

KUND

UPPSALA KOMMUN

PROJEKTERINGS PM GEOTEKNIK

SPÅRVÄGEN, BRO ÖVER FYRISÅN



2023-06-16

REV 2025-02-13

PROJEKTERINGS PM GEOTEKNIK

SPÅRVÄGEN, BRO ÖVER FYRISÅN

Uppdragsnamn	Bro över Fyrisån
Uppdragsnummer	10374873
Författare	Charlotta Carlsson/Ludvig Hagberg/Albin Lindqvist
Datum	2023-06-16
Revisionsdatum	2025-02-13
Granskare	Fredrik Clifford/Lennart Johansson

KUND

Uppsala Kommun

Kontaktperson
Maria Leander
E-post: maria.leander@uppsala.se

KONSULT

WSP

Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig

Charlotta Carlsson
E-post: charlotta.carlsson@wsp.com

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAG	6
1.1	OBJEKT	6
1.2	PLANERAD BYGGNATION	6
1.3	DOKUMENTETS SYFTE	7
2	STYRANDE DOKUMENT	7
3	UNDERLAG	7
3.1	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	7
3.2	ARKIVMATERIAL	8
4	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	8
4.1	ALLMÄNT	8
4.2	TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING	8
4.3	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	8
4.4	BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER	9
5	PLANERAD KONSTRUKTION	9
5.1	BRO	9
5.2	BYGGVÄGAR OCH ETABLERINGSYTOR	10
6	GEOTEKNISKA OCH GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	11
6.1	JORDLAGERFÖLJD	11
6.1.1	Generellt	11
6.1.2	Hydrogeologiska förhållanden	11
6.1.3	Tillfartsbank och landfäste 1	13
6.1.4	Brostöd 2	13
6.1.5	Brostöd 3	13
6.1.6	Brostöd 4	13
6.1.7	Brostöd 5	14
6.1.8	Brostöd 6	14
6.1.9	Brostöd 7	14
6.1.10	Brostöd 8	14
6.1.11	Brostöd 9	15
6.1.12	Brostöd 10	15
6.1.13	Brostöd 11	15
6.1.14	Brostöd 12	15
6.1.15	Brostöd 13	16
6.1.16	Brostöd 14	16
6.1.17	Tillfartsbank och landfäste 15	16

6.1.18	Byggväg NV	16
6.1.19	Byggväg SO	17
6.1.20	Ledningsschakt	17
6.2	GEOTEKNISKA EGENSKAPER	18
6.2.1	Allmänt	18
6.2.2	Område 1	20
6.2.3	Område 2	23
6.2.4	Område 3	26
6.2.5	Område 4	29
6.2.6	Område 5	32
7	STABILITET	34
7.1	TIDIGARE UTFÖRD STABILITETSUTREDNING	34
7.2	NU UTFÖRD STABILITETSUTREDNING	35
7.2.1	Känslighetsanalys	39
8	SCHAKT	39
8.1	ALLMÄNT	39
8.2	GRUNDVATTENSÄNKNING FÖR SCHAKT AV BROSTÖD PÅ ÖSTRA SIDAN AV FYRISÅN	39
8.3	SCHAKT FÖR LEDNINGSOMLÄGGNING	40
8.4	RISK FÖR BOTTENUPPTRYCKNING VID SCHAKT FÖR BROSTÖD	40
9	GRUNDLÄGGNING	41
9.1	BYGGVÄGAR OCH ETABLERINGSYTOR	41
9.2	PLANERAD BRO	41
9.2.1	Tillfartsbank och landfäste 1	41
9.2.2	Brostöd 2	42
9.2.3	Brostöd 3	42
9.2.4	Brostöd 4	42
9.2.5	Brostöd 5	42
9.2.6	Brostöd 6	42
9.2.7	Brostöd 7	42
9.2.8	Brostöd 8	42
9.2.9	Brostöd 9	43
9.2.10	Brostöd 10	43
9.2.11	Brostöd 11	43
9.2.12	Brostöd 12	43
9.2.13	Brostöd 13	43
9.2.14	Brostöd 14	43
9.2.15	Tillfartsbank och landfäste 15	44
10	ÖVRIGT	45

TILLHÖRANDE HANDLINGAR

Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, daterad 2024-12-06, framtagen av WSP.

BILAGOR

Bilaga 1 – Stabilitetsberäkningar

Bilaga 2 – Känslighetsanalys stabilitet

Bilaga 3 – Tolkad broprofil

Bilaga 4 – Beräkning bottenuppträckning

1 UPPDRAG

1.1 OBJEKT

WSP Sverige AB har på uppdrag av Uppsala kommun utfört geotekniska undersökningar som ska ligga till grund för uppdatering av systemhandling för planerad bro över Fyrisån i höjd med Ultuna. Undersökningsområdet ligger mellan Ultuna och Sävja i Uppsala kommun.



Figur 1.1. Flygbild över aktuellt område för geoteknisk undersökning (Källa: hitta.se, september 2022).

1.2 PLANERAD BYGGNATION

Inom aktuellt område planerar Uppsala kommun låta uppföra en bro över Fyrisån som en del av projektet Uppsala spårväg, se figur 1.2.



Figur 1.2. Planerad bro.

1.3 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att utgöra underlag för uppdatering av systemhandling.

2 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till Eurokod 7 del 1 (SS-EN 1997-1) och SS-EN 1997-2, med tillhörande nationell bilaga.

Följande övriga styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- TRV Infra-00230 (version 2.0)
- TRV Infra-00230 Råd (version 2.0)
- Grunderna i Eurokod 7 (IEG Rapport 2:2008, revidering 3)

3 UNDERLAG

Nedanstående undersökningar har utgjort underlag för denna handling PM Geoteknik.

3.1 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Fältundersökningar har utförts av WSP Sverige AB i maj 2023, maj 2024, oktober 2024 samt januari 2025.

För redovisning av resultat från geoteknisk undersökning hänvisas till tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2023-06-16, med uppdragsnummer 10374873.

3.2 ARKIVMATERIAL

- 1) Bjerking har tidigare utfört geotekniska undersökningar inom det nu aktuella området. Uppdraget är benämnt Broförslag, Alternativ A och B, uppdragsnummer 20U0980, dat 2020-09-22 och reviderat 2020-10-05.
- 2) WSP har utfört en stabilitetsutredning för den planerade bron och dess tillfartsbankar. Uppdraget är benämnt Bro vid Ultuna, stabilitetsutredning, uppdragsnummer 10340611, dat. 2022-09-09.
- 3) PM Hydrogeologi Tillståndsansökan för bro över Fyrisån. Utfört av WSP med uppdragsnummer 10359460, dat. 2024-04-30.
- 4) Systemhandling Uppsala spårväg - Bro över Fyrisån. Utfört av Afry och dat. 2024-02-29.

Resultat som bedömts relevanta har inarbetats i detta dokument.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 ALLMÄNT

Aktuellt undersökningsområde ligger i södra Uppsala och bron planeras över Fyrisån mellan Ultuna och Sävja.

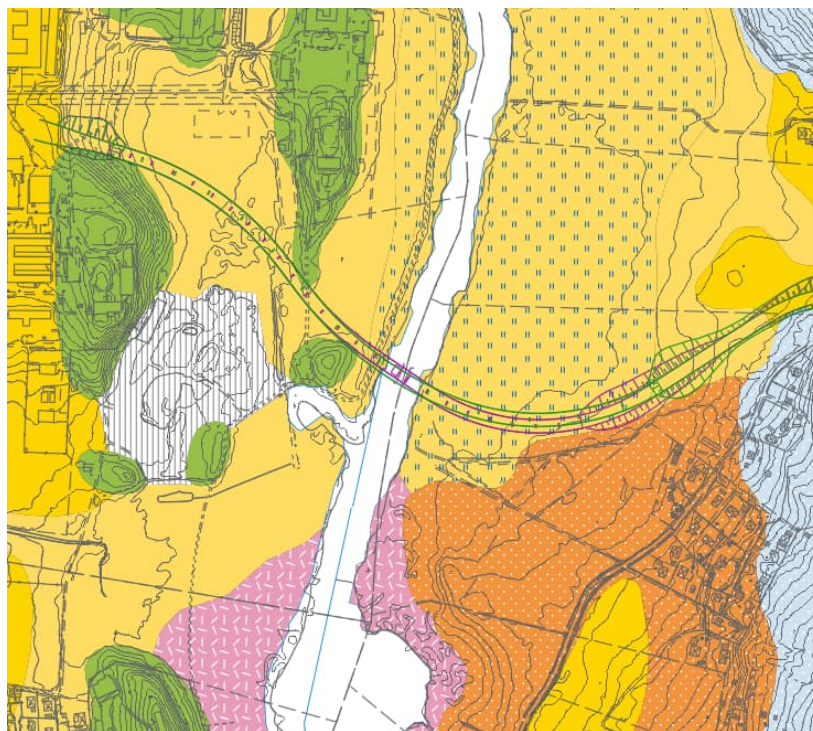
4.2 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

I dagsläget utgörs undersökningsområdet främst av Fyrisån, grönytor, åkermark, buskage samt hårdgjorda ytor i form av GC-vägar.

Aktuellt område är kuperat och i utförda undersökningspunkter varierar marknivån mellan ca +0,8 och + 15,8 meter.

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

I den västra delen av området så återfinns Uppsalaåsen och en så kallad svallkappa där lera delvis överlagrar åsmaterialet. Övriga delar av området utgörs enligt jordartskartan av gyttejlera, isälvsediment och postglacial sand. Norr om spårvägens sträckning återfinns en gammal deponi med oklar utbredning. Se figur 4.1.



Figur 4.1. Jordartskartan (SGU.se). Gult = lera, gult med skraffering = gyttjelera, grönt = åsmaterial, vitskrafferat = fyllning.

4.4 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

Ett flertal ledningar återfinns inom undersökningsområdet. Ett flertal av dessa ledningar ska flyttas.

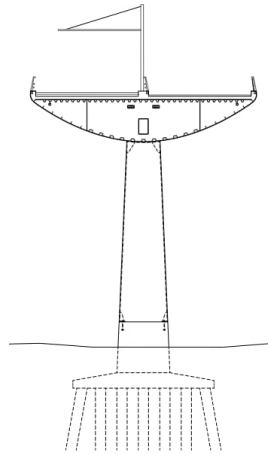
5 PLANERAD KONSTRUKTION

5.1 BRO

Planerad bro planeras utföras som en samverkansbro mellan stål och betong.

Bron har en längd på ca 850 m fördelat på 14 spann. Pelaravståndet över ån, där spannet är som längst för att undvika stöd i vattnet, är ca 75m. Från detta spann till brons ändar minskar längden på brospannen stegvis till ca 43 m som minst.

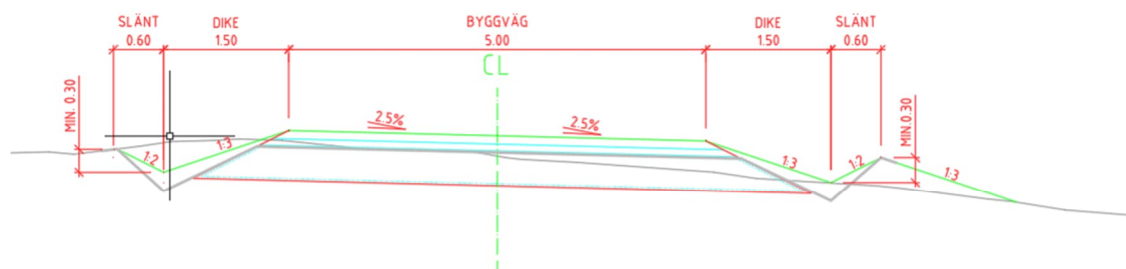
De 13 brostöden utförs med en konisk form. Bron planeras grundläggas med pålar till fast botten, se figur 5.1 samt med upp till 6 meter höga tillfartsbankar.



Figur 5.1. Tvärsektion brostöd.

5.2 BYGGVÄGAR OCH ETABLERINGSYTOR

Två byggvägar NV och SO har projekterats längs med brosträckan för att skapa tillgång till arbetsområde för brofundament och etableringsområde. Båda byggvägarna har en bredd på 5 m och en droppformad vändplan med en radie på 15 m. En del av byggvägen NV planeras byggas som pontonbro p.g.a. dålig bärighet över våtmarken. Etableringsområdena, byggvägen och diken dit vatten från byggvägen leds planeras byggas med geomembran duk under överbyggnaden för att minimera risken för att föroreningar sprids ned till grundvattnet. Figur 5.2 visar planerad överbyggnad för byggväg och etableringsytor. [4]



ÖVERBYGGNAD BYGGVÄG OCH ETABLERINGSYTA

SLITLAGER	GRUS	100
OBUNDET BÄRLAGER	BÄRLAGERGRUS	80
MATERIALSKILJANDE LAGER	GEOMEMBRAN	
FÖRSTÄRKNINGSLAGER	KROSSAT BERGMATERIAL	420
MATERIALSKILJANDE LAGER	GEOTEXTIL BRUKSKLASS N3	

Figur 5.2. Överbyggnad för byggväg och etableringsyta.

6 GEOTEKNISKA OCH GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

6.1 JORDLAGERFÖLJD

Numreringen av brostöd i detta avsnitt följer tillhörande geotekniska planritningar, se ritning G-10-1-01 och G-10-1-02. Det skall inledningsvis nämnas att jordlagerföljden i hela området är varierande och att beskrivningarna under respektive brostöd generellt beskriver enstaka borrhål i direkt anslutning till brostödet.

6.1.1 Generellt

Undergrunden i undersökta punkter utgörs generellt av kohesionsjord ovan friktionsjord och sedan berg. Kohesionsjorden överlagras delvis av skiktad jord av sand och torrskorpelera. För översiktlig jordartstolkning längs broprofilen, se bilaga 3.

Kohesionsjorden utgörs överst av upp till ca 1 – 1,5 meter torrskorpelera och överlagras ibland av sand. Därunder följer sandig siltig sulfidhaltig lera eller gyttjelera. Det förekommer mäktiga skikt av sand i leran.

Friktionsjorden under leran utgörs överst av lerig sand eller sand med lerskikt (isälvsediment). Den underlagrande friktionsjordens mäktighet och sammansättning varierar inom området. En hejarsondering, 23W020C har utförts till 56,6 meter utan att stoppa mot berg.

6.1.2 Hydrogeologiska förhållanden

Ett antal grundvattenrör finns installerade i anslutning till planerad bro, se figur 6.1. [3]. Närmare beskrivning av grundvattnets trycknivåer finns beskriven i separat hydrogeologisk rapport utförd av WSP samt under respektive brostöd nedan. Grundvattennivåerna är baserade på uppmätta grundvattennivåer. Mellan mätpunkterna bedömer modellen en grundvattennivå. Det anses generellt att använda nivåer är representativa.



Figur 6.1. Installerade grundvattenrör.

Det skall också nämnas att det i Ultuna källa, strax söder om planerad bro, förekommer artesiskt grundvatten. Artesiskt grundvatten innebär att grundvattenytans trycknivå ligger över marknivå. Man har i tillägg noterat artesiskt vatten i sonderingspunkt 24W109, strax norr om brostöd 3. Det strömmade där upp vatten när man avslutade sonderingen. Leran slöt efter ett kort tag tätt och vattenströmningen slutade. I anslutning till brostöd 2 har en provgröp grävts och under utförandet strömmade grundvatten in på ca 2,3 meters djup.

Inga uppgifter finns om Fyrisåns lägsta vattennivåer. Vid stabilitetsberäkningar har en lägsta vattennivå kring +0,2 antagits vilket bedöms vara på säkra sidan.



Figur 6.2. Ultuna källa, där artesiskt grundvatten förekommer.

Grundvattennivåerna ska förväntas variera med årstid och nederbörd.

Området är beläget inom yttre skyddsområde för Uppsala kommuns vattentäkt.

6.1.3 Tillfartsbank och landfäste 1

Undergrunden utgörs överst av upp till 1,5 m fyllning eller torrskorpelera. Därunder följer 1,2 – 17,0 m kohesionsjord med ökande mäktigheter mot nordöst, ovan mer än 22 m mäktiga lager med friktionsjord. I vissa fall överlagras kohesionsjorden av friktionsjord.

Fyllningen utgörs av grus, sand och torrskorpelera.

Den ytliga kohesionsjorden utgörs av grusig sandig och i vissa fall siltig torrskorpelera eller lera. Kohesionsjord förekommer längre ned i jordprofilen i nordöstra delen av tillfartsbanken utgörs enligt utförd kolvprovtagning av sulfidhaltig gyttjig lera med inslag av silt och sand. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan 16 och 27 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 37% och 93%, vattenkvoten mellan 46% och 91% och sensitiviteten mellan 13–37.

Friktionsjorden är inte närmare undersökt mot djupet men utgörs överst av mullhaltig något siltig sand med lerskikt. Sanden mäktighet bedömdes vid fältundersökningen vara ca 20 meter.

Medelgrundvattennivå: +1,1. 5-årsnivå: +1,6.

6.1.4 Brostöd 2

Undergrunden utgörs överst av 1,2 – 2,0 meter fyllning eller torrskorpelera ovan 5,5 meter kohesionsjord. Därunder följer mäktiga skikt av friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 18,9 meters djup.

Fyllningen utgörs av mulljord, grus, silt, sand, lera och tegel.

Kohesionsjorden utgörs överst av siltig sulfidhaltig gyttjig varvig lera med silt- och sandskikt.

Friktionsjorden utgörs enligt utförda sonderingar av sand med relativt mäktiga lerskikt.

Medelgrundvattennivå: +1,1. 5-årsnivå: +1,6.

6.1.5 Brostöd 3

Undergrunden utgörs överst av ca 18,8 meter kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 23,4 meters djup.

Kohesionsjorden är inte närmare undersökt men utgörs troligen överst av torrskorpelera, därunder följer lera av lösare beskaffenhet. Sandskikt förekommer i leran.

Det har vid sondering varit svårt att särskilja sand från lera och tolkningen i denna PM samt vid utvärdering i Conrad kan därför skilja sig från fälttolkningarna.

Friktionsjorden utgörs enligt utförda sonderingar av sand med lerskikt.

Medelgrundvattennivå: +1,1. 5-årsnivå: +1,6.

6.1.6 Brostöd 4

Undergrunden utgörs överst av grusig sandig torrskorpelera och därunder följer upp till 26 meter kohesionsjord ovan friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 28 meters djup.

Det har vid sondering varit svårt att särskilja sand från lera och tolkningen i denna PM samt vid utvärdering i Conrad kan därför skilja sig från fälttolkningarna.

Kohesionsjorden utgörs överst av grusig sandig torrskorpelera, därunder följer lera med lösare beskaffenhet. Sandskikt förekommer i leran.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt men bedöms utifrån utförda sonderingar överst utgöras av sand.

Medelgrundvattennivå: +1,1. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.7 Brostöd 5

Undergrunden utgörs överst av ca 1,2 meter sand följt av 12,8 meter kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 23,5 meters djup. Det skall nämnas att man endast kunnat utföra en hejarsondering i punkten då markens bärighet här är dålig. Läget för brostöd 5 var vid tiden för undersökningen täckt med vatten.

Eftersom endast en hejarsondering är utförd i läge för det tänkta brostödet så är det svårt att på ett bra sätt bedöma vart leran övergår i sand.

Kohesionsjorden är undersökt med kolvprovtagning i närheten av brostöd 5. Kolvprovtagningen visar att kohesionsjorden överst utgörs av grusig sandig siltig lera, delvis med sulfidskikt. Mot djupet övergår leran till sulfidhaltig siltig lerig gyttja alt. sulfidhaltig gyttjig siltig lera. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan 15 och 19 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 88% och 92%, vattenkvoten mellan 86% och 101% och sensitiviteten mellan 11–15. Leran är alltså mellansensitiv.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt men bedöms utifrån utförda sonderingar i närheten överst utgöras av sand.

Medelgrundvattennivå: +1,1. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.8 Brostöd 6

Pga. dålig markbärighet och mkt vatten behövde man använda stockmattor för att kunna sondera i läget för brostöd 6.

Undergrunden utgörs överst av ca 12,8 meter kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 28,1 m.

Kohesionsjorden utgörs av sulfidhaltig siltig sandig lera.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt. Utförd CPT-sondering har stoppat på 13,4 meters djup.

Medelgrundvattennivå: +1,0. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.9 Brostöd 7

Undergrunden utgörs översta metern av kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 19,5 m. Sonderingar utförd i det direkta närområdet visar varierande mäktighet på lerlagret och ca 10 meter sydväst om centrum för brostödet återfinns 5 meter lera.

Kohesionsjorden utgörs av grusig sandig torrskorpelera.

Friktionsjorden under leran bedöms utifrån utförd cpt-sonderingar överst utgöras av sand.

Det råder en viss osäkerhet angående jordartstolkning vid detta brostöd. Jordlagerförhållandena kring stödet är mycket varierande.

Medelgrundvattennivå: +1,0. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.10 Brostöd 8

Undergrunden utgörs i mitten av stödet överst av ca 4,8 m kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 32,6 m. Sonderingar utförda i närheten av stödet visar att kohesionsjordens mäktighet varierar kraftigt. I närliggande sonderingar har lermäktighet tolkats vara 1–10,5 m.

Kohesionsjorden utgörs överst av mullhaltig sandig siltig varvig lera. Därunder övergår leran till sulfidhaltig delvis sandig siltig lerig gyttja.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt men bedöms utifrån utförda sonderingar överst utgöras av sand. Utförd hejarsondering har stoppat på 32,6 meters djup

Medelgrundvattennivå: +1,0. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.11 Brostöd 9

Undergrunden utgörs överst av ca 4,3 m kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 39,0 m. Sonderingar utförda i närheten av stödet visar att kohesionsjordens mäktighet varierar. Vid närliggande sonderingar har lermäktighet tolkats vara 2 – 4,3 m.

Kohesionsjorden utgörs överst av sandig torrskorpelera. Därunder är inte leran undersökt. Utförda vingsonderingar visar att lerans okorrigerade skjuvhållfasthet varierar mellan 14 och 36,5 kPa.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt men bedöms utifrån utförda sonderingar överst utgöras av sand.

Medelgrundvattennivå: +1,0. 5-årsnivå: +1,55.

6.1.12 Brostöd 10

Undergrunden utgörs överst av ca 10 m kohesionsjord ovan friktionsjord. Utförd hejarsondering har avbrutits på 56,6 m. Det var då inte längre möjligt att fortsätta undersökningen trots att ett flertal försök utfördes.

Leran utgörs enligt kolvprovtagningar utförda i och i närheten av det tänkta brostödet av varvig lera med silt- och sandskikt. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan 8 och 19 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 25% och 45%, vattenkvoten mellan 36% och 54% och sensitiviteten mellan 17–117. Leran är alltså högsensitiv.

