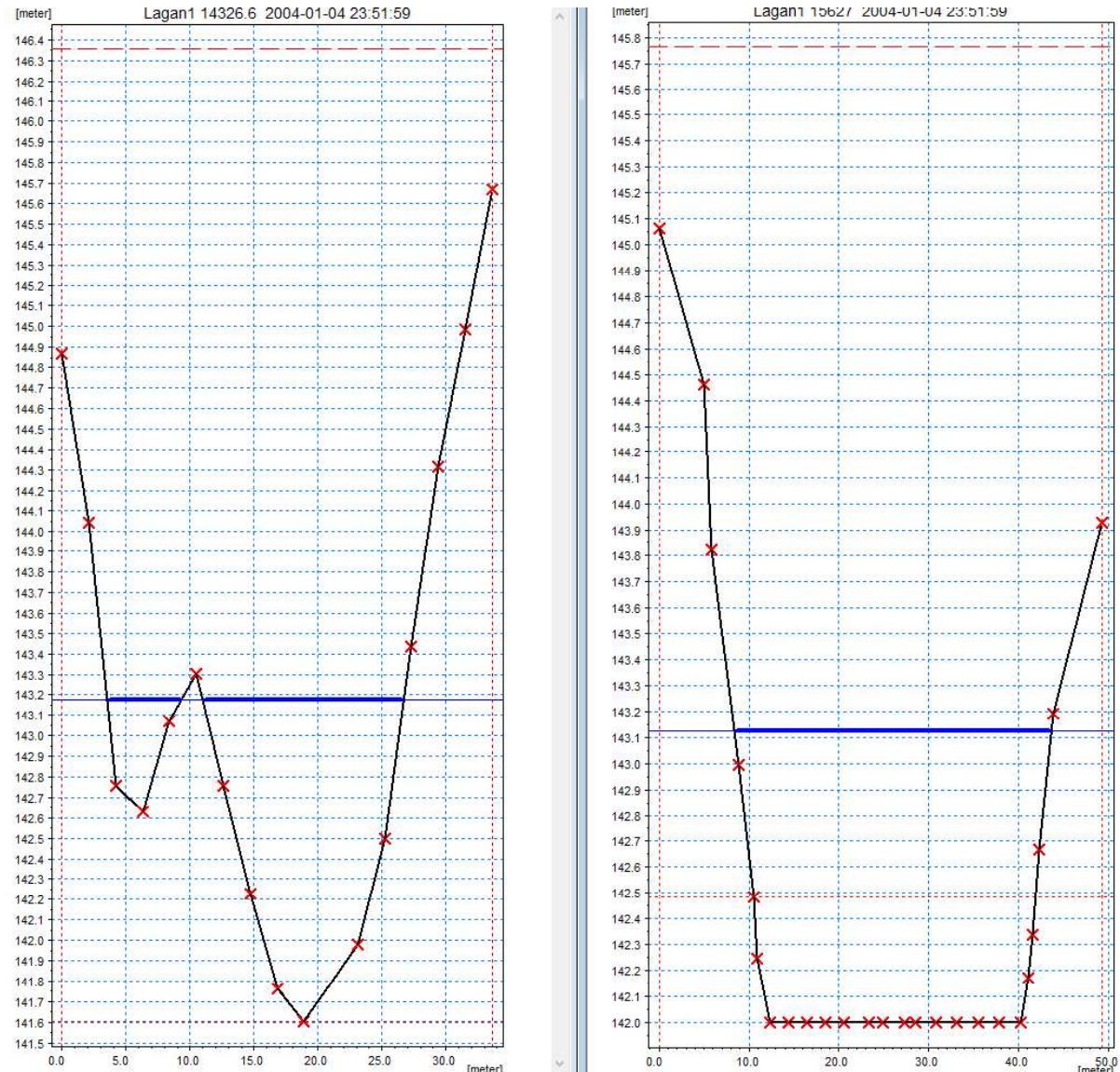
Figur 4. Resultat från MLQ-simulering. Enskilda punkter i beaktat område, plan samt profil.

Tabell 4. Nivåer för de olika dimensioneringsscenarier som beaktas.

Dimensionerings-scenario	Flöde (m³/s)	Max nivå i område, erhålls uppströms i delsträcka (RH2000)	Min nivå i område, erhålls nedströms i delsträcka (RH2000)	Recipient nivå RH2000
LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW)	2,5	+143,2	+143,1	+143,1

Vattennivåer och bottendjup längst uppströms respektive nedströms inom delsträckan visas i Figur 5 och avläses till Tabell 5.

2024-04-22



Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023.1223 Handling: 728447

Figur 5. Max- respektive Min-nivå samt vattendjup i sektion längst uppströms respektive nedströms inom beaktat område för LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW).

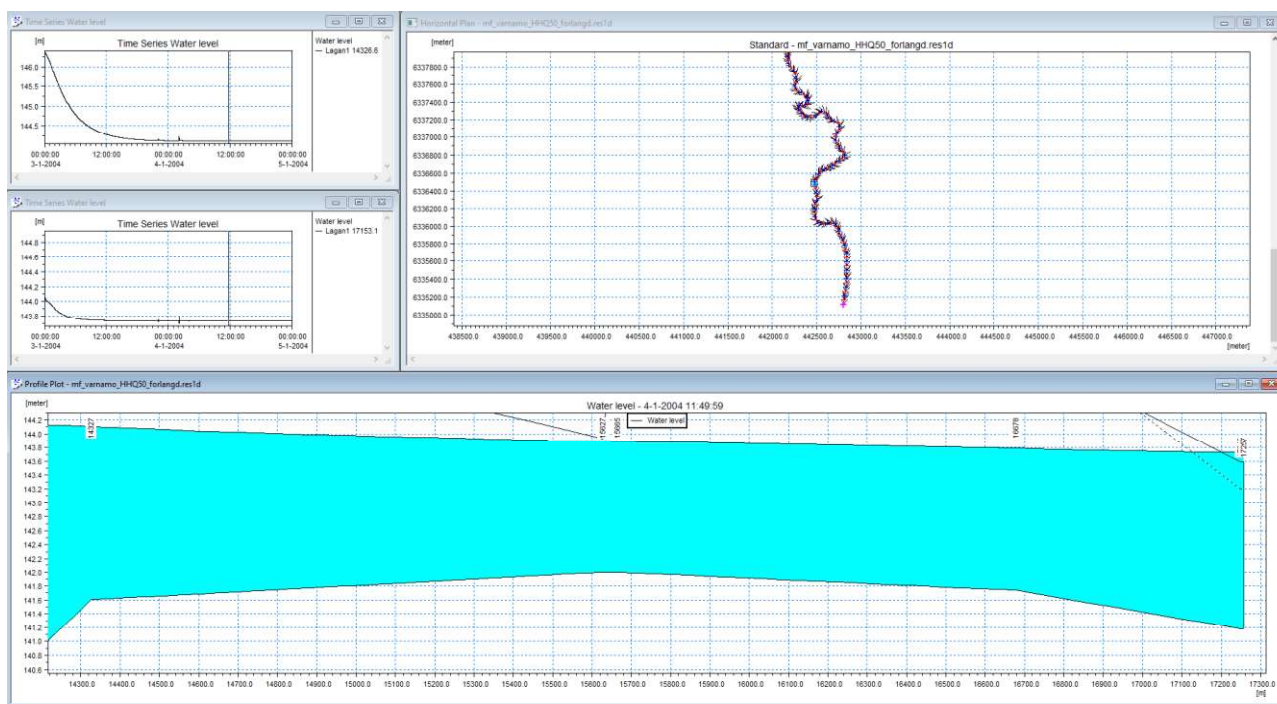
Tabell 5. Vattennivåer och vattendjup vid LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW).

Sektion i delsträcka	Vattennivå (RH2000)	Bottennivå (RH2000)	Vattendjup (m)
Uppströms	+143,2	+141,6	1,6
Nedströms	+143,1	+142,0	1,1

2024-04-22

7.2 MQ/MW

Resultande vattennivåer för sträckan visas i Figur 6 och Tabell 6. Det finns en del fallförluster vid simulering med medelvattenföring. Då det beaktade området är cirka 1 km långt förändras de dimensionerande nivåerna under sträckan. Max- och min-nivåer beaktas i Tabell 6.