Friktionsjorden ovan leran utgörs av siltig lerig sand. Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt.

Medelgrundvattennivå: +0,95. 5-årsnivå: +1,5.

6.1.13 Brostöd 11

Undergrunden utgörs överst av ca 9,5 meter kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 23 meters djup.

Kohesionsjorden är undersökt med kolvprovtagning. Kolvprovtagningen och skuvprovtagningen visar att kohesionsjorden överst utgörs av något sandig gyttig siltig lera. Ett 0,3 meter mäktigt sandskikt förekommer på ca 1 meters djup. Därunder följer något sulfidhaltig något sandig siltig lera med sandskikt. Mot djupet övergår leran till siltig varvig lera med silt- och sandskikt. Lerans skjuvhållfasthet varierar mellan 5 och 13 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 35% och 43%, vattenkvoten mellan 55% och 62% och sensitiviteten mellan 44–91. Leran är alltså högsensitiv.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt.

Medelgrundvattennivå: +0,95. 5-årsnivå: +1,5.

6.1.14 Brostöd 12

Undergrunden utgörs överst av ca 2,6 m lera och sand. Därunder följer friktionsjord, överst silt och sand. Utförd hejarsondering har stoppat på 11,6 meters djup.

Friktionsjorden under är inte närmare undersökt men bedöms utifrån utförda sonderingar överst utgöras av silt och sand.

Medelgrundvattennivå: +1,0. 5-årsnivå: +1,5.

6.1.15 Brostöd 13

Undergrunden utgörs överst av ett ca 2 m mäktigt lager med varvade jordar. Därunder följer friktionsjord ovan berg. Utförd hejarsondering har stoppat på 4,7 meters djup. Utförd jordbergsondering har påvisat berg på 7,2 meters djup.

Kohesionsjorden utgörs av skikt med något gytjtig sandig siltig lera som varvas med siltig lerig sand.

Friktionsjorden under den varvade jorden utgörs överst av sand. Därunder är inte friktionsjorden närmare undersökt.

Medelgrundvattennivå: +1,2. 5-årsnivå: +1,7.

6.1.16 Brostöd 14

Undergrunden utgörs överst av 0,3 meter kohesionsjord. Därunder följer friktionsjord. Utförd hejarsondering har stoppat på 11 meters djup.

Kohesionsjorden utgörs av mullhaltig sandig torrskorpelera.

Friktionsjorden utgörs överst av sand. Därunder är inte friktionsjorden närmare undersökt.

Medelgrundvattennivå: +1,4. 5-årsnivå: +2,0.

6.1.17 Tillfartsbank och landfäste 15

Undergrunden utgörs generellt överst av varviga jordar ovan friktionsjordar. Utförda CPT-sonderingar har stoppat på mellan 2,4 – 9,6 meters djup. Djup till berg varierar vid tillfartsbanken, en hejarsondering har stoppat på 12 m i västra delen och en jordbergsondering har nått berg efter 4m i östra delen.

De varviga jordarna utgörs enligt utförda skruv- och kolvprovtagningar av sandig siltig gytjtig lera varvat med delvis grusig siltig sand. Lerans skjuvhållfasthet varierar mellan 13 och 15 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 37% och 48%, vattenkvoten mellan 42% och 55% och sensitiviteten mellan 17–21.

Friktionsjorden utgörs överst av siltig sand. Därunder är inte friktionsjorden närmare undersökt. Utförd jordbergsondering har påvisat flertalet stora block i friktionsjorden.

Medelgrundvattennivå: +1,4. 5-årsnivå: +2,3.

6.1.18 Byggväg NV

Undergrundens beskaffenhet varierar längs med sträckan. I västra delarna utgörs undergrunden generellt av friktionsjord eller fyllning den översta metern, i östra delarna utgörs den generellt av mulljord ovan lera/torrskorpelera.

Cpt-sonderingar längs sträckan har stoppat på ca 5 - 26 m djup. Generellt är jorddjupet större mot väst. Kohesionsjorden består generellt av sulfidhaltig lera med innehåll av silt och sand. Gytjtja förekommer längs de västra delarna av sträckan. Kohesionsjordens mäktighet varierar mellan ca 3 - 26m. Skikt med friktionsjord förekommer i leran.

Under leran följer friktionsjord. Friktionsjordens egenskaper har ej undersökts närmare men bedöms överst utgöras av sand.

6.1.19 Byggväg SO

Undergrunden längs med sträckan utgörs generellt av friktionsjord med undantag för ca 70 m närmast Fyrisån där undergrunden består av kohesionsjord. Jorddjupet varierar längs sträckan. Friktionsjordens egenskaper har ej undersökts närmare.

En cpt-sondering har kunnat neddrivas ca 19m närmast Fyrisån och berg har påträffats som tidigast efter ca 4,5m längre österut på sträckan. Utförda kolvprovtagningar norr om planerad byggväg indikerar kvicklera längs de västra delarna av sträckan.

6.1.20 Ledningsschakt

Fem ledningsschakter planeras utföras inom uppdraget. Figur 6.3 visar läge och benämning för respektive ledningsschakt. Det skall nämnas att utformningen av dessa schakter ej är klara i dagsläget.



Figur 6.3 Ledningsschakt

Ledningsschakt 1

Undergrunden varierar längs sträckan. Överst förekommer fyllning i södra delen av sträckan, i norra delen förekommer siltig sandig torrskorpelera. Därunder följer lager med kohesionsjord som är upp till 25 m mäktiga.

Kolvprovtagningar visar att kohesionsjorden överst utgörs av sulfidhaltig lerig gyttja som mot djupet övergår till sulfidhaltig siltig gyttig lera. Lerans skjuvhållfasthet varierar mellan 11 och 15 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 92% och 93%, vattenkvoten mellan 86% och 94% och sensitiviteten mellan 11–15.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt men bedöms överst utgöras av sand.

Ledningsschakt 2

De sonderingar som utförts ligger ej i direkt anslutning till planerad schakt. 2 närliggande sonderingar används för att beskriva de geotekniska förhållandena längs sträckan.

Undergrundens beskaffenhet varierar. Överst förekommer i södra delen av sträckan fyllning med sand och lera, i norra delen förekommer gyttig lera.

Därunder följer ca 14 meter lera.

Friktionsjorden under leran är inte närmare undersökt.

Ledningsschakt 3

De sonderingar som utförts ligger ej i direkt anslutning till planerad schakt. 1 närliggande cpt-sondering i västra änden används för att beskriva de geotekniska förhållandena.

Översta 0,7 m är förbortat och ingen information finns angående jorden innehåll. Därefter följer ca 12 m lera med ett mäktigt sandskikt mellan 6-9 m djup.

Ledningsschakt 4

De sonderingar som utförts ligger ej i direkt anslutning till planerad schakt. 2 närliggande cpt-sonderingar i mitten av schakten används för att beskriva de geotekniska förhållandena.

Överst förekommer friktionsjord eller torrskorpelera. Efter det följer ett lager med lera ned till ca 6,5 m djup som underlagras av friktionsjord.

Ledningsschakt 5

Undergrunden utgörs generellt av sand varvat med lera och silt. Lerlagrets mäktighet är som störst längs de östra delarna av sträckan.

Kolvprovtagning utförd i den östra delen av sträckan visar att kohesionsjorden utgörs av siltig varvig lera med skikt av finsand och sulfid. Lerans skjuvhållfasthet varierar mellan 18 och 20 kPa. Konflytgränsen varierar mellan 57% och 43%, vattenkvoten mellan 43% och 53% och sensitiviteten mellan 7–11.

Friktionsjorden är inte närmare undersökt.

6.2 GEOTEKNISKA EGENSKAPER

6.2.1 Allmänt

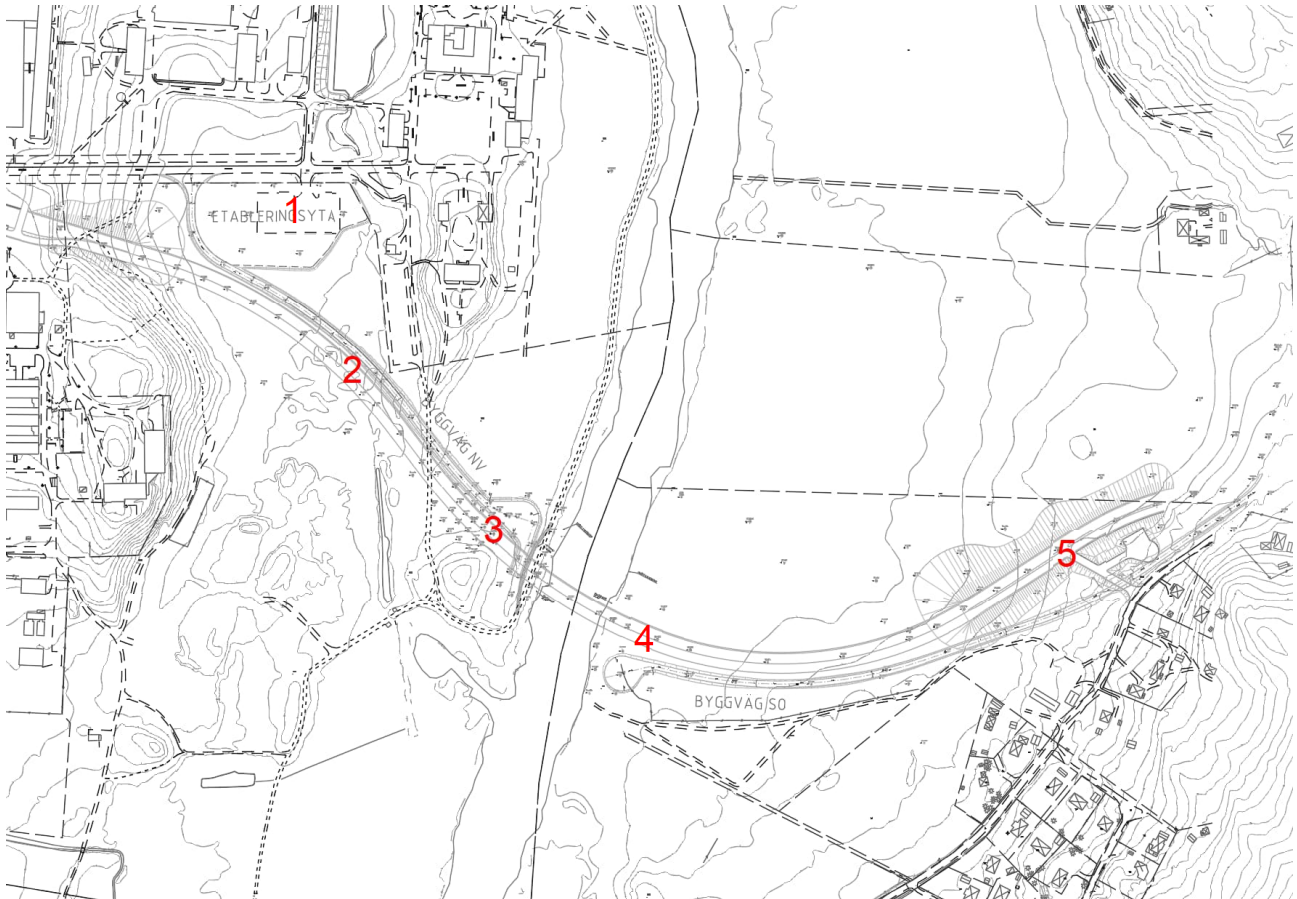
Uppmätta vattenkvoter i leran varierar mellan 23 – 106% och konflytgränsen varierar mellan 25 – 101%.

Leran är generellt låg- eller mellansensitiv. Runt Fyrisån är dock leran högsensitiv och värden mellan 34 – 117 har uppmätts. I fem punkter var dessutom den omrörda hållfastheten mindre än 0,4 kPa vilket gör att denna lera definieras som kvicklera. Kwicklera har påträffats i sonderingspunkt 22W06, 23W023, 24W019,

24W020 samt i 24W023. Samtliga av dessa punkter är belägna strax öster om Fyrisån, dvs. i område 4 enligt figur 6.3. För att en lera i Sverige ska definieras som kvicklera ska sensitiviteten (kvoten mellan ostörd och omrörd skjuvhållfasthet) vara större än 50 och den omrörda odränerade skjuvhållfastheten vara mindre än 0,4 kPa (Larsson, 2008).

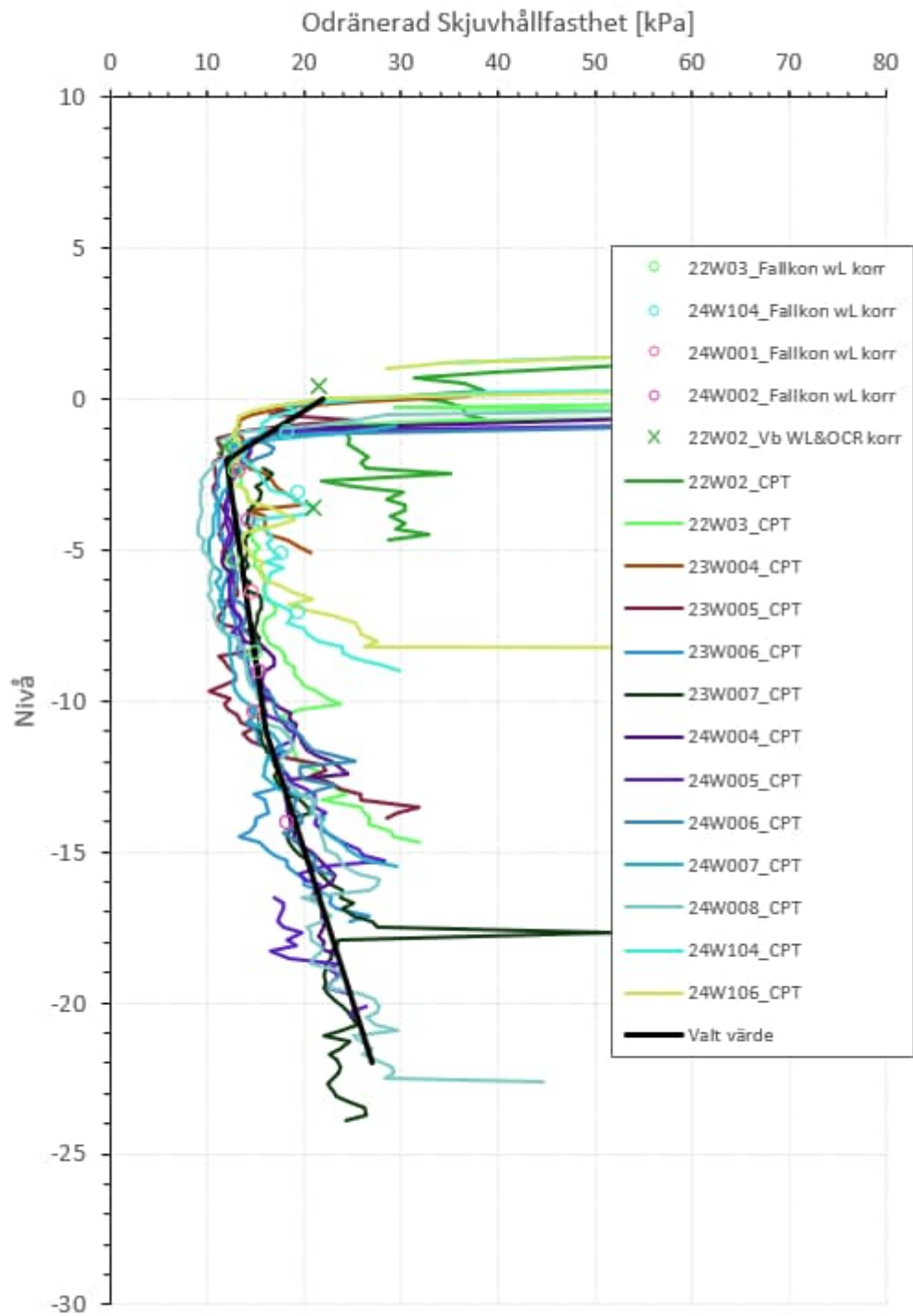
Lerans odränerade skjuvhållfasthet är mycket låg till låg och varierar mellan ca 7 – 31 kPa. Den lägsta odränerade skjuvhållfastheten är noterad i sonderingspunkt 23W022.

I figur 6.4 till 6.18 redovisas sammanställning av valda hållfasthetsvärden (skjuvhållfasthet, friktionsvinkel och E-modul) i fem olika geologiska lokaler, se figur 6.3 för uppdelning av området.

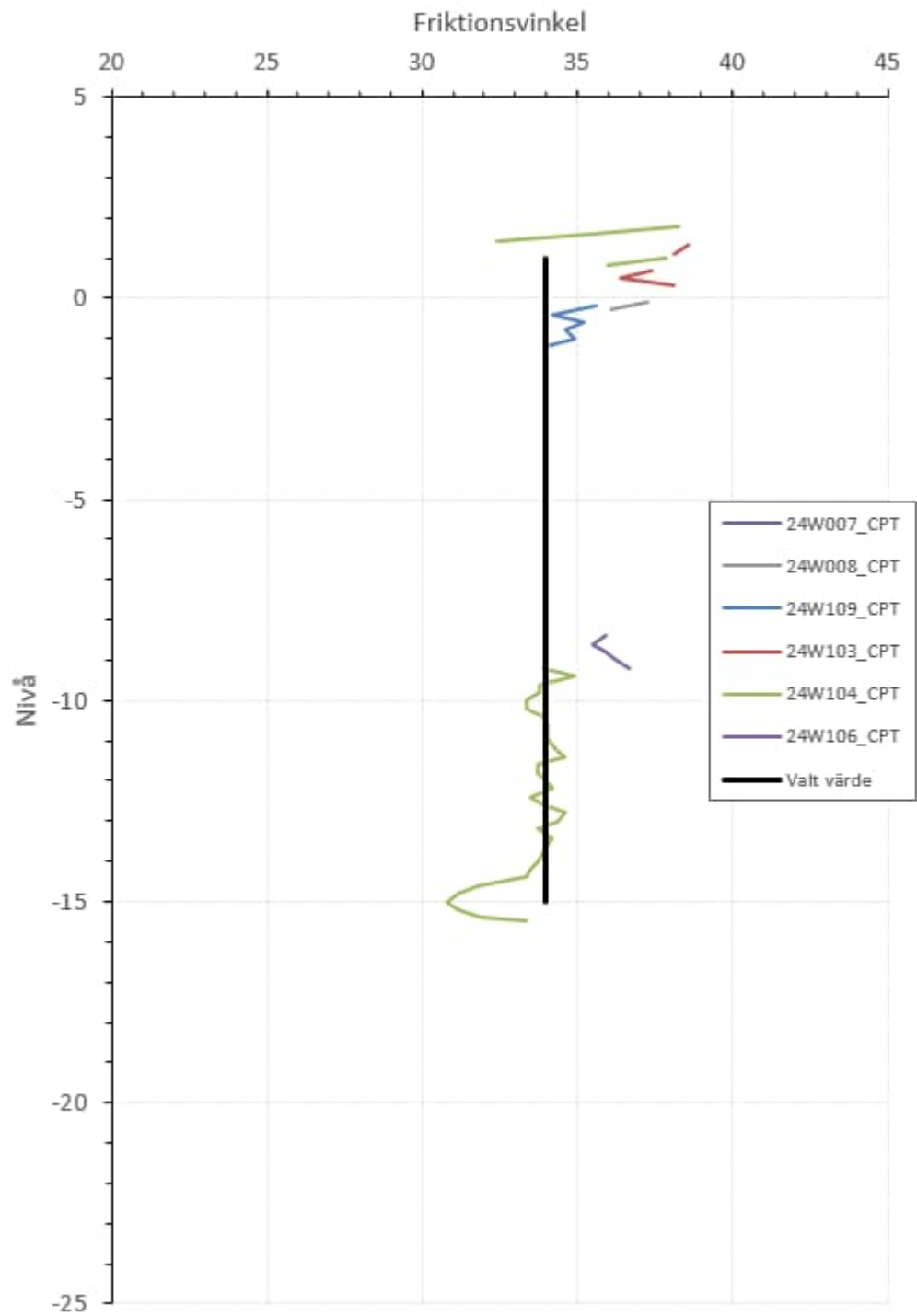


Figur 6.3. Områdesindelning

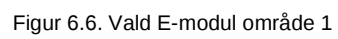
6.2.2 Område 1



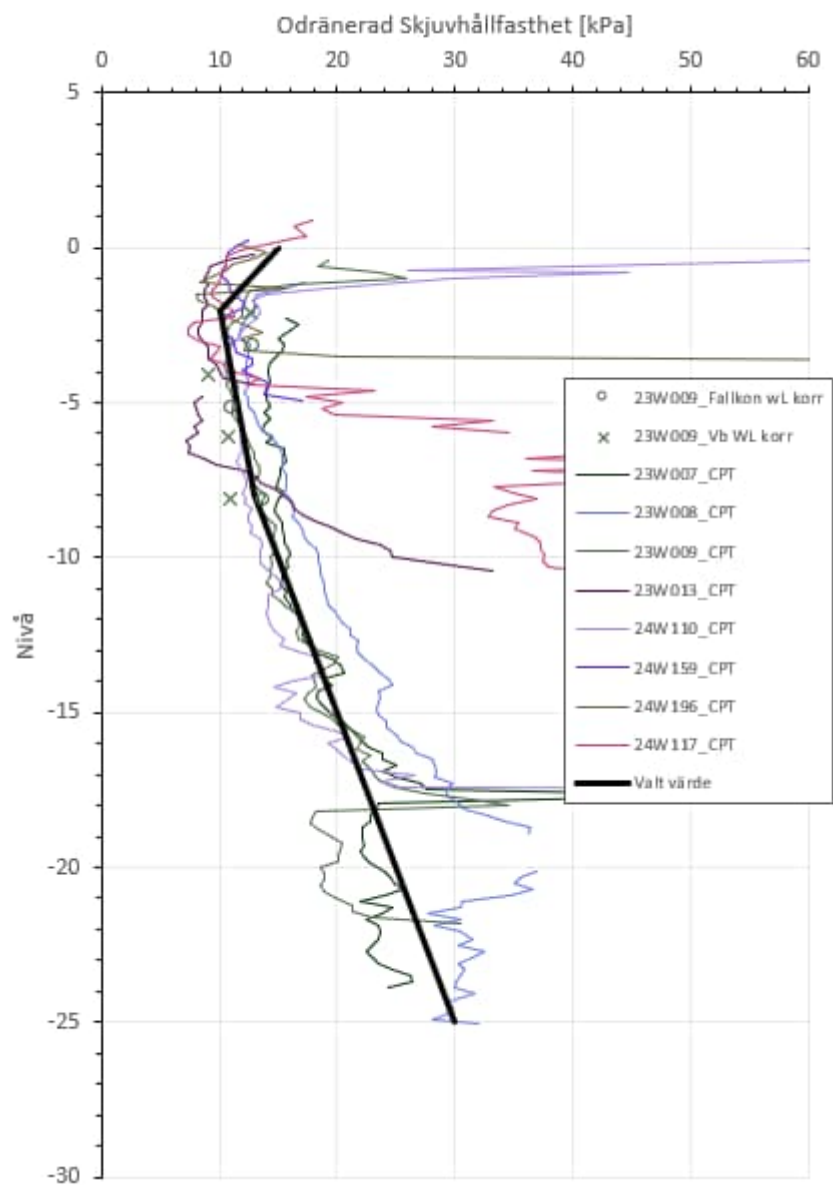
Figur 6.4. Vald skjuvhållfasthet område 1