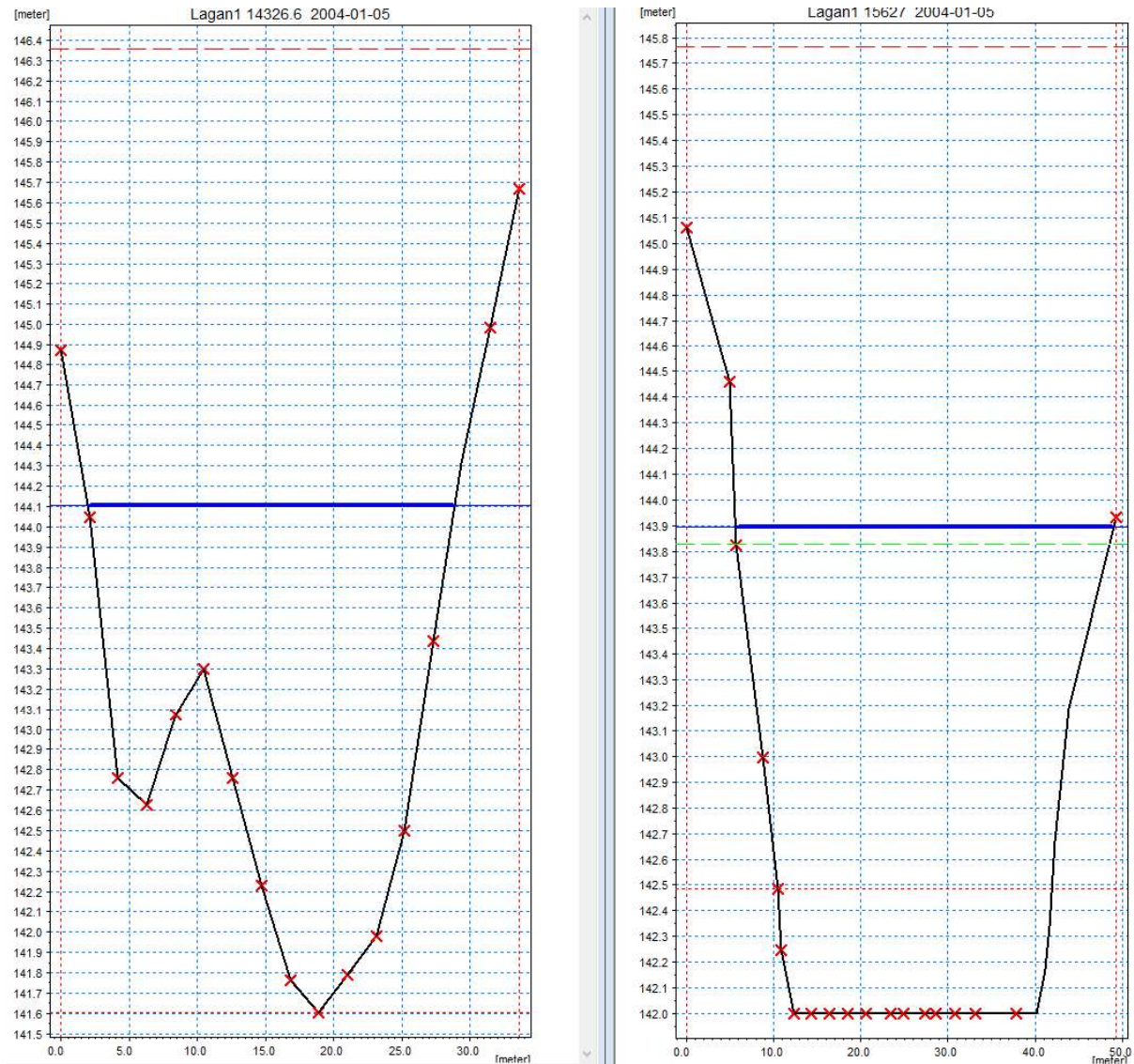
Figur 6. Resultat från MQ-simulering. Enskilda punkter i beaktat område, plan samt profil.

Tabell 6. Nivåer för de olika dimensioneringsscenarier som beaktas.

Dimensionerings-scenario	Flöde (m ³ /s)	Max nivå i område, uppströms i delsträcka (RH2000)	Min nivå i område, nedströms i delsträcka (RH2000)	Recipient nivå RH2000
MQ/MW	14,2	+144,1	+143,9	+143,7

2024-04-22

Vattennivåer och bottendjup längst uppströms respektive nedströms inom delsträckan visas i Figur 7 och avläses till Tabell 7.



Figur 7. Max- respektive Min.-nivå samt vattendjup i sektion längst uppströms respektive nedströms inom beaktat område för MQ/MW.

Tabell 7. Vattennivåer och vattendjup vid LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW).

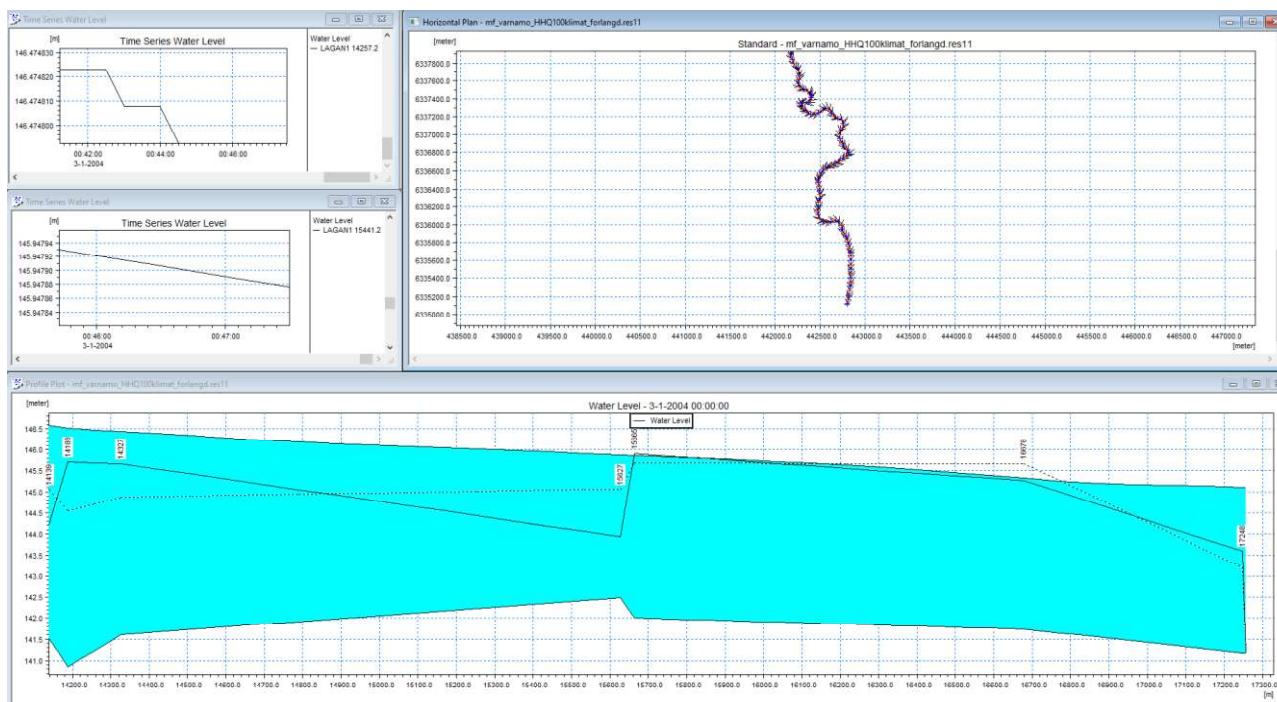
Sektion i delsträcka	Vattennivå (RH2000)	Bottennivå (RH2000)	Vattendjup (m)
Uppströms	+144,1	+141,6	2,5
Nedströms	+143,9	+142,0	1,9

Ankom: 2024-07-03 Ärende: PLAN 2023.1223 Handling: 728447

7.3 HHQ/HHW (100-års återkomsttid)

2024-04-22

Resultande vattennivåer för sträckan visas i Figur 8 och Tabell 8. Det finns avgörande fallförluster vid höglödessimulering.