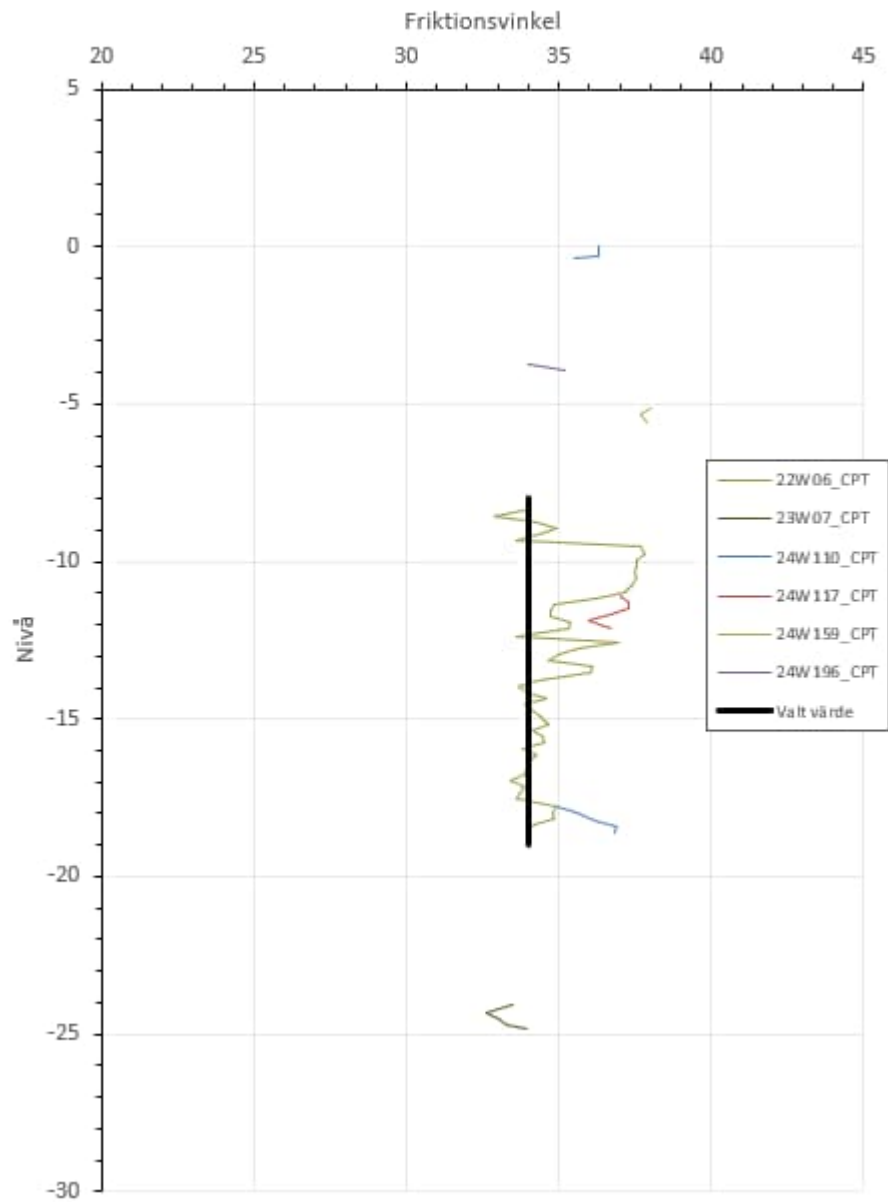
Figur 6.5. Vald friktionsvinkel område 1



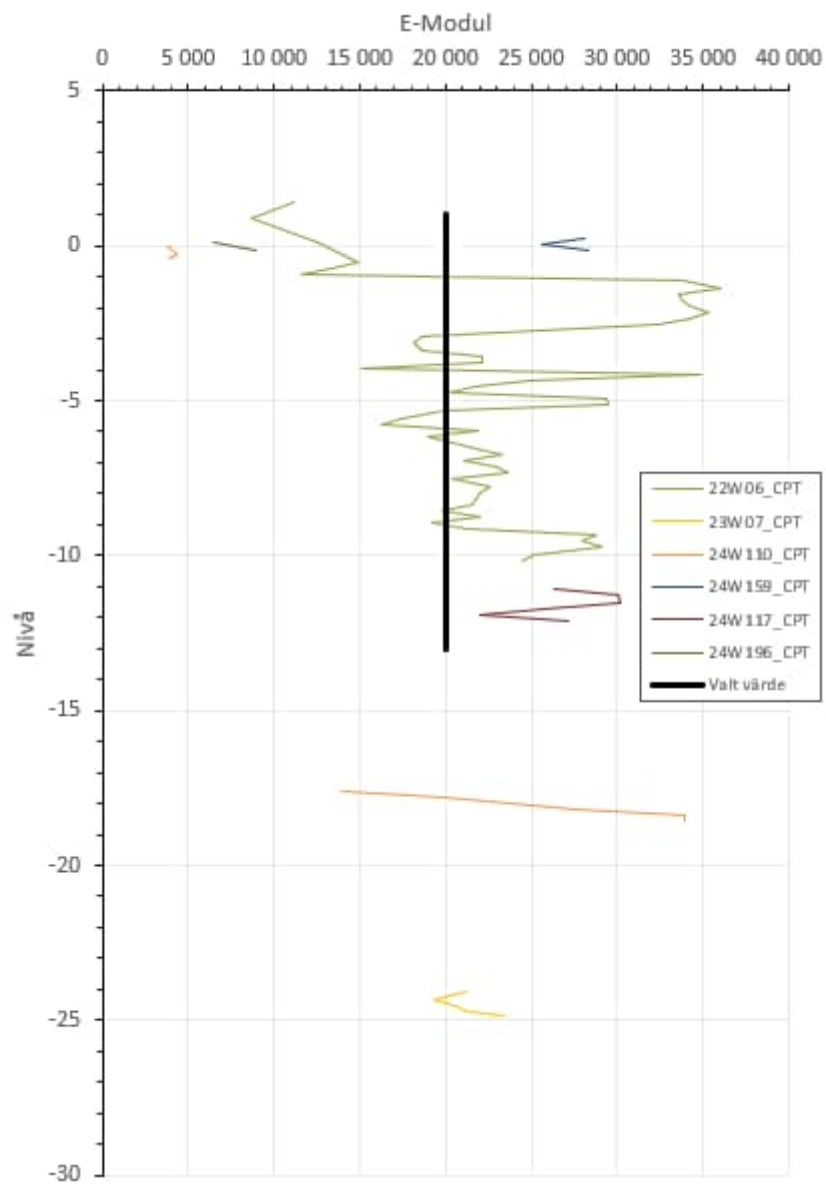
6.2.3 Område 2



Figur 6.7. Vald skjuvhållfasthet område 2

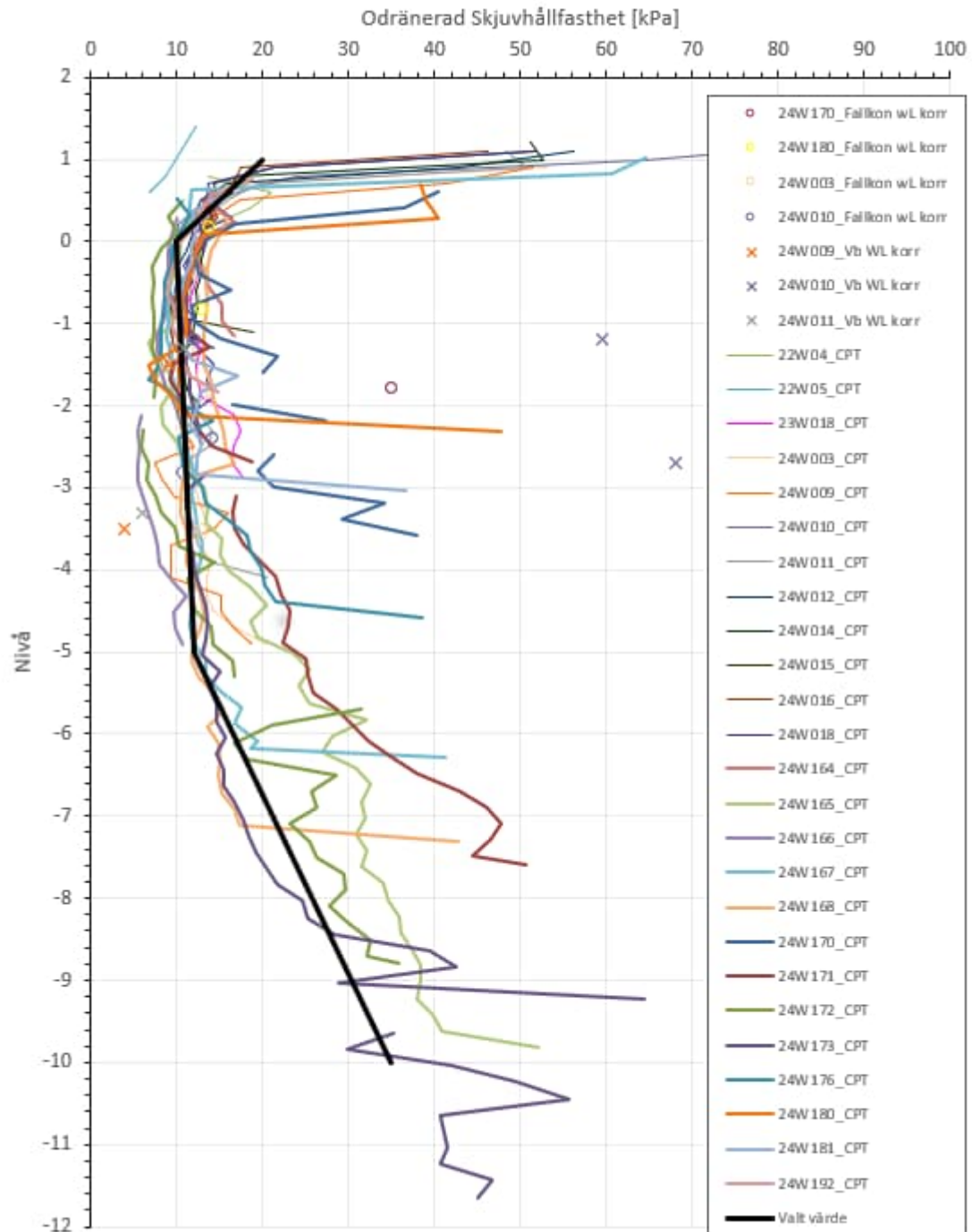


Figur 6.8. Vald friktionsvinkel område 2

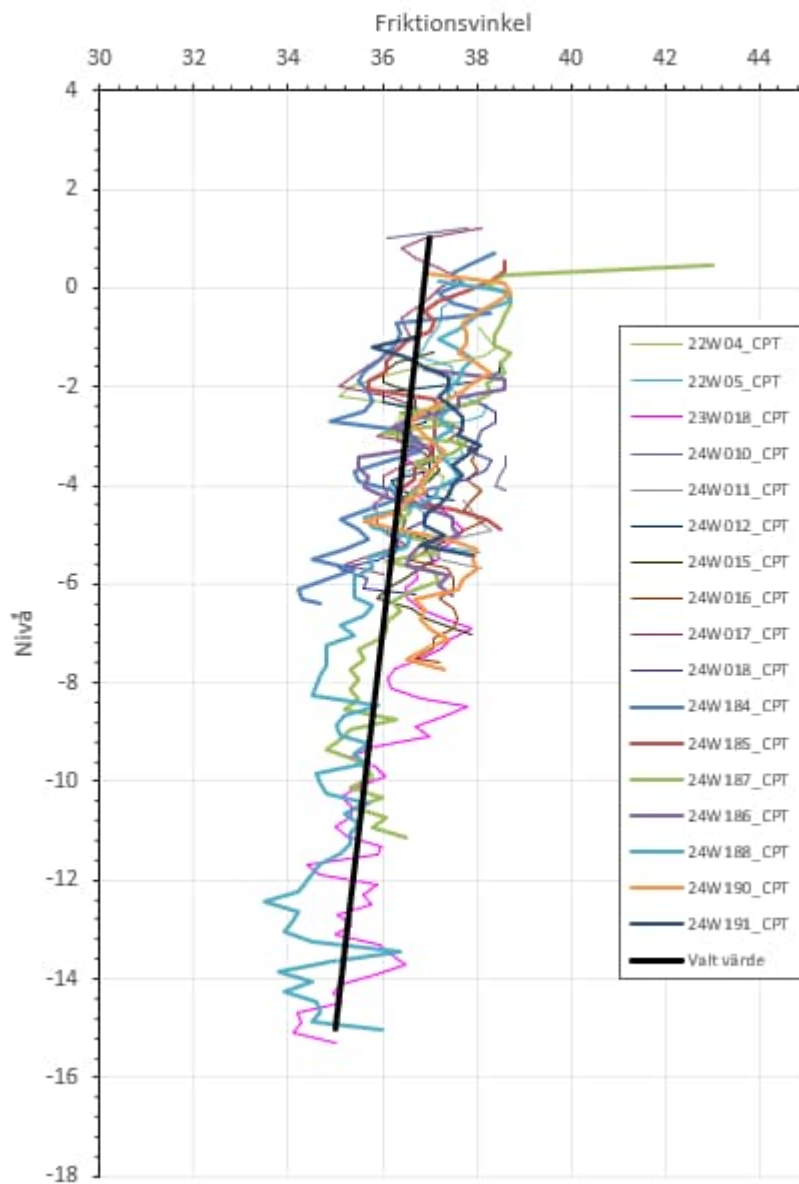


Figur 6.9. Vald E-modul område 2

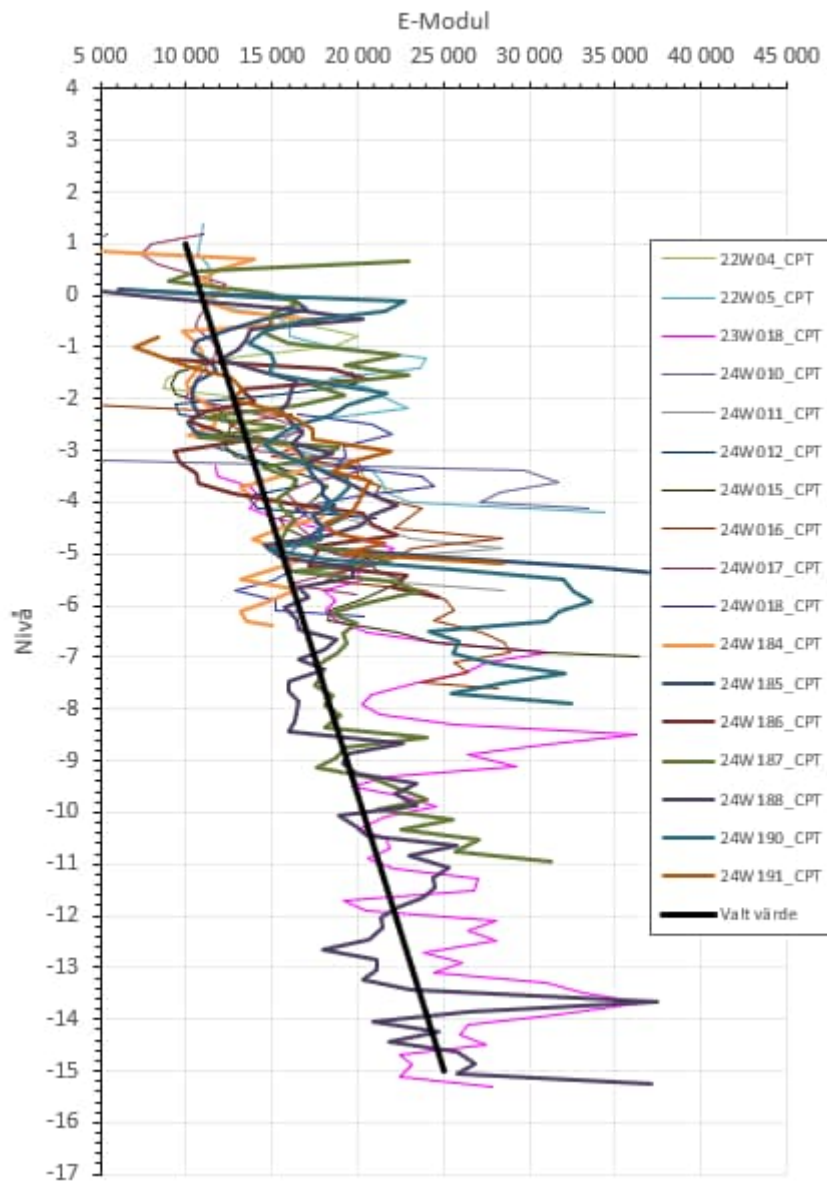
6.2.4 Område 3



Figur 6.10. Vald skjuvhållfasthet område 3

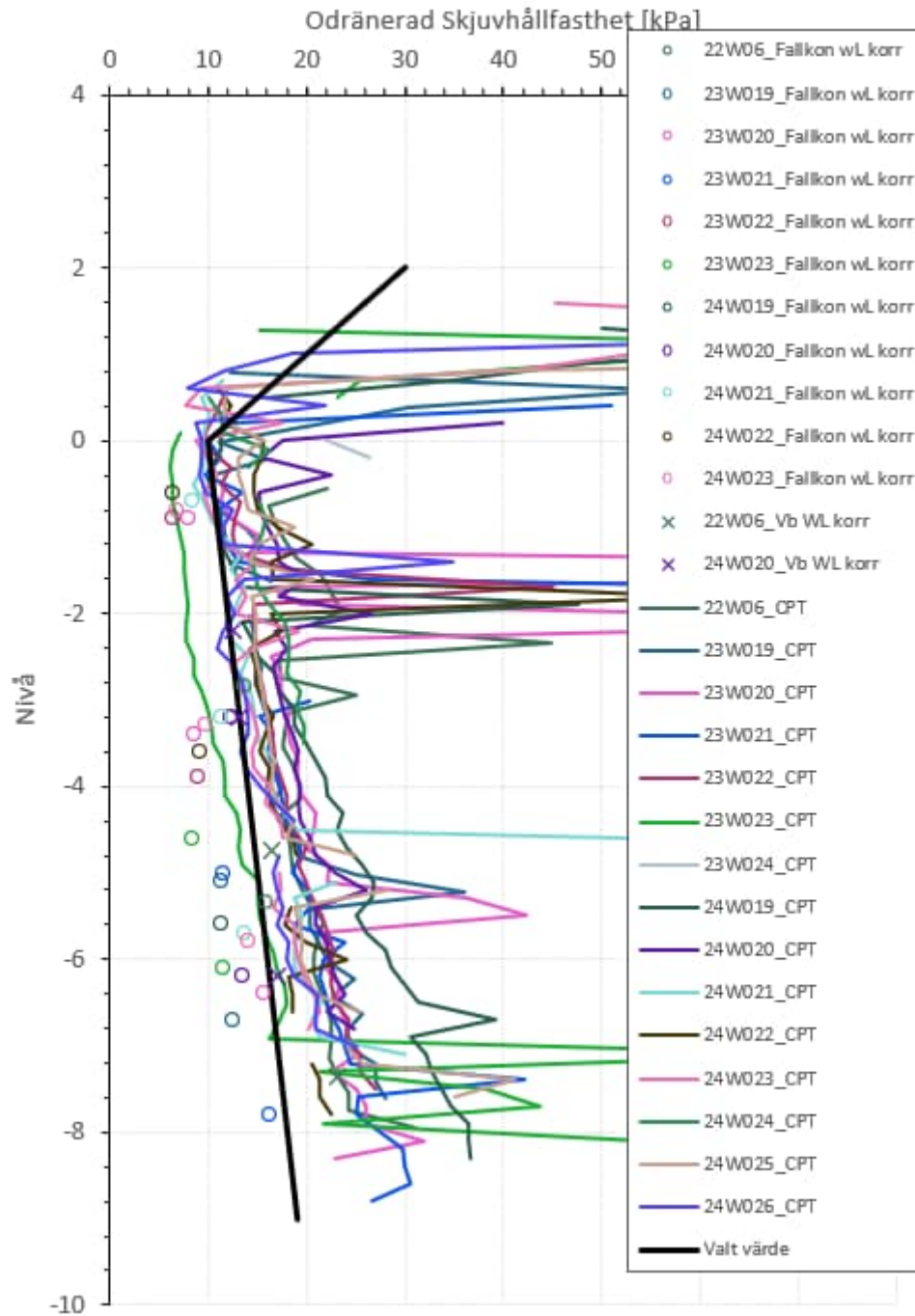


Figur 6.11. Vald friktionsvinkel område 3

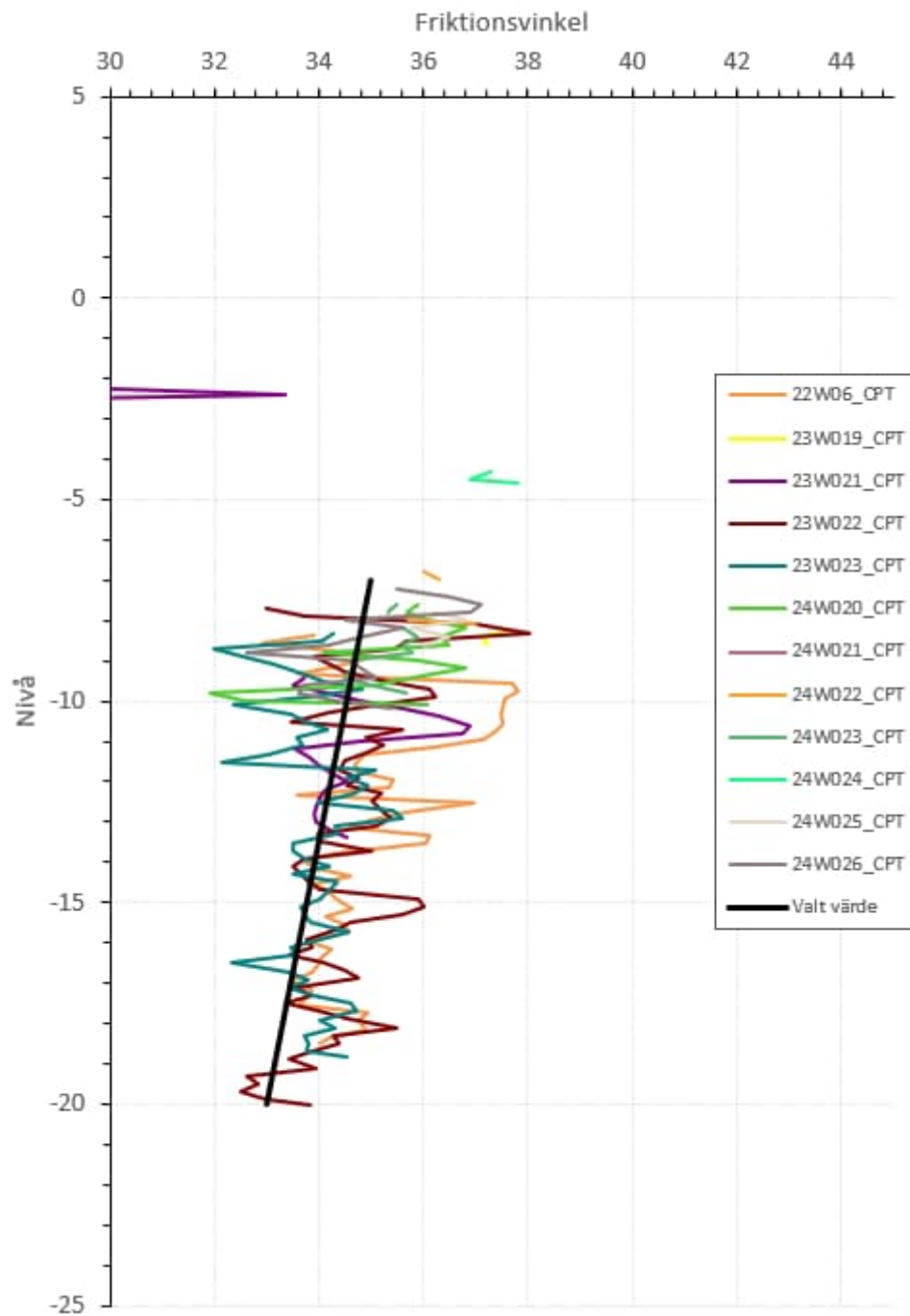


Figur 6.12. Vald E-modul område 3

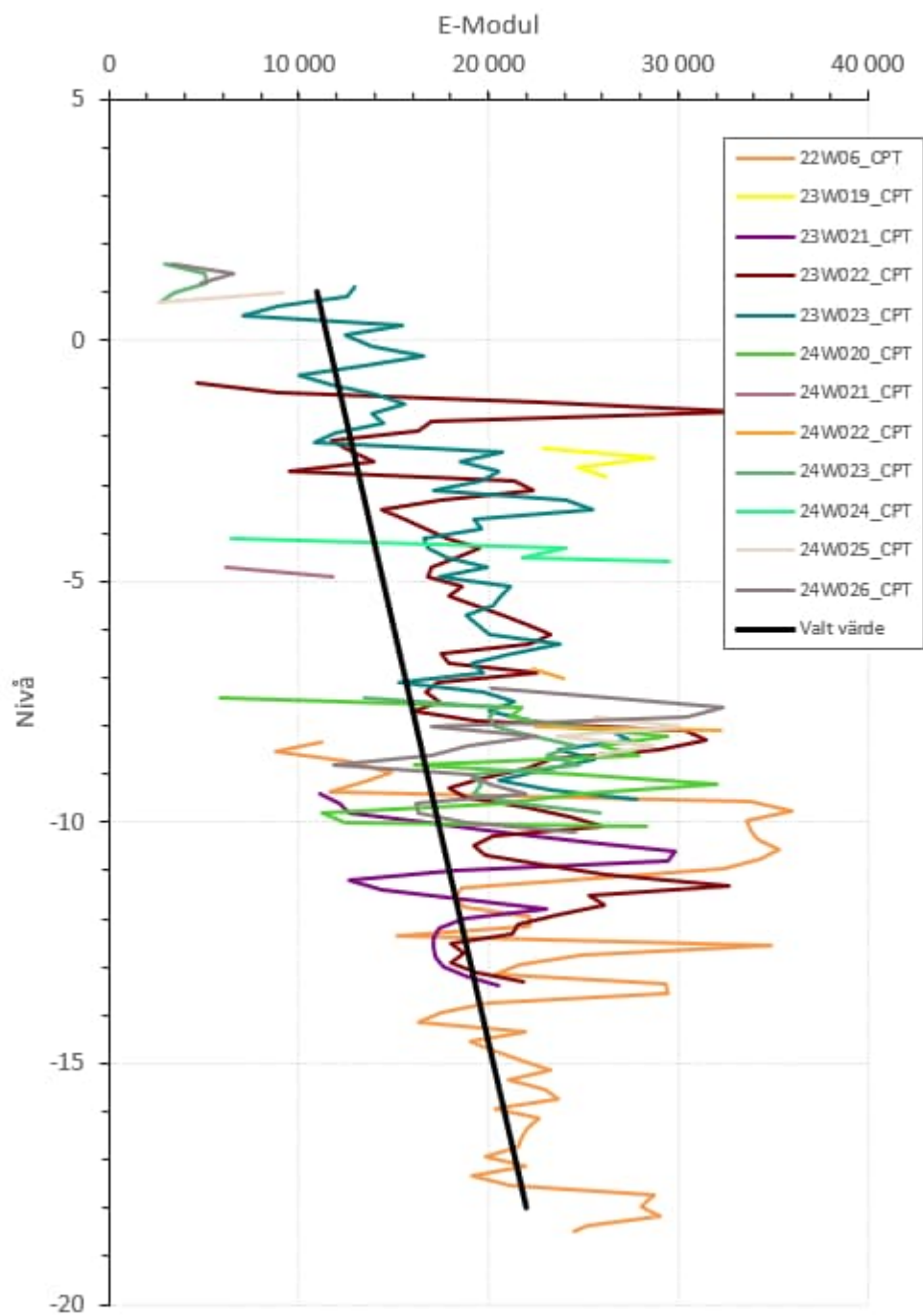
6.2.5 Område 4



Figur 6.13. Vald odränerad skjuvhållfasthet område 4

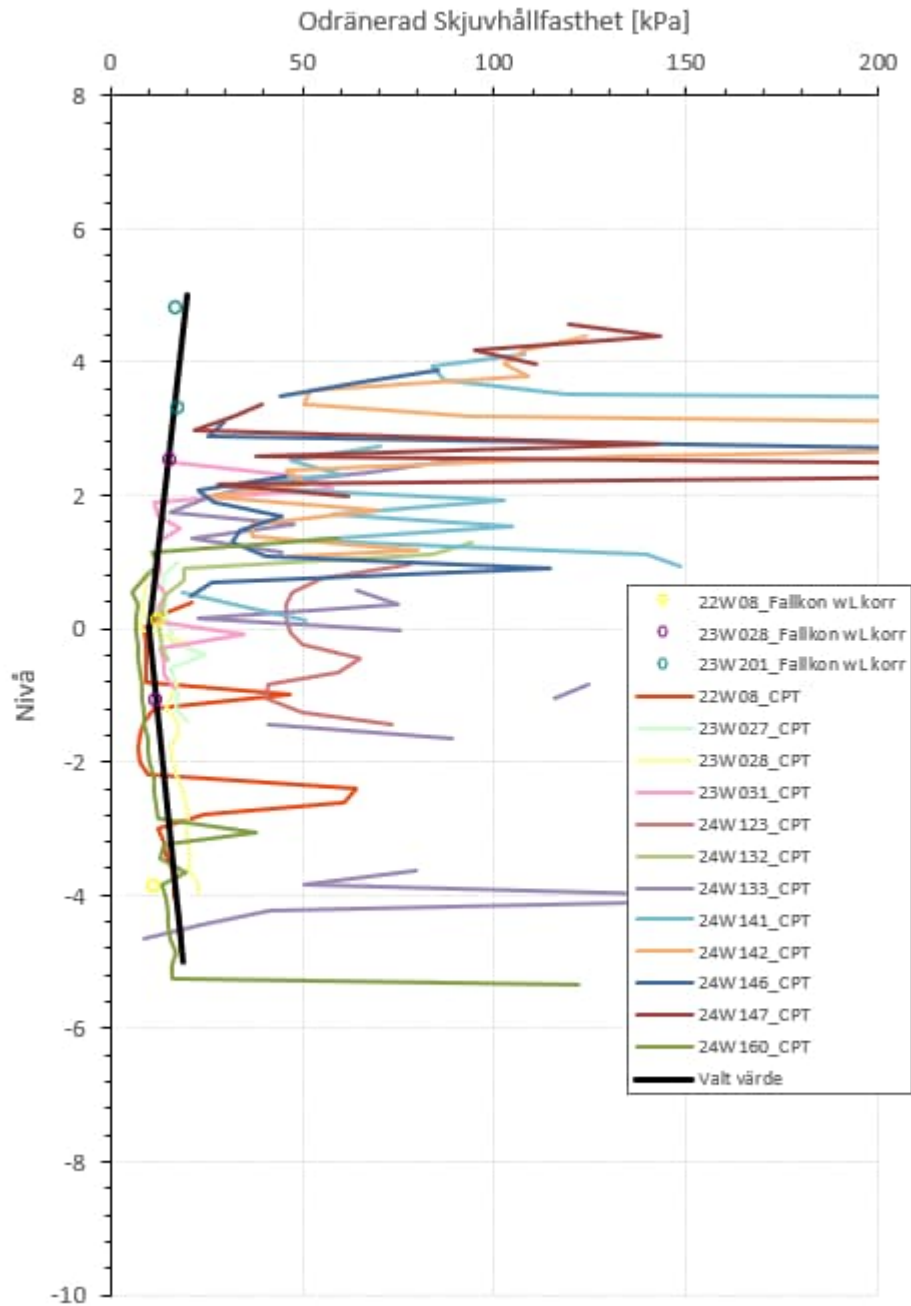


Figur 6.14. Vald friktionsvinkel område 4

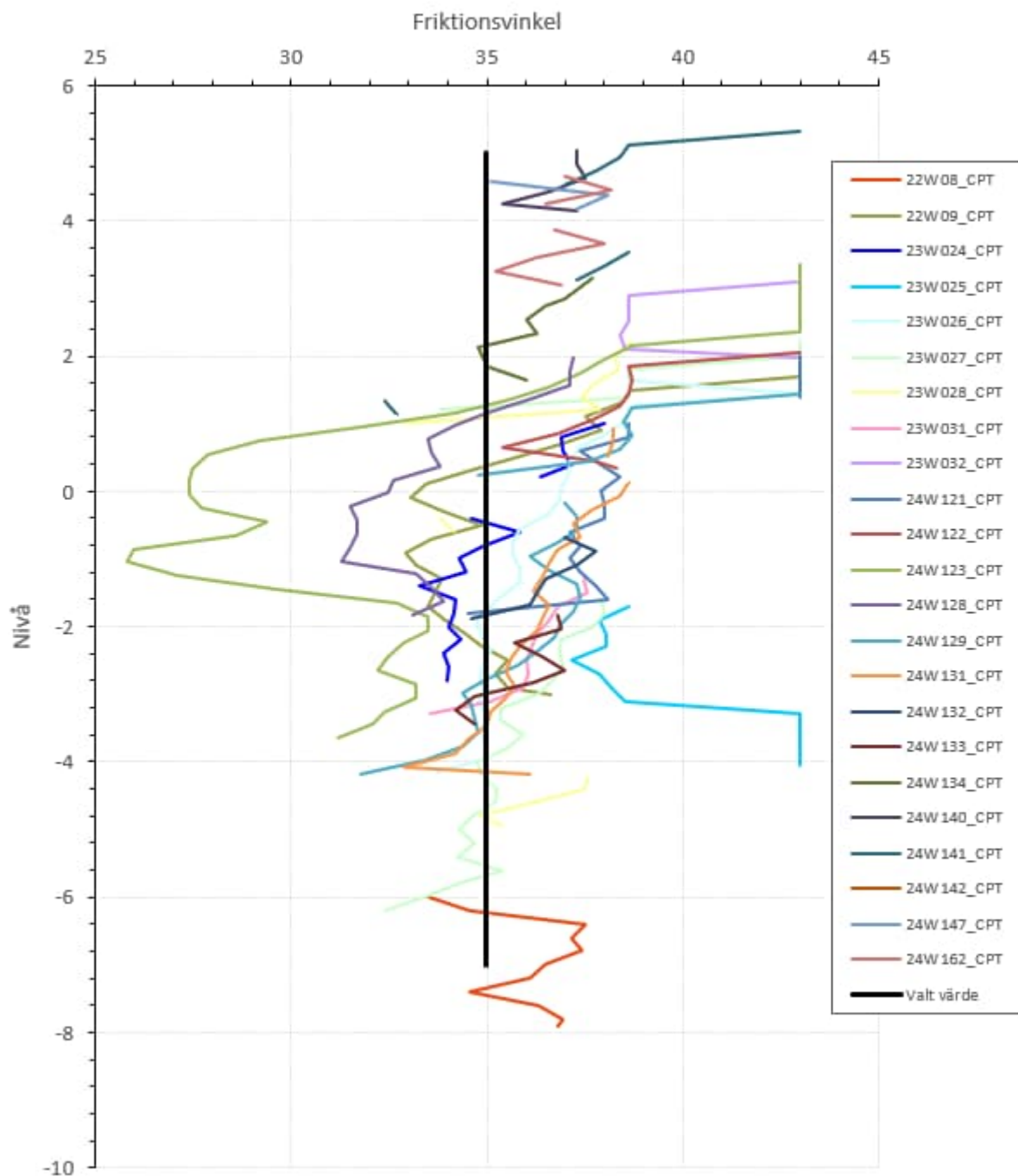


Figur 6.15. Vald E-modul område 4

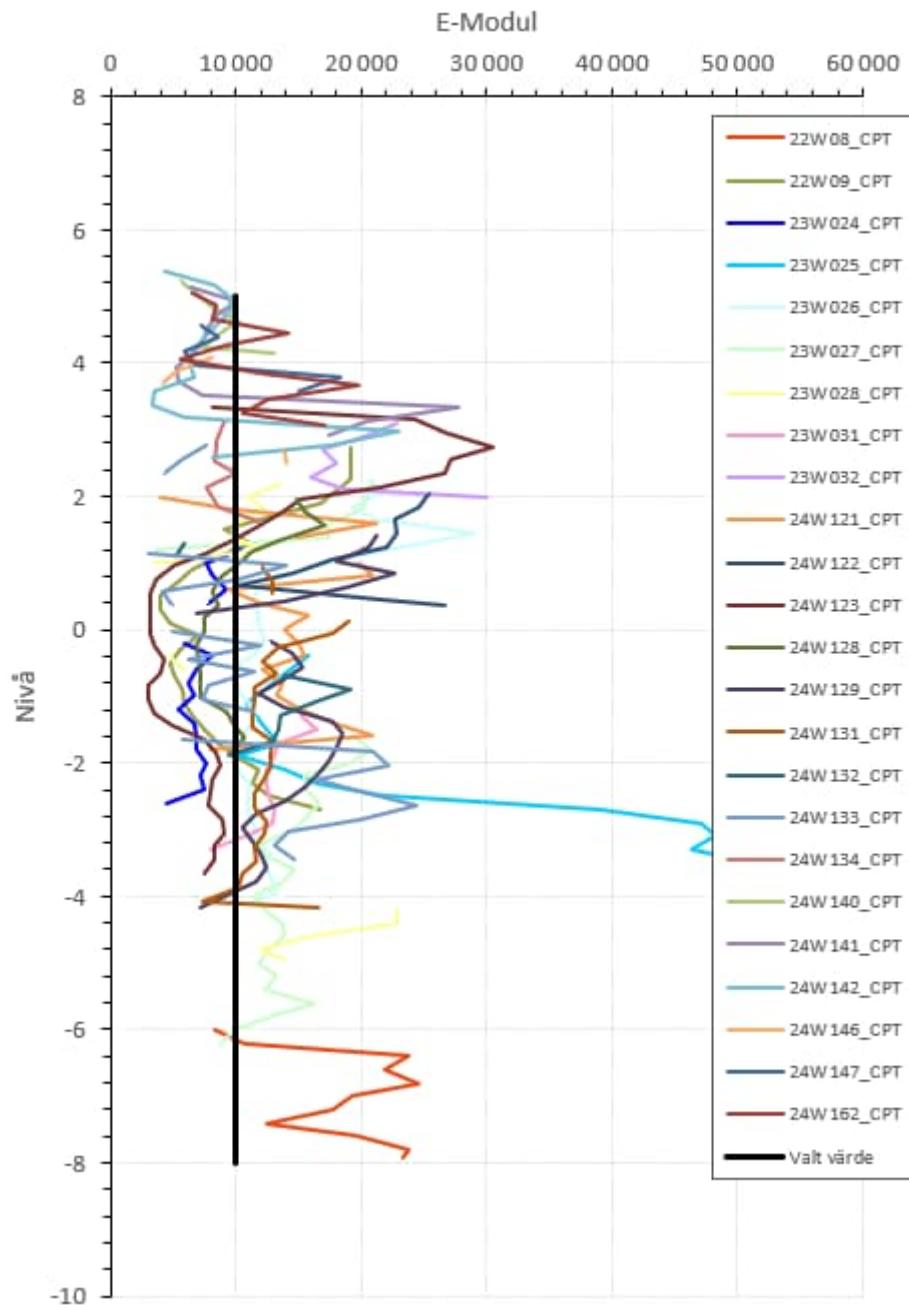
6.2.6 Område 5



Figur 6.16. Vald odränerad skjuvhållfasthet område 5



Figur 6.17. Vald friktionsvinkel Område 5



Figur 6.18. Vald E-modul Område 5

7 STABILITET

7.1 TIDIGARE UTFÖRD STABILITETSUTREDNING

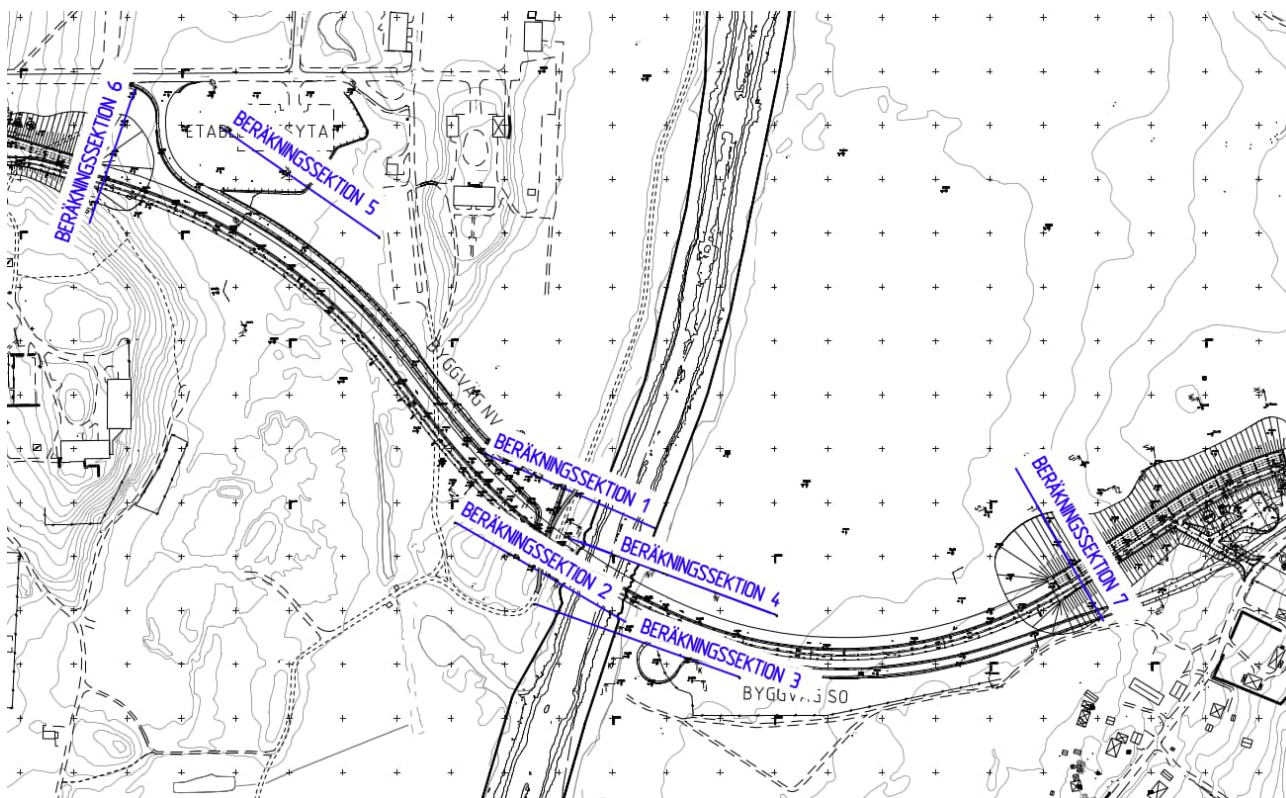
WSP har tidigare utfört en stabilitetsutredning för den planerade bron och dess tillfartsbankar [2]. Utredningen visade att stabiliteten inom området för planerad bro är erforderlig för befintliga förhållanden.

7.2 NU UTFÖRD STABILITETSUTREDNING

WSP har under 2024 utfört en stabilitetsutredning för en planerad etableringsyta och byggvägar med vändplaner på båda sidor om Fyrisån. Utförda beräkningssektioner redovisas i Figur 7.1. Beräkningarna har utförts med totalsäkerhetsfilosofi. På östra sidan, vid beräkningssektion 3 och 4, har kvicklera påträffats. För dessa beräkningssektioner gäller säkerhetsklass 3. Övriga sektioner har kontrollerats mot säkerhetsklass 2. Som trafiklast på byggvägarna har 30 kPa antagits. Vid kombinerad analys har lasten reducerats med 50%.

Lägsta vattennivå i Fyrisån har antagits till +0,2. Medelvattennivån i läget för bron är +1,2 men det finns inga uppgifter om lägsta lågvattennivå.