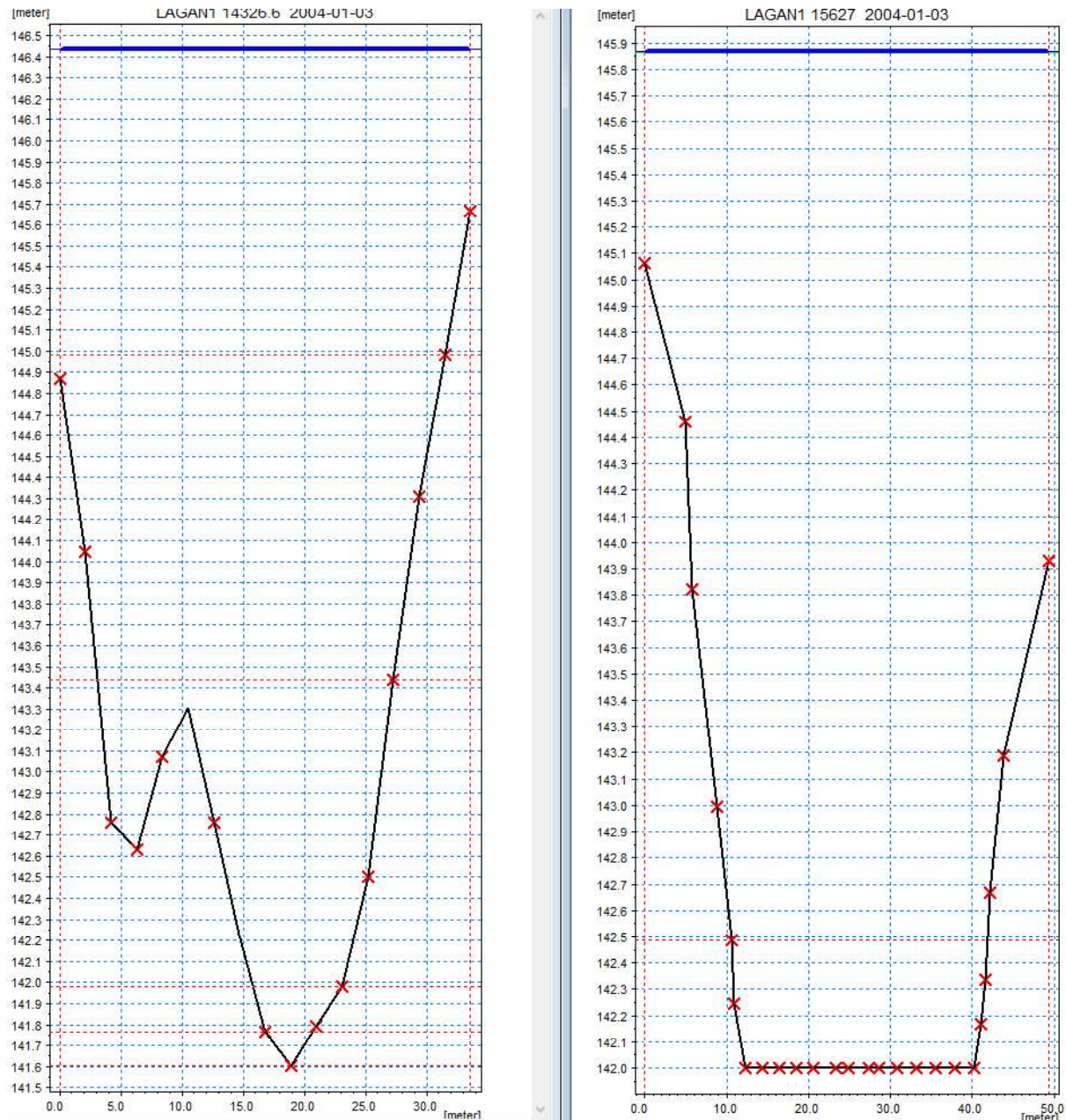
Figur 8. Resultat från HW100-simulering. Enskilda punkter i beaktat område, plan samt profil.

Tabell 8. Nivåer för de olika dimensioneringsscenarier som beaktas.

Dimensionerings-scenario	Flöde (m ³ /s)	Max nivå i område, uppströms i delsträcka (RH2000)	Min nivå i område, nedströms i delsträcka (RH2000)	Recipient nivå RH2000
HHQ/HHW (100-års återkomsttid)	132,0	+146,5	+145,9	145,1

2024-04-22

Vattennivåer och bottendjup längst uppströms respektive nedströms inom delsträckan visas i Figur 9 och avläses till Tabell 9.



Figur 9. Max- respektive Min.-nivå samt vattendjup i sektion längst uppströms respektive nedströms inom beaktat område för MHQ/HHW (100-års återkomsttid).

Tabell 9. Vattennivåer och vattendjup vid LLQ/LLW (simulering från MLQ/MLW).

Sektion i delsträcka	Vattennivå (RH2000)	Bottennivå (RH2000)	Vattendjup (m)
Uppströms	+146,5	+141,6	4,9
Nedströms	+145,9	+142,0	3,9

Together with our clients
and the collective
knowledge of our 18,500
architects, engineers and
other specialists, we co-
create solutions that
address urbanisation,
capture the power of
digitalisation, and make our
societies more sustainable.

Sweco – Transforming
society together