Lägsta godtagbara säkerhetsfaktorer för SK2 är 1,5 för odränerad analys och 1,3 för kombinerad analys. För SK3 är lägsta godtagbara säkerhetsfaktorer 1,65 för odränerad analys och 1,4 för kombinerad analys.



Figur 7.1. Beräkningssektioner markerade i planvy.

Resultatet från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 7.1, beräkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 1.

Tabell 7.1. Resultat från stabilitetsberäkningar avseende byggvägar.

Beräkningssektion	Skede	Belastning	Fc	Fkomb	SK	Sidnr. Bilaga 1
1	Befintligt	-	2,37	2,12	2	2, 3
1	Byggskede	Projekterad byggväg + trafiklast 30 kPa	2,37	2,06	2	4, 5
2	Befintligt/ byggskede	-	2,33	2,16	2	6, 7
3	Befintligt	-	3,20	2,16	3	8, 9
3	Byggskede	Projekterad byggväg + trafiklast 30 kPa	1,46	1,89	3	10, 11
3	Byggskede	Projekterad byggväg + trafiklast 20 kPa	1,79	2,13	3	12, 13
3	Byggskede	Projekterad byggväg + trafiklast 30 kPa + lättfyllning 0,5 m	1,67	2,26	3	14, 15
4	Befintligt/ byggskede	-	2,78	2,45	3	16, 17
5	Byggskede	Byggväg + 30 kPa	1,80	1,69	2	18, 19
5	Byggskede	Byggväg + 40 kPa	1,46	1,40	2	20, 21
6	Projekterat	Västra tillfartsbanken utan trafiklast	0,68	0,68	2	22, 23
7	Projekterat	Östra tillfartsbanken utan trafiklast	1,26	1,26	2	24, 25

Utförda stabilitetsberäkningar visar att den sydöstra byggvägen ej uppnår erforderlig säkerhetsfaktor (beräkningssektion 3) med en trafiklast motsvarande 30 kPa. Vid en trafiklast om 20 kPa uppfylls dock kraven för säkerhetsklass 3.

För att säkerheten ska vara tillräcklig vid den högre trafikbelastningen kan vägprofilen sänkas så att den inte är högre än 0,5 meter ovan nuvarande markyta alternativt att lättfyllning används. Lättfyllningens mäktighet behöver vara 0,5 meter och ca 0,3 meter befintlig jord måste skiftas ut. Tvärs beräkningssektionen kontrollerades även en tvärsektion för byggvägen i sektion 0/530 med samma resultat (sidnr 26 till 29 i bilaga 1).

Säkerhetsfaktorn är även för låg för båda tillfartsbankarna om inga förstärkningsåtgärder vidtas.

Beräkningssektion 5 visar att etableringsytan vid Ultuna allé har tillräcklig säkerhet vid en fullt utbredd ytbelastning om 30 kPa. Vid en fullt utbredd ytbelastning om 40 kPa erhålls en säkerhetsfaktor som ligger precis under kraven för säkerhetsklass 2. Dessa laster avser mer "permanenta" laster och ingen reduktion har därför gjorts vid kombinerad analys.

Utöver ovanstående beräkningssektioner har även schakter för VA-ledningar och brofundament kontrollerats. Resultaten sammanfattas i Tabell 7.2 och Tabell 7.3. Schakterna förväntas stå öppna under en kortare tid och därför kontrolleras enbart odränerad analys. Beräkningar för brostöd och VA-schakt har endast utförts där schakt förväntas ske i lera efter val av representativa kritiska sektioner. Det skall nämnas att vid beräkningarna för VA-schakter så har det antagits att dessa utförs innan byggtrafik påförs området.

Tabell 7.2. Resultat från stabilitetsberäkningar avseende schakter för brostöd

Beräkningssektion	Schaktdjup	SK	Belastning	Fc	Sidnr Bilaga 1
Brostöd 3	2,6 m	2	Projekterad byggväg + 10 kPa	1,53	30
			Projekterad byggväg + 15 kPa	1,43	31
			Projekterad byggväg + 20 kPa	1,33	32
			Projekterad byggväg + 30 kPa	1,17	33
Brostöd 11	2,5 m	3	Projekterad byggväg, ingen last	1,43	34
			Projekterad byggväg + 15 kPa	1,18	35
			Projekterad byggväg + 20 kPa	1,11	36
			Projekterad byggväg + 30 kPa	1,00	37

Stabilitetsberäkningarna visar att om brofundamenten inte utförs med spont måste belastningarna noga begränsas kring schakterna. För Brostöd 11 som ligger inom området med kvicklera är stabiliteten inte tillräcklig och rekommenderas utföras med spont.

Tabell 7.3. Resultat från stabilitetsberäkningar avseende VA-schakter

Beräkningssektion	Schaktdjup	SK	Släntlutning	Belastning	Fc	Sidnr Bilaga 1
Område 2	2 m	2	1:1	-	2,30	38
				10 kPa	1,60	39
				15 kPa	1,39	40
				20 kPa	1,23	41
			1:1,5	-	2,16	42
				10 kPa	1,61	43
				15 kPa	1,41	44
				20 kPa	1,25	45
			1:2	-	2,17	46
				10 kPa	1,61	47
				15 kPa	1,42	48
				20 kPa	1,27	49
Område 5	2,5 m	2	1:1	-	1,72	53
				10 kPa	1,31	50
				15 kPa	1,17	51
				20 kPa	1,06	52
			1:1,5	-	1,80	57
				10 kPa	1,43	54
				15 kPa	1,28	55
				20 kPa	1,15	56
			1:2	-	1,92	57
				10 kPa	1,55	58
				15 kPa	1,39	59
				20 kPa	1,26	60

Utförda beräkningar för VA-schakterna visar att det är svårt att utföra schakterna med tillräcklig säkerhet mot brott. För att schakterna ska kunna utföras på ett säkert sätt rekommenderas någon form av åtgärd, det kan t.ex. vara etappvis schakt eller spont.

7.2.1 Känslighetsanalys

För att ytterligare kontrollera stabiliteten har känslighetsanalyser utförts. De parametrar som kontrollerats är odränerad skjuvhållfasthet, bankhöjd för byggvägar och belastning nära Fyrisån. Analyserna redovisas i Bilaga 2 tillhörande denna PM.

Analyserna visar att bankhöjden för planerade byggvägar har störst inverkan på stabiliteten. För att beräkningssektion 1 ska ha erforderlig säkerhet ska byggvägen inte vara högre än 0,5 meter från nuvarande markyta. Den nu projekterade vägen på östra sidan av Fyrisån har för höga nivåer och åtgärder bör vidtas för att säkerställa stabiliteten.

Belastning i direkt anslutning till Fyrisån är också avgörande för stabiliteten. Om belastningar placeras i direkt anslutning till Fyrisån blir säkerhetsfaktorn för låg om belastningen är större än 20 kPa.

Variationer i den odränerade skjuvhållfastheten har kontrollerats med en reduktion på upp till 15% jämfört med valt värde. För den västra sidan är stabiliteten fortsatt erforderlig vid 15 % lägre odränerad skjuvhållfasthet. På östra sidan är säkerheten mot stabilitetsbrott för låg redan vid det valda värdet. För att den östra byggvägen ska ha erforderlig säkerhet med trafiklast om 30 kPa krävs 15% högre odränerad skjuvhållfasthet mot det valda värdet.

På den östra sidan av Fyrisån har kvicklera påträffats. Där är det extra viktigt att inga stabilitetsbrott inträffar eftersom mindre lokala skred potentiellt kan sprida sig och påverka mycket större områden. En beräkning har utförts där ett skikt i kvickleran har blivit omrört (vilket skulle kunna inträffa på grund av t.ex. vibrationer). Beräkningen visar att ett skred kan inträffa om kvickleran störs, se sida 4 och 5 i Bilaga 2.

8 SCHAKT

8.1 ALLMÄNT

Förutsättningarna för schakt varierar inom området. Schakt kommer att ske i både friktionsjord och kohesionsjord. För närmare uppgifter om schakt för brostöd, se avsnitt 9. Risk för bottenuppträckning vid schakt för brostöd hanteras i avsnitt 8.4.

Risk finns att schakt kommer att behöva utföras under grundvattenytan. Det ska nämnas att grundvattensänkning är tillståndspliktigt. Där grundvattenbortledning planeras har tillstånd för vattenverksamhet sökts hos mark- och miljödomstolen tillsammans med övrig vattenverksamhet för bron.

Alla markarbeten ska bedrivas med hänsyn till aktuell jordart, väder, laster och rådande grundvattenyta. Schaktslänter och schaktdjup bör utföras enligt skriften Schakta säkert, Säkerhet vid schaktning i jord utgiven 2015 av Svensk Byggtjänst och Statens geotekniska institut.

För djupare schakter, som ovan nämnd skrift inte berör, så skall en sakkunnig geotekniker kontaktas för kontroll av stabilitet för planerad schakt.

Förekommande sandskikt kan ge inströmmande markvatten i schakt. Schaktslänter kan behöva skyddas.

Schakt inom området, och framför allt intill Fyrisån, ska endast utföras efter kontroll av stabilitet. Schakter kan komma att behöva utföras inom stödkonstruktion.

8.2 GRUNDVATTENSÄNKNING FÖR SCHAKT AV BROSTÖD PÅ ÖSTRA SIDAN AV FYRISÅN

Planerad schakt för de östligaste brostöden för bro över Fyrisån innebär en grundvattensänkning enligt figur 8.1. Påverkansområdet sträcker sig över ett område där befintliga byggnader återfinns, se röd markering.



Figur 8.1. Påverkansområde för grundvattensänkning

En grundvattensänkning om 0,5 meter innebär en tillskottslast motsvarande 5 kPa. Sättningsberäkningar har utförts, utifrån de laborieförsök som utförts samt för en befintlig grundvattennivå 6 meter under befintlig marknivå, för en jämnt fördelad belastningsökning motsvarande 0,5 meter grundvattensänkning. Teoretiskt beräknade totalsättningar uppgår till 2 - 4 cm i områden med lera. I beräkningen har krypsättningar ej beaktats. Då det inte är troligt att schakten kommer att stå öppen under en längre tid så har en beräkning utförts gällande storlek på sättning för en grundvattensänkning som pågår under ett år. Konservativt beräknat så uppgår då sättningen till knappt 1 cm i området som är rödmarkerat i figur 8.1.

8.3 SCHAKT FÖR LEDNINGSOMLÄGGNING

Schakt för ledningsomläggning planeras utföras ner till 2,5 meters djup. Utförda stabilitetsberäkningar för VA-schakterna, se kapitel 7, visar att det är svårt att utföra schakterna med tillräcklig säkerhet mot brott. För att schakterna ska kunna utföras på ett säkert sätt rekommenderas någon form av åtgärd, det kan t.ex. vara etappvis schakt, ledningsbädd eller spont. Det skall nämnas att ledningsschakterna kommer att utföras i områden med varierande jordlagerföljd. Det finns därför risk för inströmmande grundvatten och i det fall inläckage sker måste arbetet utföras utan länshållning i schakten. Ett alternativ till schakt kan vara att man använder sig av schaktfria metoder.

8.4 RISK FÖR BOTTENUPPTRYCKNING VID SCHAKT FÖR BROSTÖD

En översyn för risk för bottenuppträckning vid schakt för brostöd har utförts. En kontrollberäkning har utförts för stöd 2 som tidigare bedömts vara mest kritiskt. I övriga stöd schaktas endera direkt i friktionsjord alternativt i jordar med större lermäktigheter. Beräkningen redovisas i bilaga 4 och bedömningen är att vi ej

har risk för bottenuppträckning. Beräkningen är utförd på den säkra sidan både gällande lerlagrets tjocklek och grundvattnets trycknivåer.

När en provgrop grävdes i anslutning till brostöd 2 så strömmade dock grundvatten in från vattenförande skikt i leran. Man valde då att höja detta brostöd och lägga det i markytan för att undvika schakt. För stöd 2 samt stöd 7 – 9 utförs således ingen schakt alls.

9 GRUNDLÄGGNING

9.1 BYGGVÄGAR OCH ETABLERINGSYTOR

Beräkningar för byggvägar och etableringsytor har visat att stabiliteten generellt är erforderlig för den antagna belastningen. Uppbyggnaden av byggvägarna förutsätts ske enligt figur 5.2 med en trafiklast om 30 kPa. Utförda stabilitetsberäkningar visar dock att den sydöstra byggvägen inte uppnår erforderlig säkerhetsfaktor för antagen trafiklast om 30 kPa, se kapitel 7. För att säkerheten ska vara tillräcklig kan vägprofilen sänkas så att den inte är högre än 0,5 meter ovan nuvarande markyta alternativt att lättfyllning används. Lättfyllningens mäktighet behöver vara 0,5 meter och ca 0,3 meter befintlig jord måste skiftas ut. Alternativt kan man begränsa de trafiklasten som används på byggvägen till 20 kPa.

Beräkningssektion 5 visar att etableringsytan vid Ultuna allé har tillräcklig säkerhet vid en fullt utbredd ytbelastning om 30 kPa. Vid en fullt utbredd ytbelastning om 40 kPa erhålls en säkerhetsfaktor som ligger precis under kraven för säkerhetsklass 2.

Inga åtgärder bedöms behöva utföras för att säkerställa stabiliteten mot Fyrisån. Det skall dock nämnas att man inför byggskedet fortsatt behöver kontrollera stabiliteten vid ändring av laster eller geometrier. Ändringar i projekteringen såsom större laster (både trafiklasten och upplag) eller belastning närmare Fyrisån kan göra att förstärkningsåtgärder kan komma att krävas. I tillståndsansökan för bron har man därför tagit höjd för spont även om det i dagsläget inte ser ut att krävas.

9.2 PLANERAD BRO

Utförda stabilitetsberäkningar visar att stabiliteten vid schakt för brostöd inte är erforderlig i områden med lera när man påför last från byggvägen. För att kunna göra en slutlig bedömning behövs mer information om vilka maskiner som ska användas samt hur man hanterar jordupplag. Generellt är dock bedömningen att det krävs stödkonstruktion i form av spont för de schakter som överstiger 2 meter och som utförs i lera. Ett alternativ kan också vara kc-pelarförstärkning för att öka hållfastheten i leran. I det fall spont används kan troligen stämp användas för att undvika onödig omgivningspåverkan och ytterligare strömningsvägar för grundvattnet.

9.2.1 Tillfartsbank och landfäste 1

Schaktdjup för brostöd är ca 3 meter. Schakt bedöms utföras i friktionsjord.

Tillfartsbanken grundläggs delvis på friktionsjordar och delvis på kohesionsjordar. Den östra tillfartsbanken grundläggs delvis på sättningsskänliga jordar. Detta innebär att förstärkning måste utföras för att inte riskera problem med sättningar och stabilitet. Sättningarna kan komma att ge upphov till påhängslaster på den pålgrundlagda bron. I det fall man bygger bron före tillfartsbankarna behöver man därför eventuellt utföra skyddspålning för att skydda brons pålgrundläggning.

Förstärkning av tillfartsbanken kan ske med exempelvis bankpålning, förbelastning med tryckbankar, lättfyllning eller en kombination av dessa metoder.

9.2.2 Brostöd 2

Ingen schakt krävs då stödet placeras på bottenplatta i linje med befintlig marknivå.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 18,9 meters djup.

9.2.3 Brostöd 3

Schaktdjupet varierar mellan 2,5 – 2,6 meter. Schakt kommer att utföras i torrskorpelera och lera.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 23,4 meters djup.

9.2.4 Brostöd 4

Schaktdjupet är 2,5 meter. Schakt kommer att utföras i torrskorpelera, sand och lera.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 28 meters djup.

9.2.5 Brostöd 5

Schaktdjupet är 2,5 meter. Schakt kommer att utföras i sand och lera.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 23,5 meters djup.

9.2.6 Brostöd 6

Pga. dålig markbärighet och mkt vatten behövde man använda stockmattor för att kunna sondera i läget för brostöd 6.

Schaktdjupet är 2,5 meter. Schakt kommer att utföras i lera.

Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 28.1 meters djup.

9.2.7 Brostöd 7

Ingen schakt krävs då stödet placeras på bottenplatta i linje med befintlig marknivå.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 19,5 meters djup.

9.2.8 Brostöd 8

Ingen schakt krävs då stödet placeras på bottenplatta i linje med befintlig marknivå.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 32,6 meters djup.

9.2.9 Brostöd 9

Ingen schakt krävs då stödet placeras på bottenplatta i linje med befintlig marknivå.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 39 meters djup.

9.2.10 Brostöd 10

Schaktdjupet är 2,5 - 3 meter. Schakt kommer att utföras i lera och sand.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge har inte kunnat fastställas då man trots flera försök inte kunde sondera till metodstopp. Sonderingen har avbrutits på 56,6 meters djup.

9.2.11 Brostöd 11

Schaktdjupet är 2,5 meter. Schakt kommer att utföras i lera och sand.

Brostödet bedöms kunna grundläggas med spetsburna pålar slagna till fast botten. Hejarsonderingarnas stoppdjup för respektive brostödläge bedöms motsvara pållängden. Utförd hejarsondering har stoppat på 23 meters djup.

9.2.12 Brostöd 12

Schaktdjupet är 2,5 meter. Schakt kommer att utföras i lera, sand och silt. Grundvattenbortledning planeras för att kunna utföra schakten i torrhet.

Brostödet bedöms behöva grundläggas med borrade pålar ned till fast botten och förankras i berg. Utförd hejarsondering har stoppat på 11,6 meters djup.

9.2.13 Brostöd 13

Schaktdjupet är 2,5 meter. Grundvattenbortledning planeras för att kunna utföra schakten i torrhet. Schakt kommer att utföras i lera och sand.

Brostödet bedöms behöva grundläggas med borrade pålar ned till fast botten och förankras i berg. Utförd hejarsondering har stoppat på 4,6 meters djup och utförd jordbergsondering har påvisat berg på 7,2 meters djup.

9.2.14 Brostöd 14

Schaktdjupet är 2,5 meter. Grundvattenbortledning planeras för att kunna utföra schakten i torrhet. Schakten kommer att utföras i lera och sand.

Brostödet bedöms behöva grundläggas med borrade pålar ned till fast botten och förankras i berg. Utförd hejarsondering har stoppat på 11 meters djup.

9.2.15 Tillfartsbank och landfäste 15

Schaktdjupet är ca 2,5 meter. Grundvattenbortledning planeras för att kunna utföra schakten i torrhet. Schakten kommer att utföras i lera och sand.

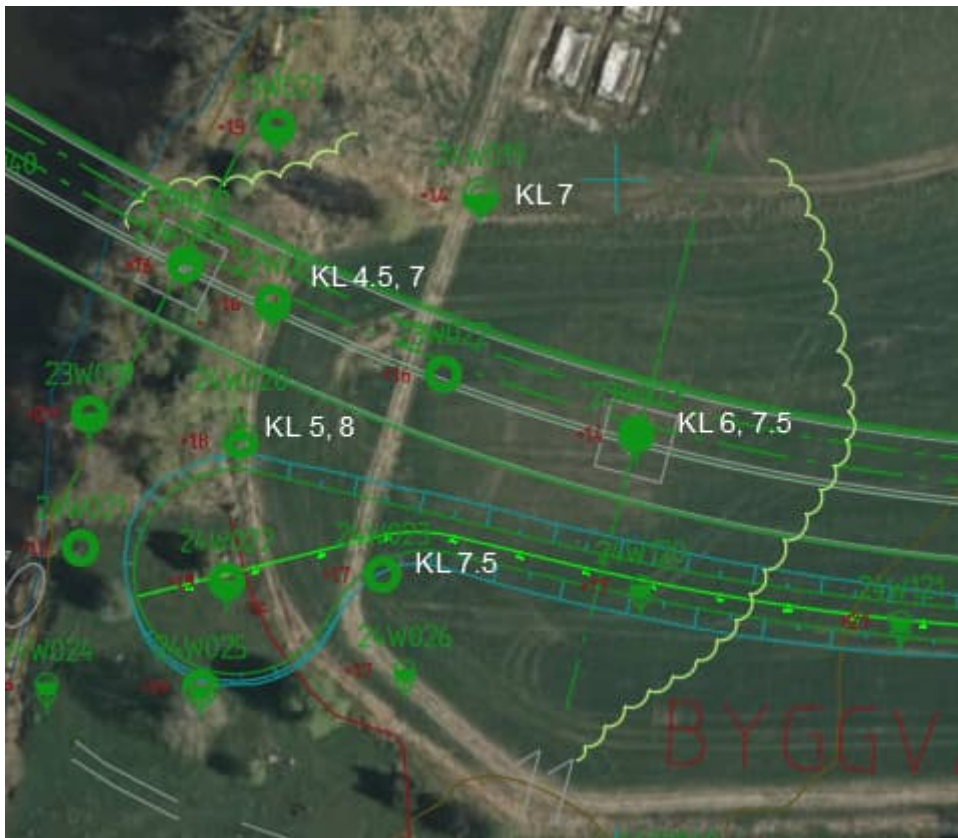
Brostödet bedöms behöva grundläggas med borrarade pålar ned till fast botten och förankras i berg. Block förekommer i friktionsjorden. Djup till berg varierar i undersökta punkter mellan 4,0 – 8,8 meter.

Den östra tillfartsbanken grundläggs delvis på sättning-skänsliga jordar. Detta innebär att förstärkning måste utföras för att inte riskera problem med sättningar och stabilitet. På samma sätt som på den västra sidans tillfartsbank så kan sättningarna som utbildas under tillfartsbanken komma att ge upphov till påhängslaster på den pålgrundlagda bron. Skyddspålning kommer därför eventuellt att behöva utföras även här beroende på arbetsordning.

Förstärkning av tillfartsbanken kan ske med exempelvis bankpålning, förbelastning med tryckbankar, lättfyllning eller en kombination av dessa metoder.

10 ÖVRIGT

- I ett antal sonderingspunkter inom område 4 har kvicklera påträffats. Förekomst av kvicklera innebär att vid projektering av planerad bro med tillhörande konstruktioner och kringarbeten så gäller säkerhetsklass 3 inom området. Förekomst av kvicklera innebär således att särskilda krav ställs under byggskedet men innebär också att man även i framtiden bör undvika upplag och schakter som kan äventyra stabiliteten. Detta gäller oavsett markanvändning. Se figur 9.1 för ungefärlig utbredning av kvicklera.



Figur 9.1. Bedömt område samt djupangivelser för kvicklera

- Undergrunden bedöms som vibrationskänslig pga. förekomst av kvicklera. I områden med kvicklera ska därför vibrationsalstrande arbeten undvikas för att motverka stabilitetsproblem.
- Tillfartsbankarna innebär en belastningsökning som potentiellt skulle kunna äventyra stabiliteten i området. Undersökningar visar att den västra och den östra tillfartsbanken kommer att grundläggas delvis i friktionsmaterial och delvis i kohesionsjord. Beräkningar visar att stabiliteten inte är erforderlig för den tillskottslast som bankarna utgör. Vid projektering av bankarna bör förstärkningsåtgärder projekteras. Möjliga grundförstärkningsåtgärder skulle exempelvis kunna bli bankpålning, förbelastning med tryckbankar, lättfyllning eller en kombination av dessa metoder. Möjligen krävs skyddspålning kring ändstöden på båda sidorna av bron.
- Stabiliteten har kontrollerats utifrån nu gällande förutsättningar men bör kontrolleras ytterligare inför byggskedet då laster och utformning av schakter är bestämda
- De valda värden som används för beräkningarna är försiktigt valda. Generellt visar laboratorieanalyserna en lägre skjuvhållfasthet än cpt-utvärderingarna. I områden där man har svårt att räkna hem stabiliteten kan man därför överväga att även utföra direkta skjuvförsök för att kalibrera utförda cpt-sonderingar och därmed kunna höja skjuvhållfastheten i beräkningarna.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41

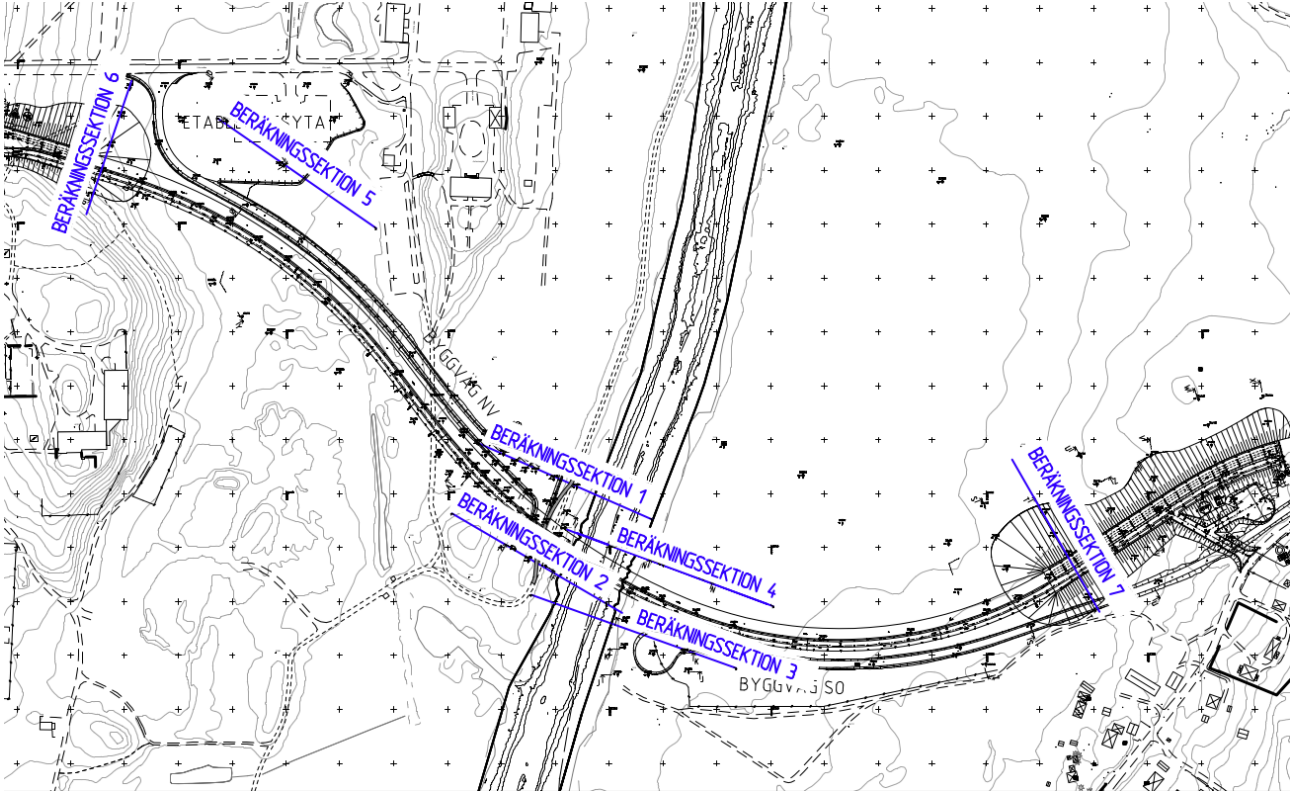
T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
wsp.com



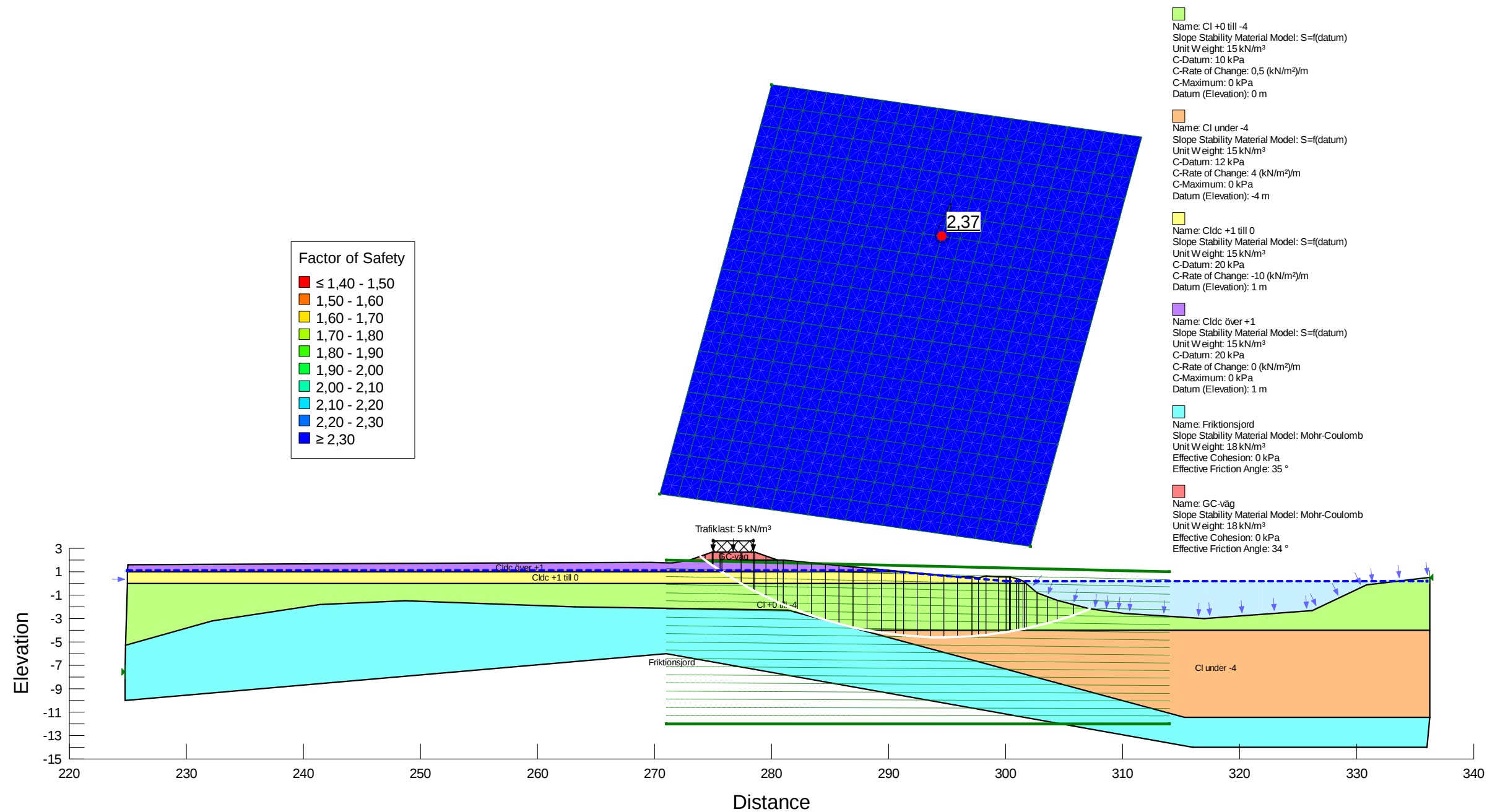
BILAGA 1 – STABILITETSBERÄKNINGAR

BERÄKNINGSSEKTIONER

Utförda beräkningssektioner visas i plan i Figur 1.



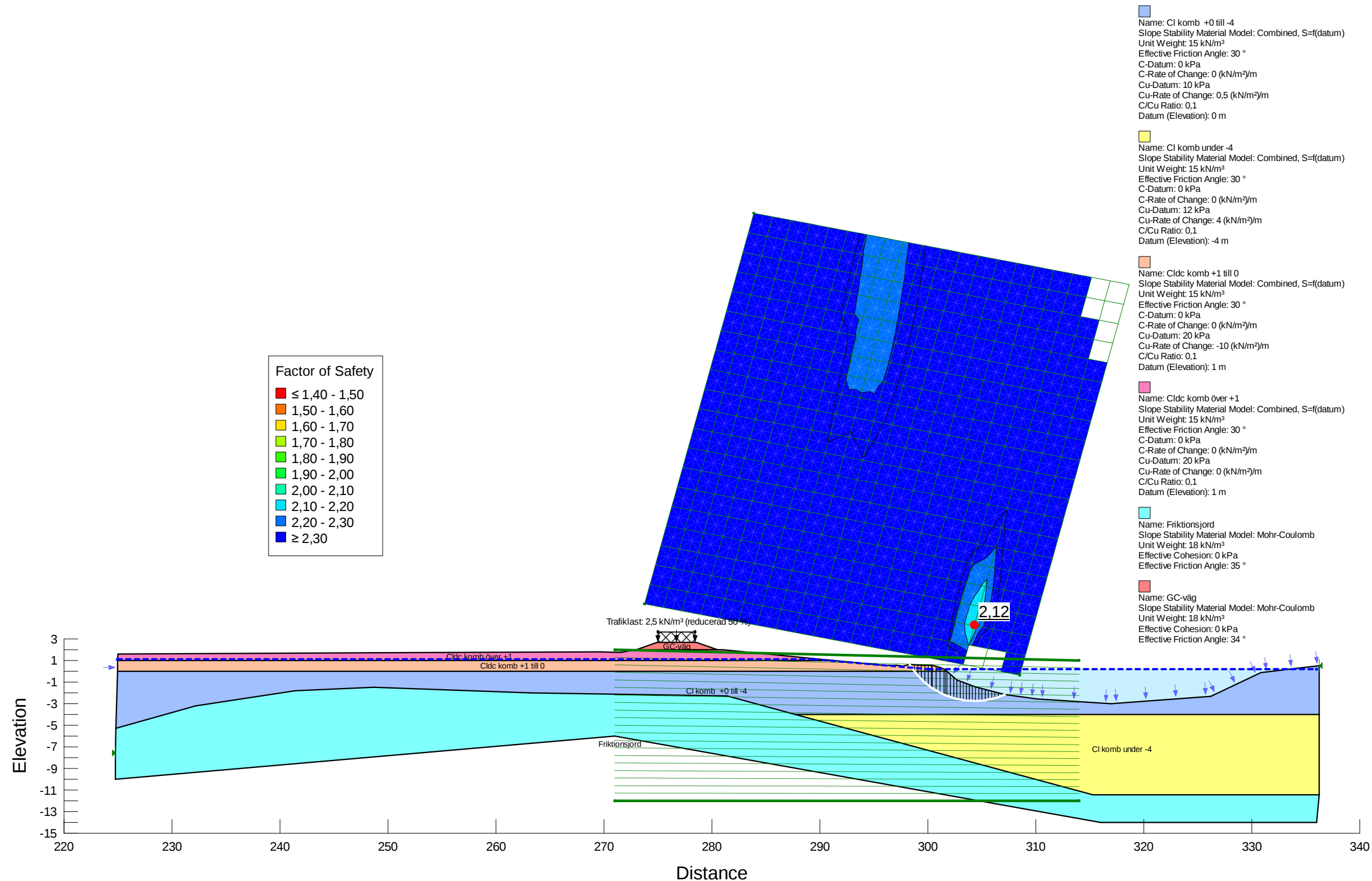
Figur 1. Beräkningssektioner i planvy.



1A Beräkningssektion 1 - befintligt
1A1 Odränerad analys

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

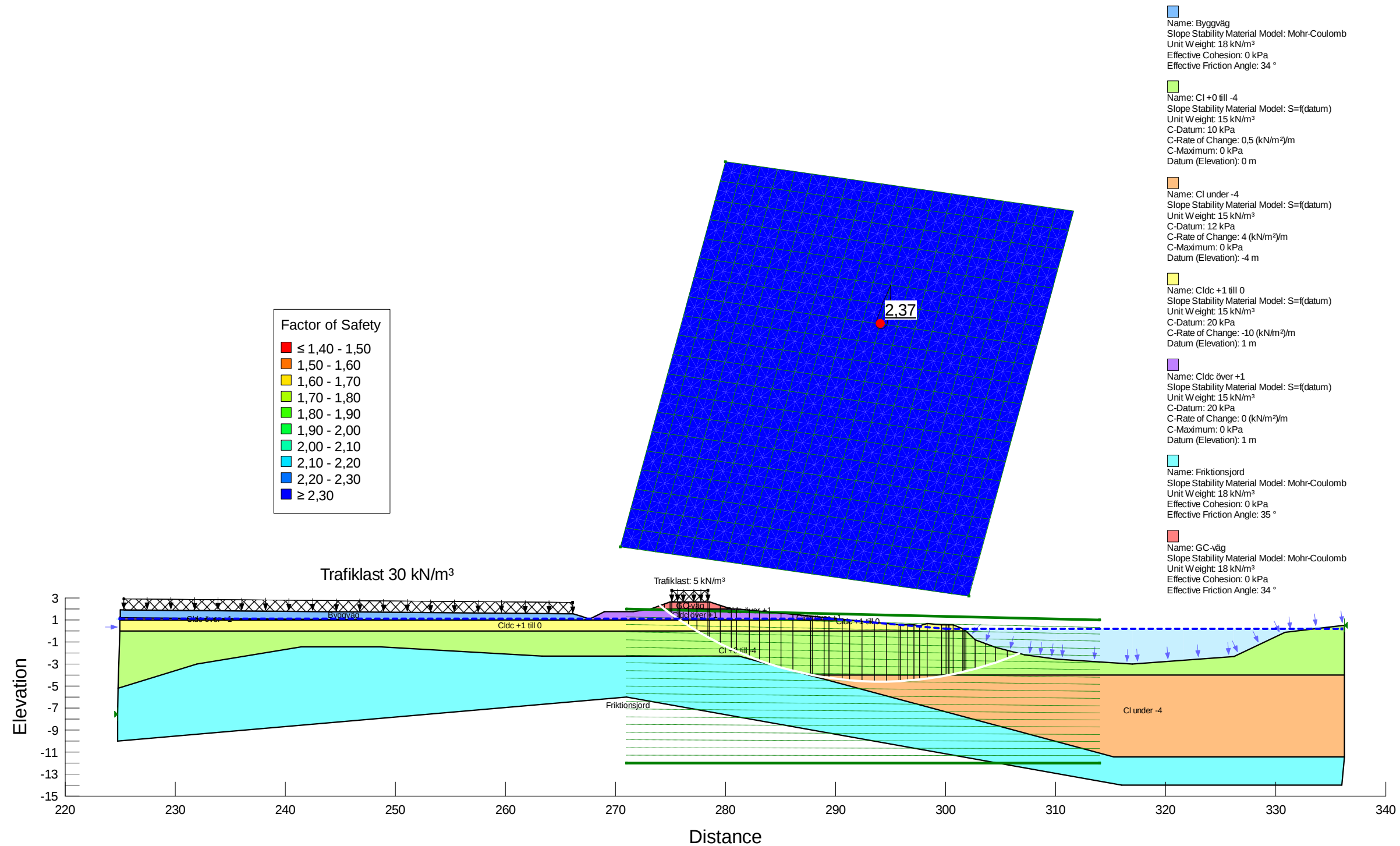
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



1A Beräkningssektion 1 - befintligt
1A2 Kombinerad analys

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

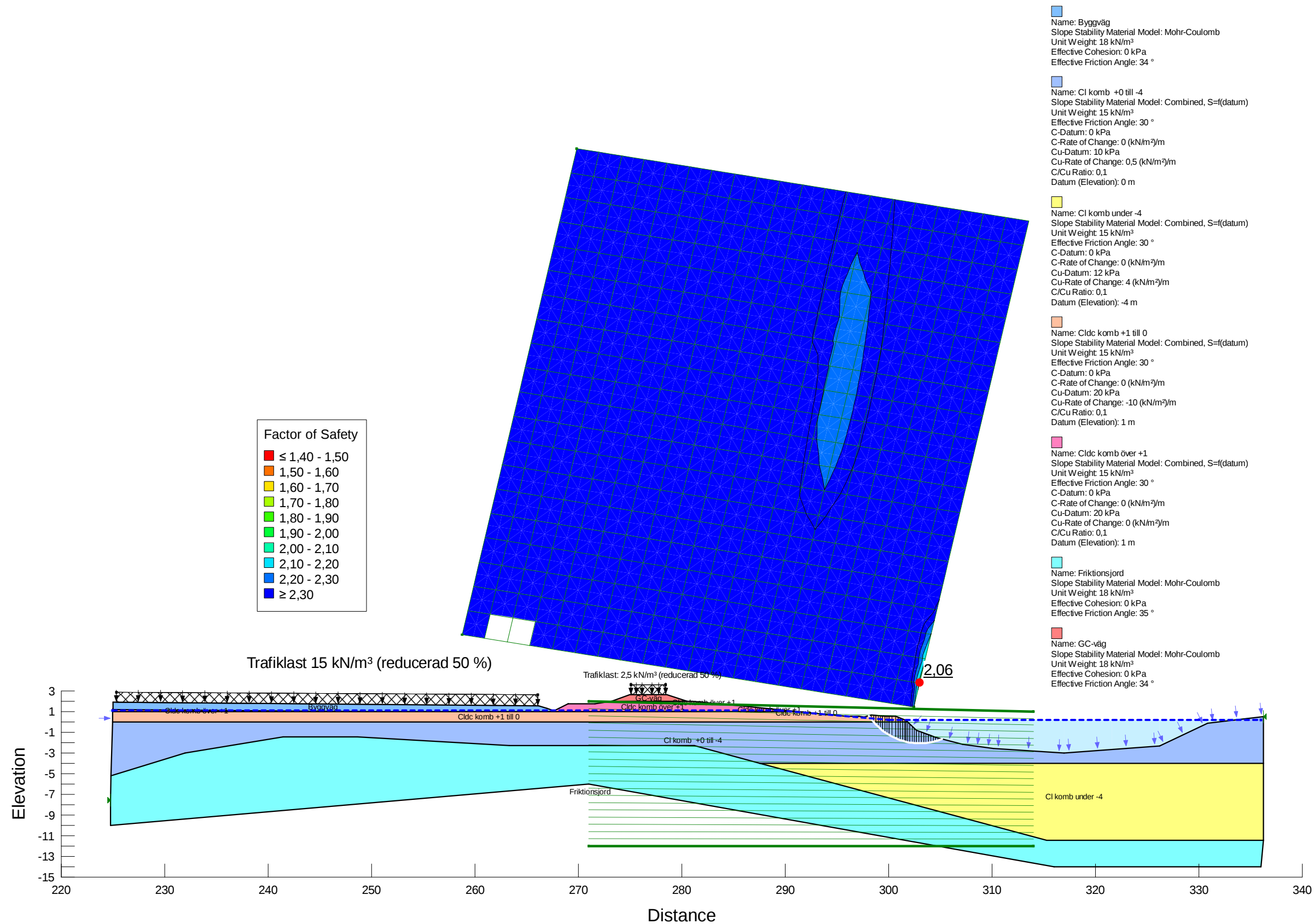
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



1B Beräkningssektion 1 - byggskede
1B1 Odränerad analys projekterat

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

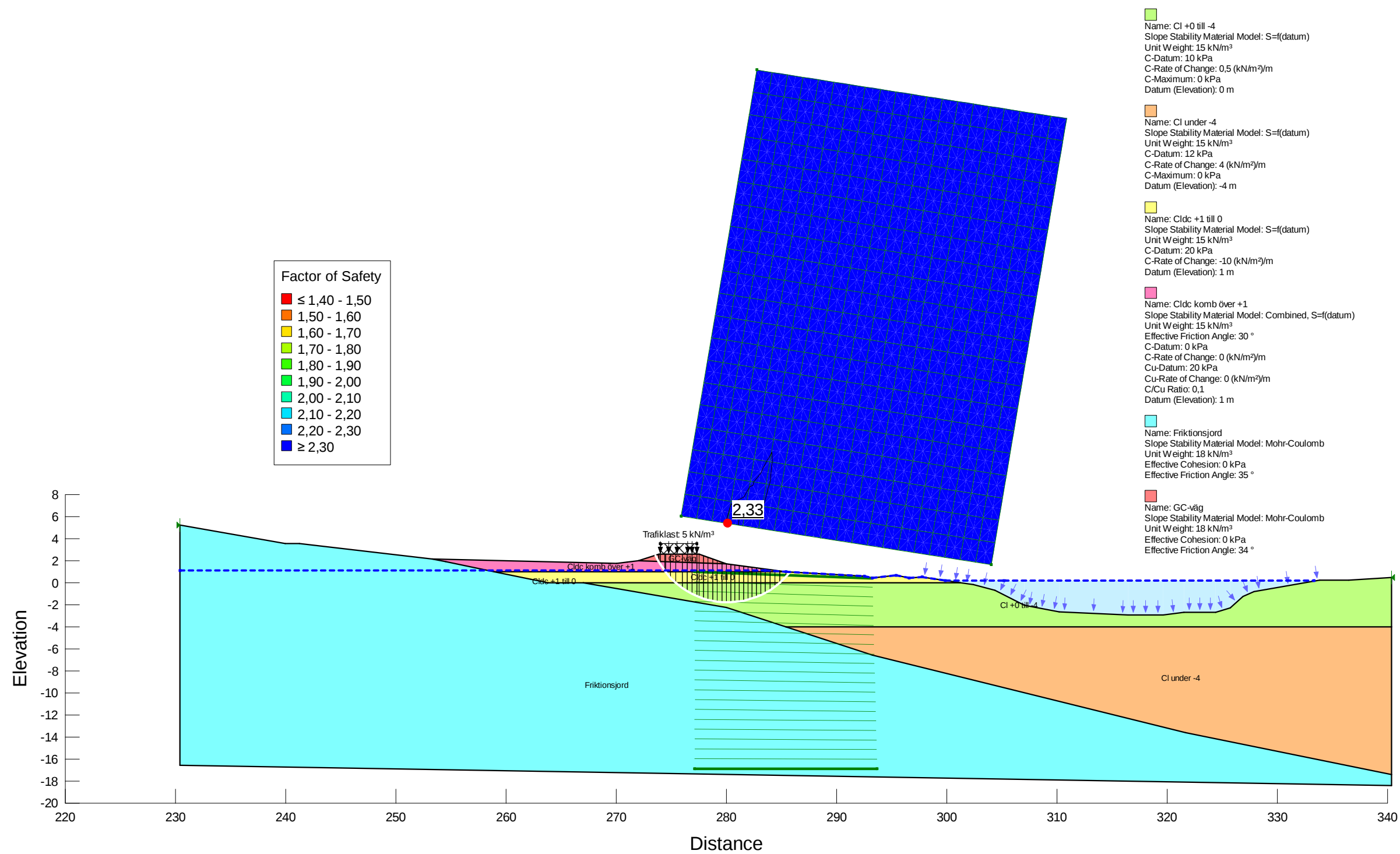
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



1B Beräkningssektion 1 - byggskede
1B2 Kombinerad analys projekterat

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

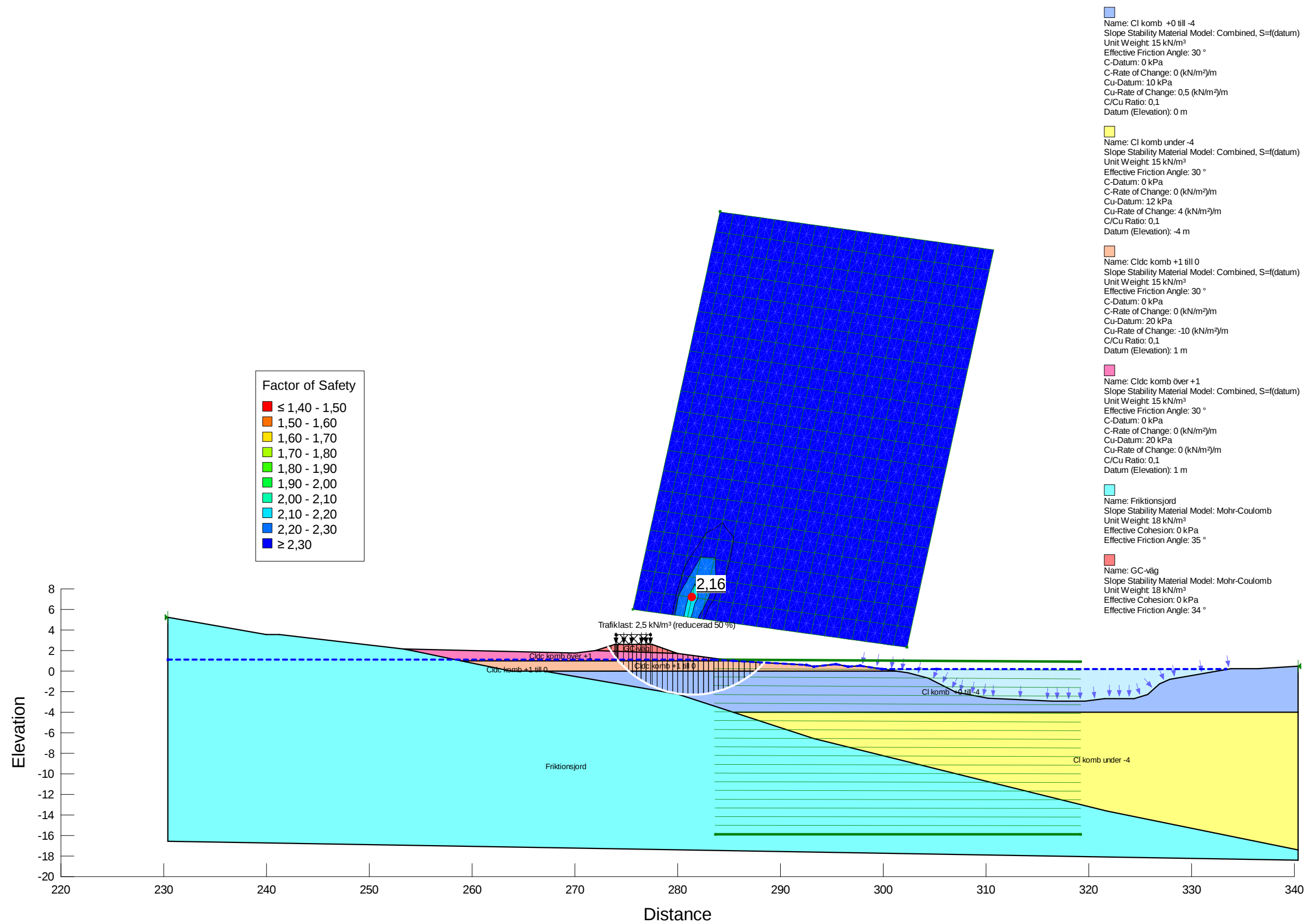
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



2A Beräkningssektion 2 - befintligt
2A1 Odränerad analys

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

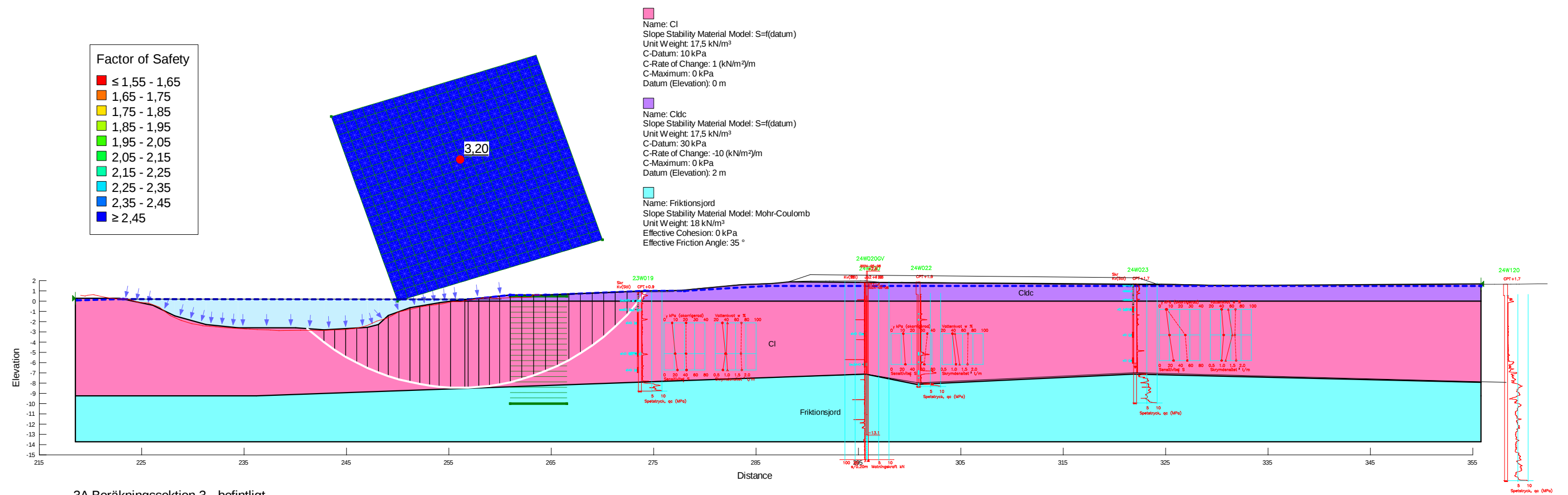
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



2A Beräkningssektion 2 - befintligt
2A2 Kombinerad analys

Date: 2024-11-28
Created By: Hagberg, Ludvig

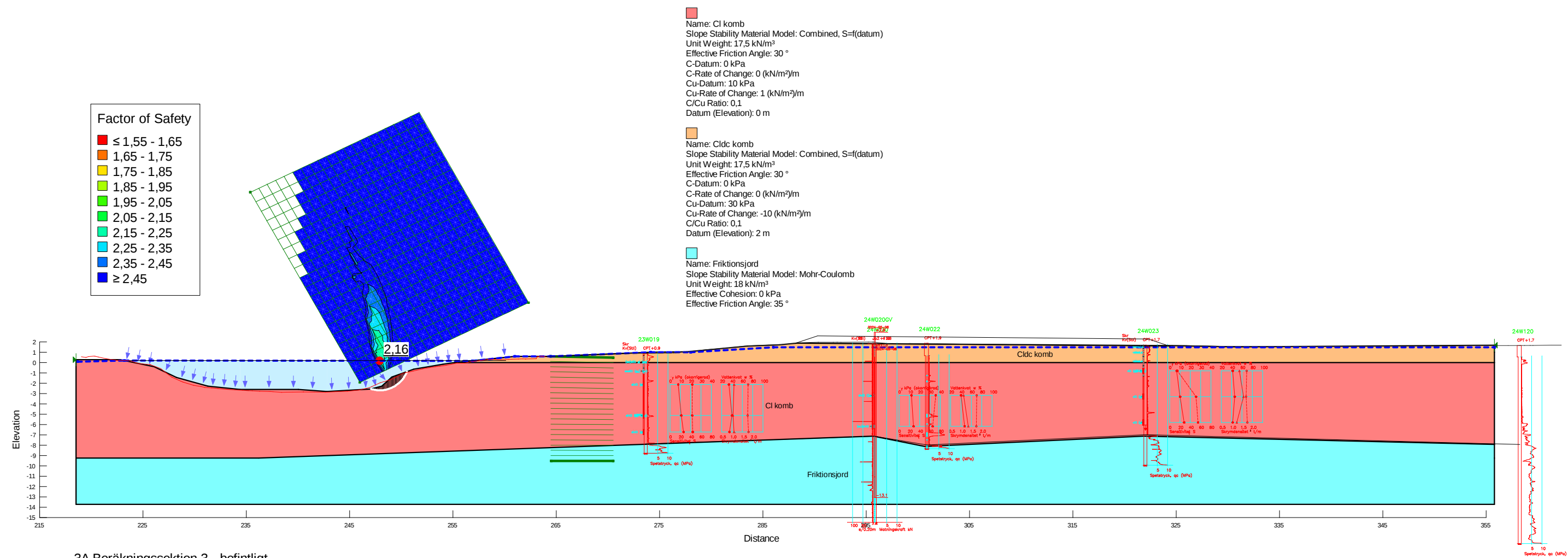
Directory: \\corp.pbwan.net\\SE\\Projects\\3363\\10374873 - Bro över Fyrisån BH\\5_Berakningar\\Geoteknik\\Stabilitet\\
File Name: Stabilitet område 3.gsz



3A Beräkningssektion 3 - befintligt
3A1 Odränerad analys

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

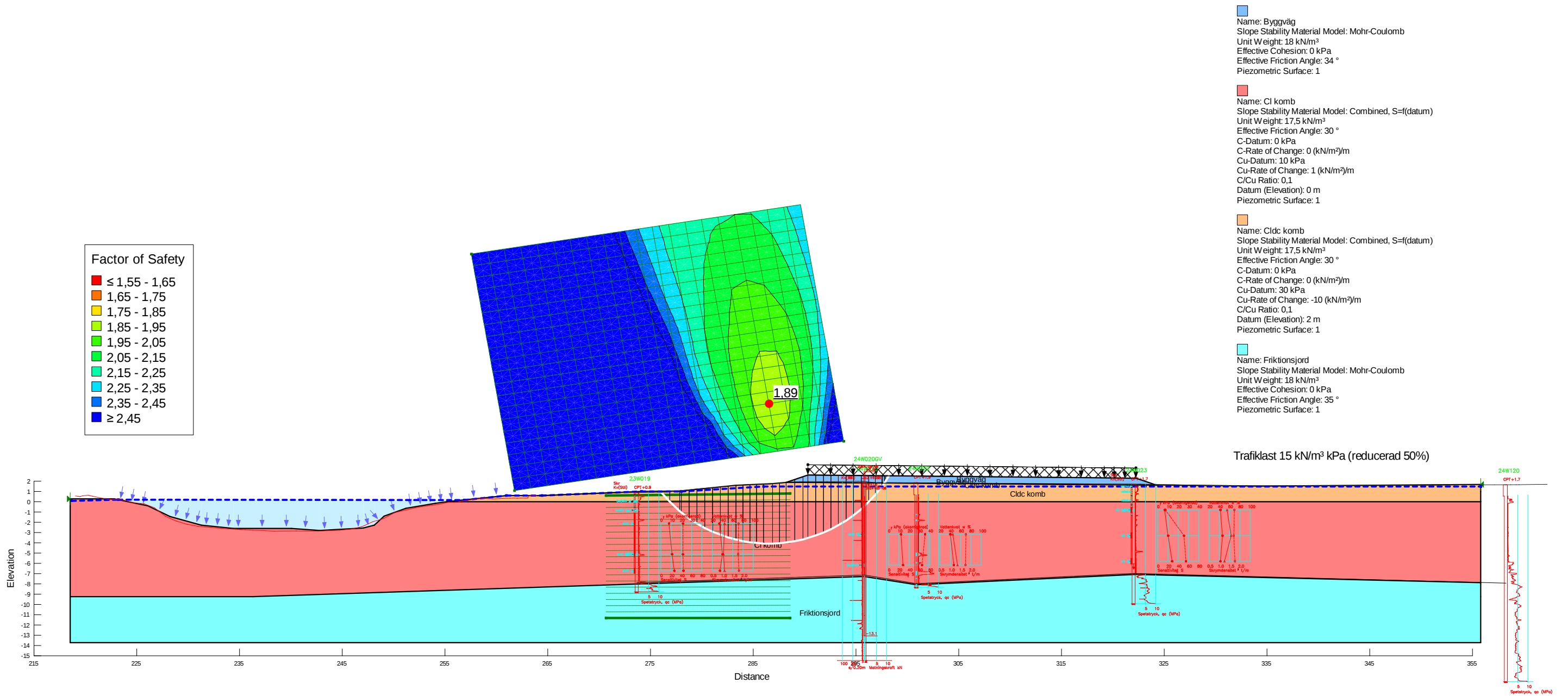
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4.gsz



3A Beräkningssektion 3 - befintligt
3A2 Kombinerad analys

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

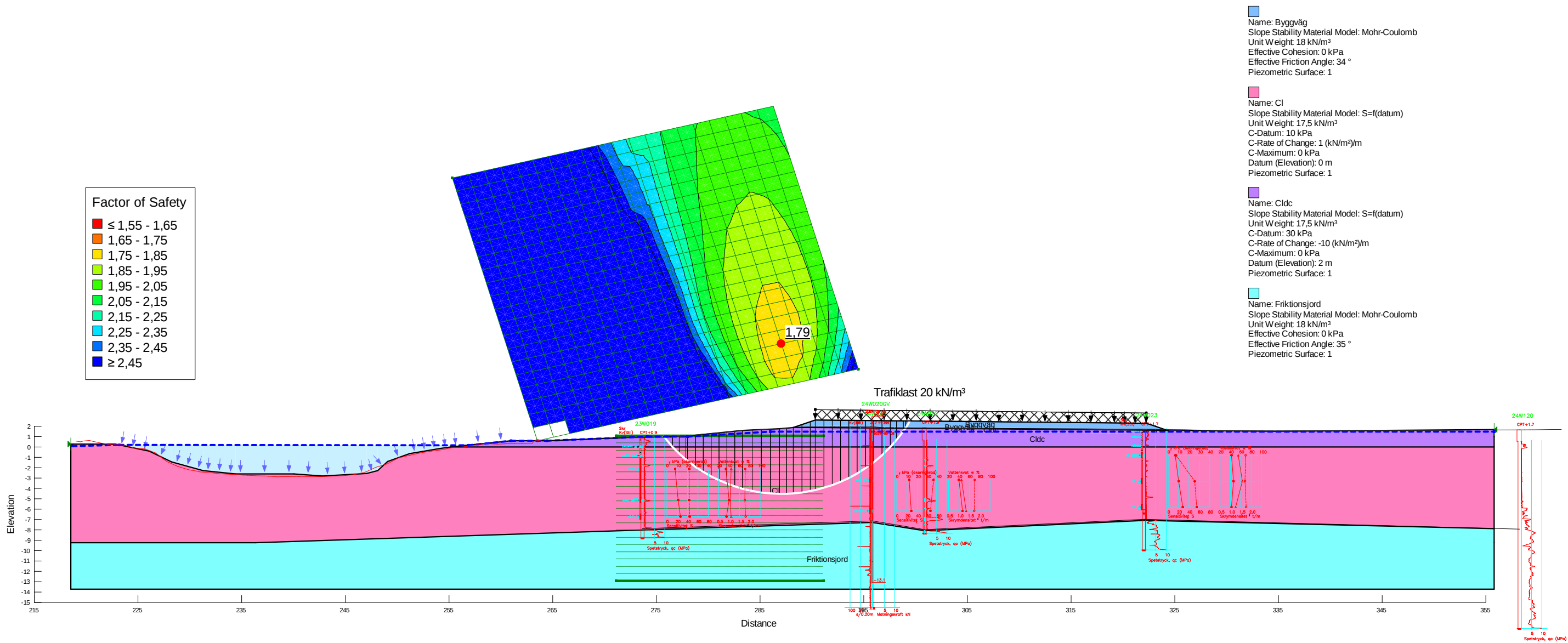
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4.gsz



3B Beräkningssektion 3 - byggskede
3B2 Kombinerad analys

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

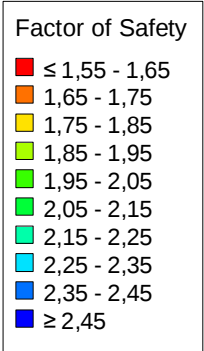
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4.gsz



3B Beräkningssektion 3 - byggskede
3B1 Odränerad analys 20 kPa

Date: 2024-12-06
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4.gsz



- Name: Byggväg

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 34 °

Piezometric Surface: 1
- Name: Cl

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 17,5 kN/m³

C-Datum: 10 kPa

C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): 0 m

Piezometric Surface: 1
- Name: Cldc

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 17,5 kN/m³

C-Datum: 30 kPa

C-Rate of Change: -10 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): 2 m

Piezometric Surface: 1
- Name: Friktionsjord

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 35 °

Piezometric Surface: 1
- Name: Skumglas

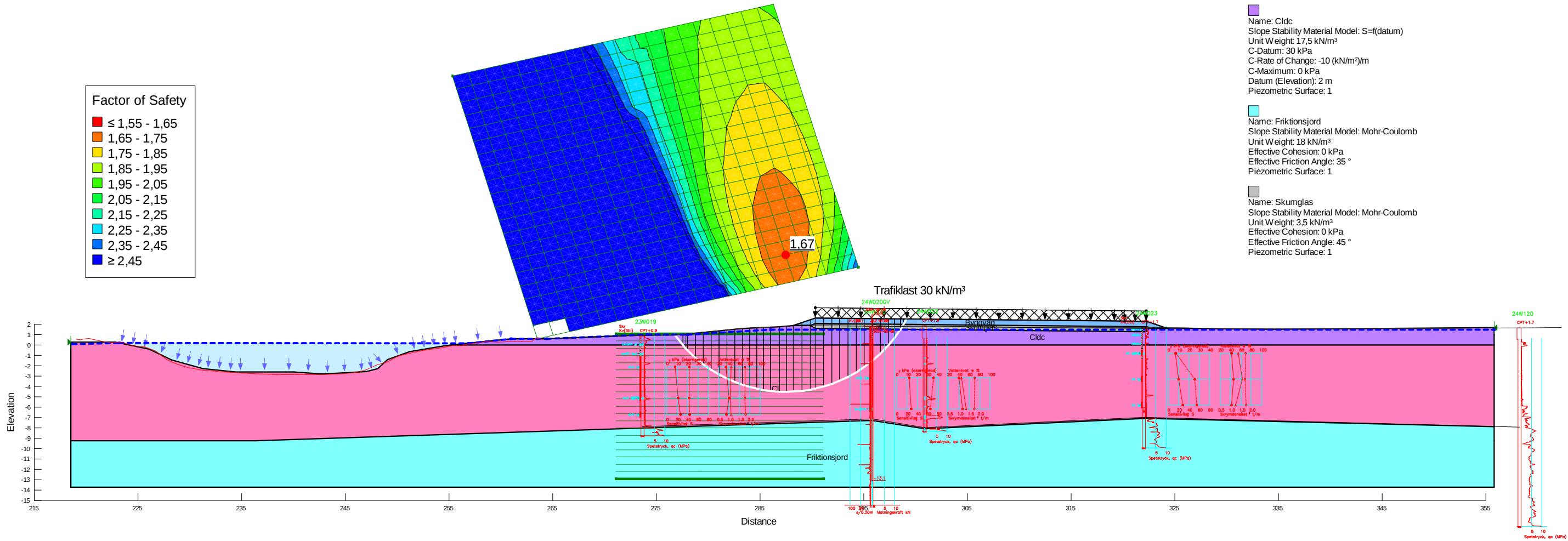
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 3,5 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 45 °

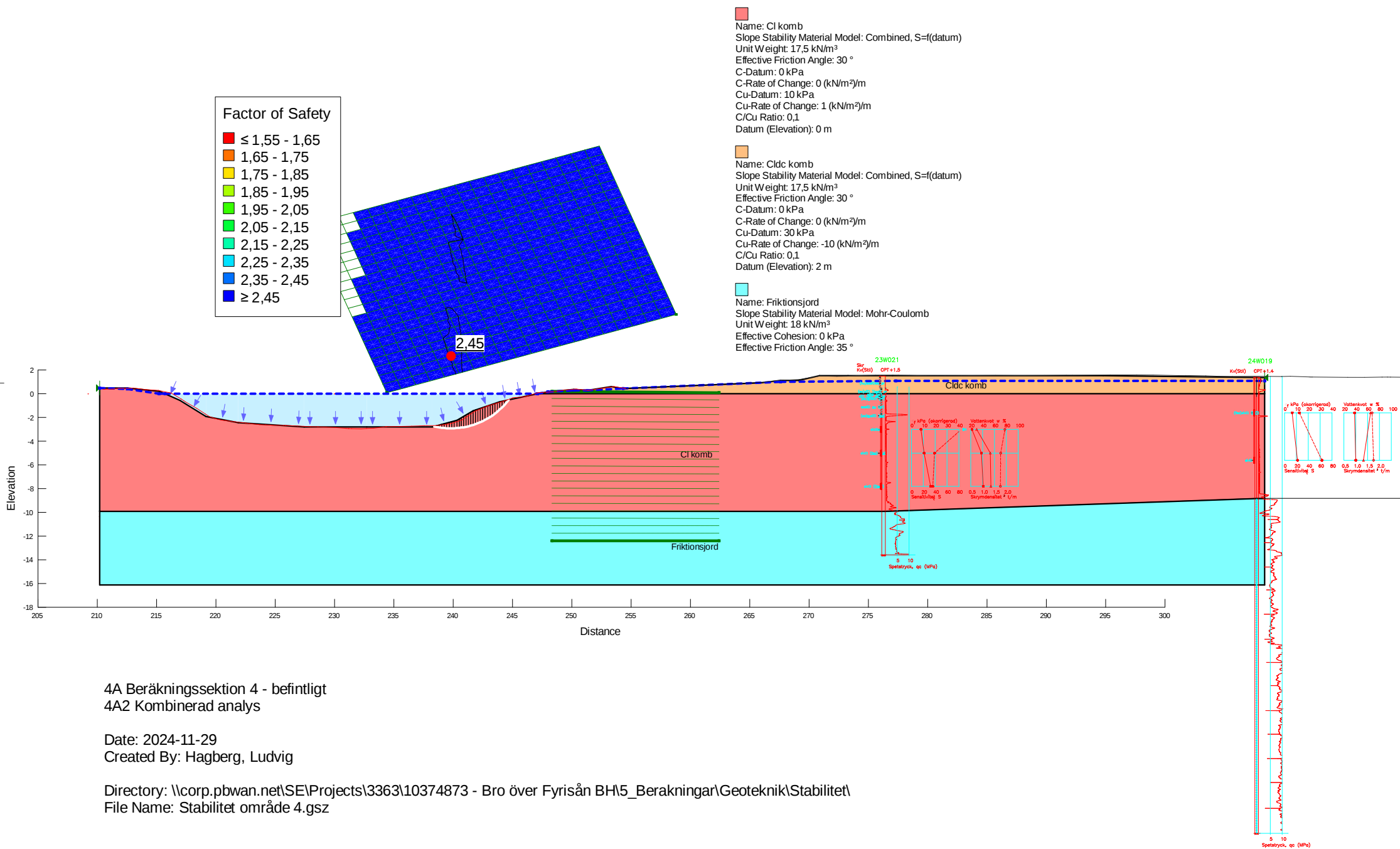
Piezometric Surface: 1

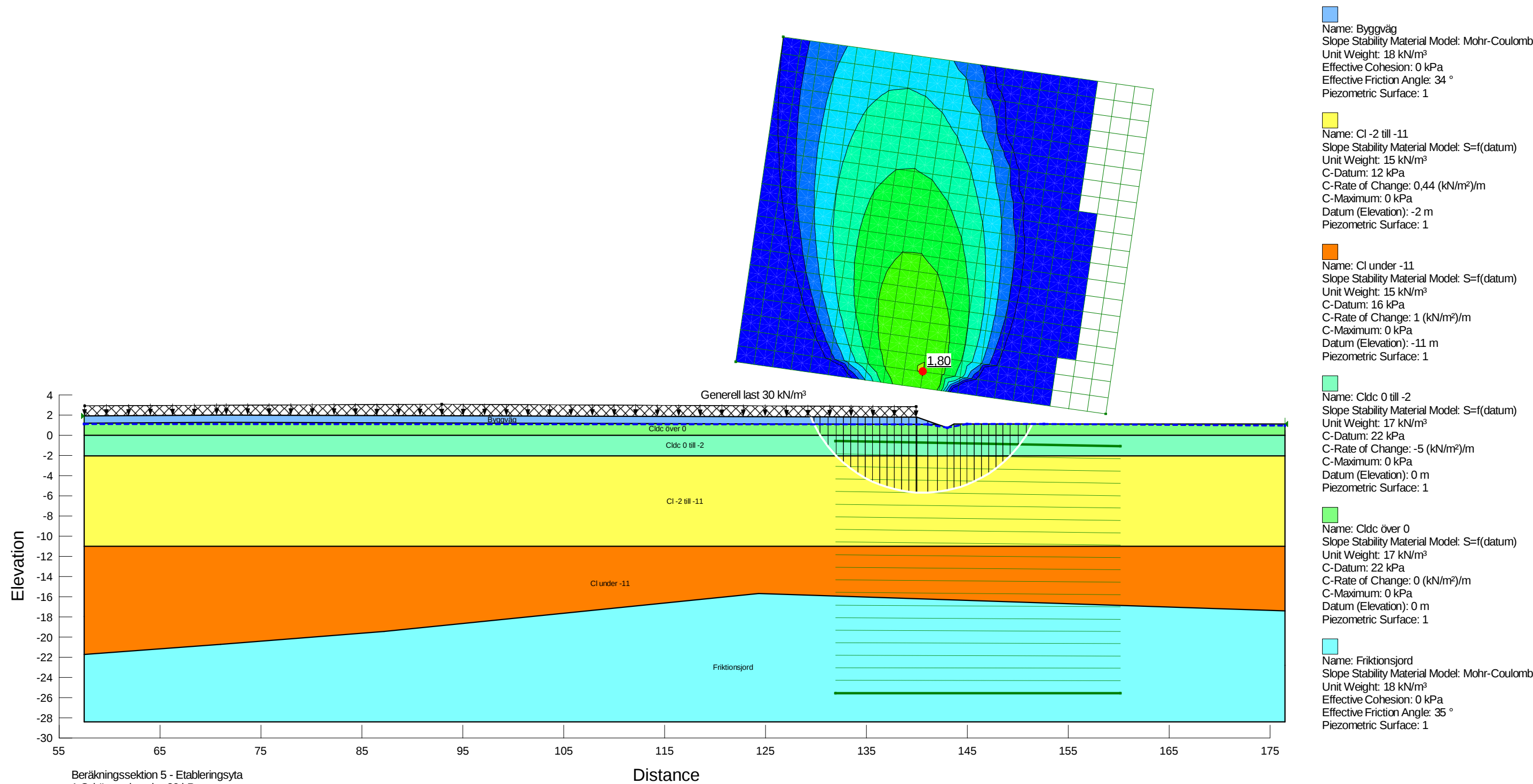


3B Beräkningssektion 3 - byggskede - åtgärder
3B3 Odränerad analys - lättfylning

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4.gsz

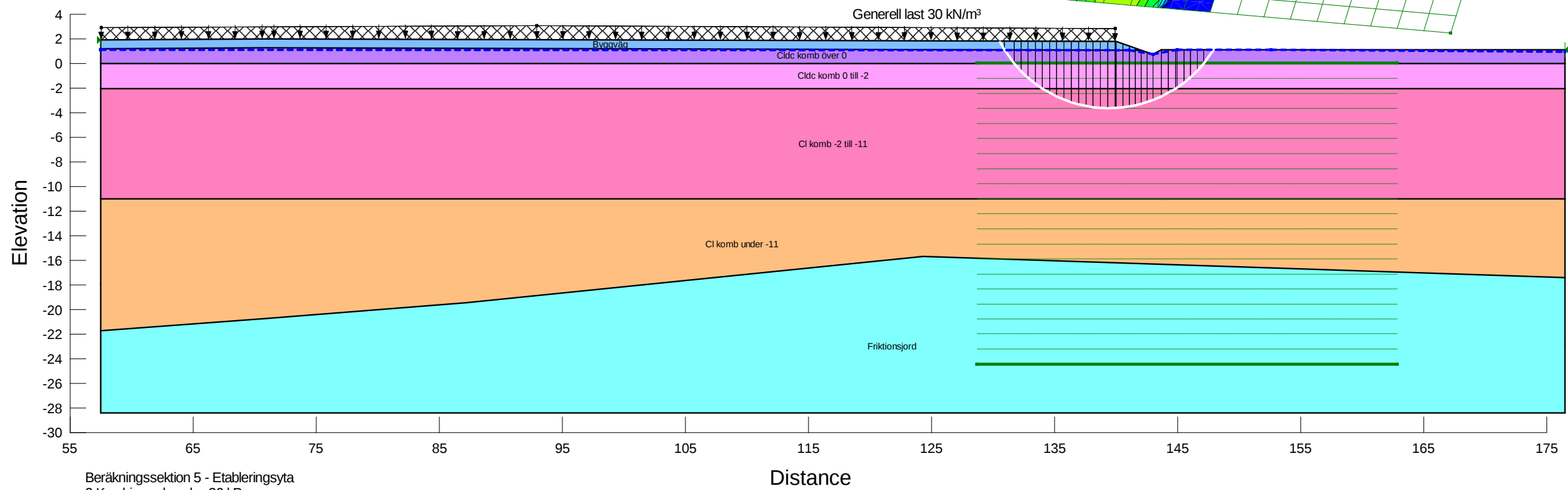




Beräkningssektion 5 - Etableringsyta
1 Odränerad analys 30 kPa

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Bärighet upplag område 1.gsz

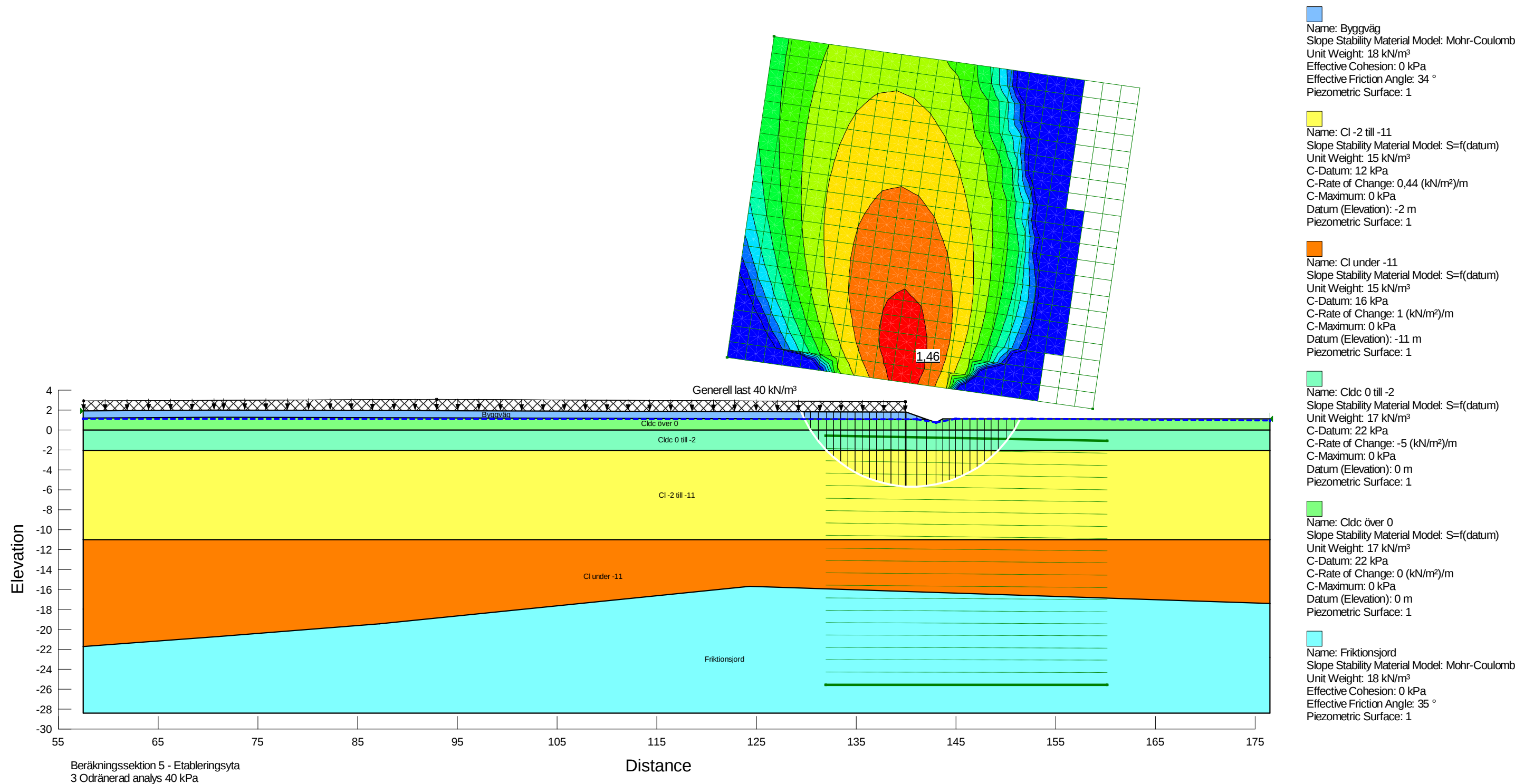


- Name: Byggnad
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1
- Name: CI komb -2 till -11
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Surface: 1
- Name: CI komb under -11
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 16 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Cldc komb 0 till -2
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Cldc komb över 0
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1

Beräkningssektion 5 - Etableringsyta
2 Kombinerad analys 30 kPa

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

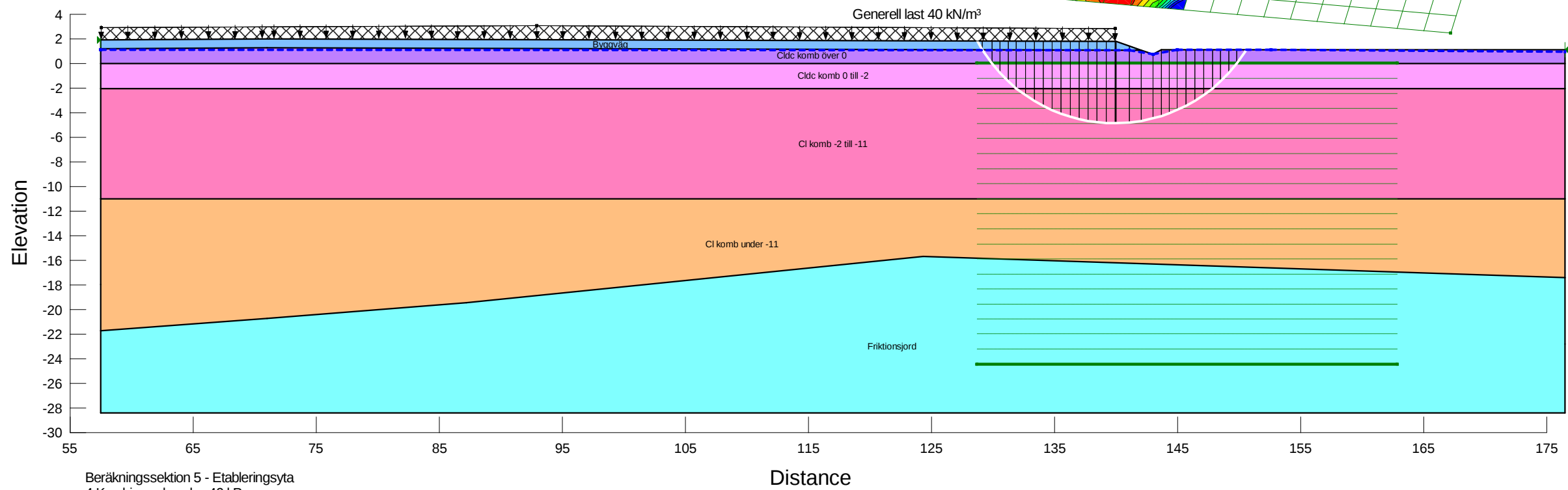
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Bärighet upplag område 1.gsz



Beräkningssektion 5 - Etableringsyta
3 Odränerad analys 40 kPa

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Bärighet upplag område 1.gsz

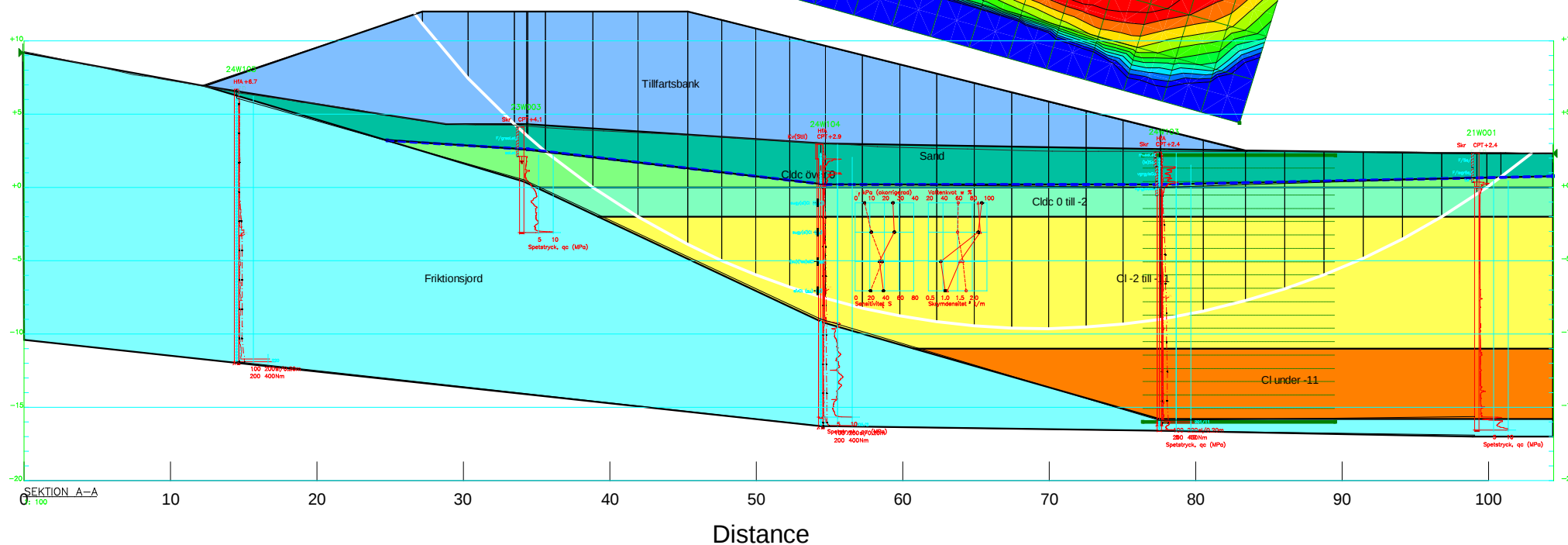
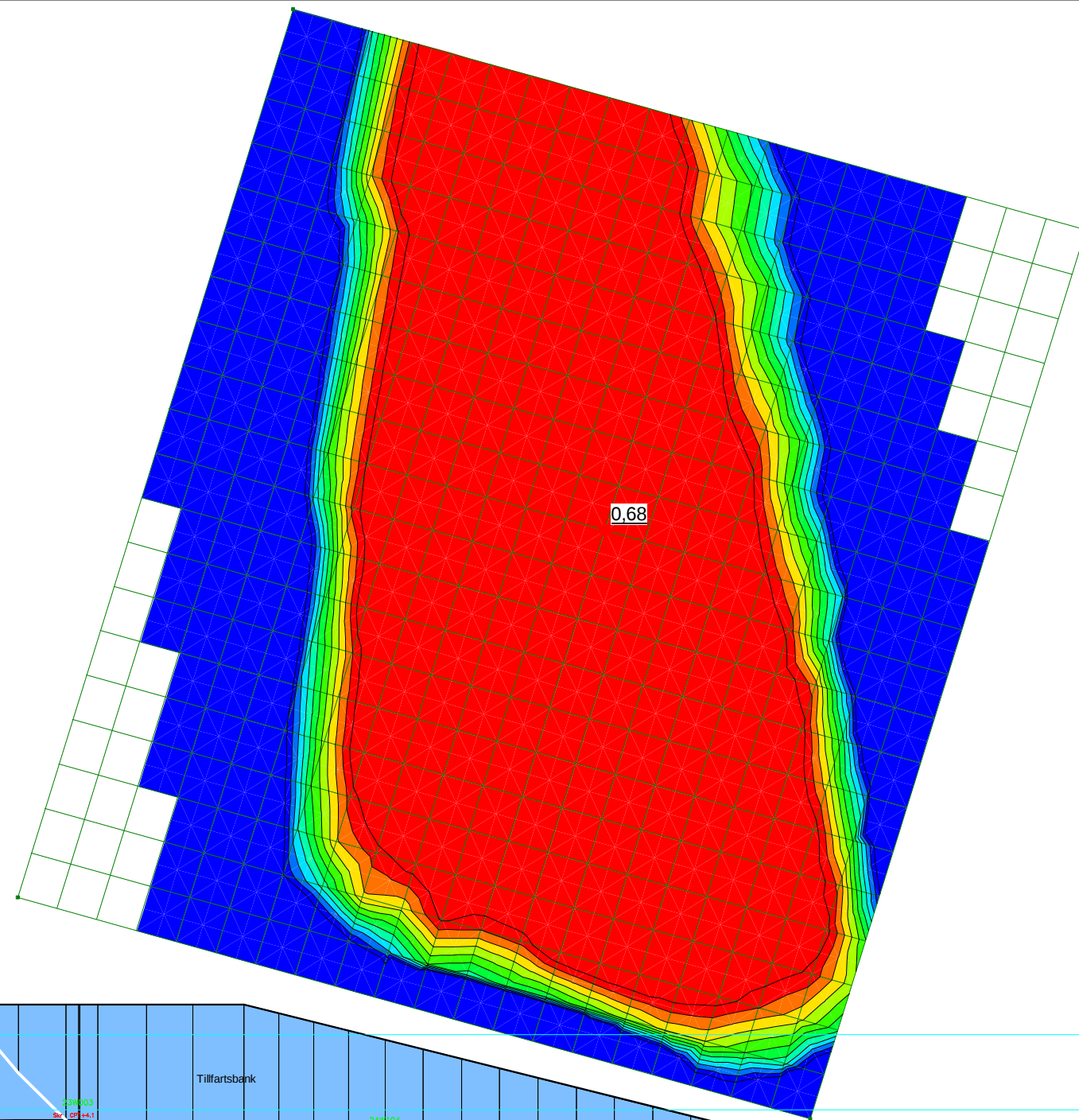
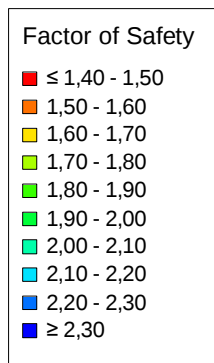


- Byggnad**
Name: Byggnad
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1
- CI komb -2 till -11**
Name: CI komb -2 till -11
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Surface: 1
- CI komb under -11**
Name: CI komb under -11
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 16 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Piezometric Surface: 1
- Cldc komb 0 till -2**
Name: Cldc komb 0 till -2
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Cldc komb över 0**
Name: Cldc komb över 0
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Friktionsjord**
Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1

Beräkningssektion 5 - Etableringsyta
4 Kombinerad analys 40 kPa

Date: 2024-11-29
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Bärighet upplag område 1.gsz

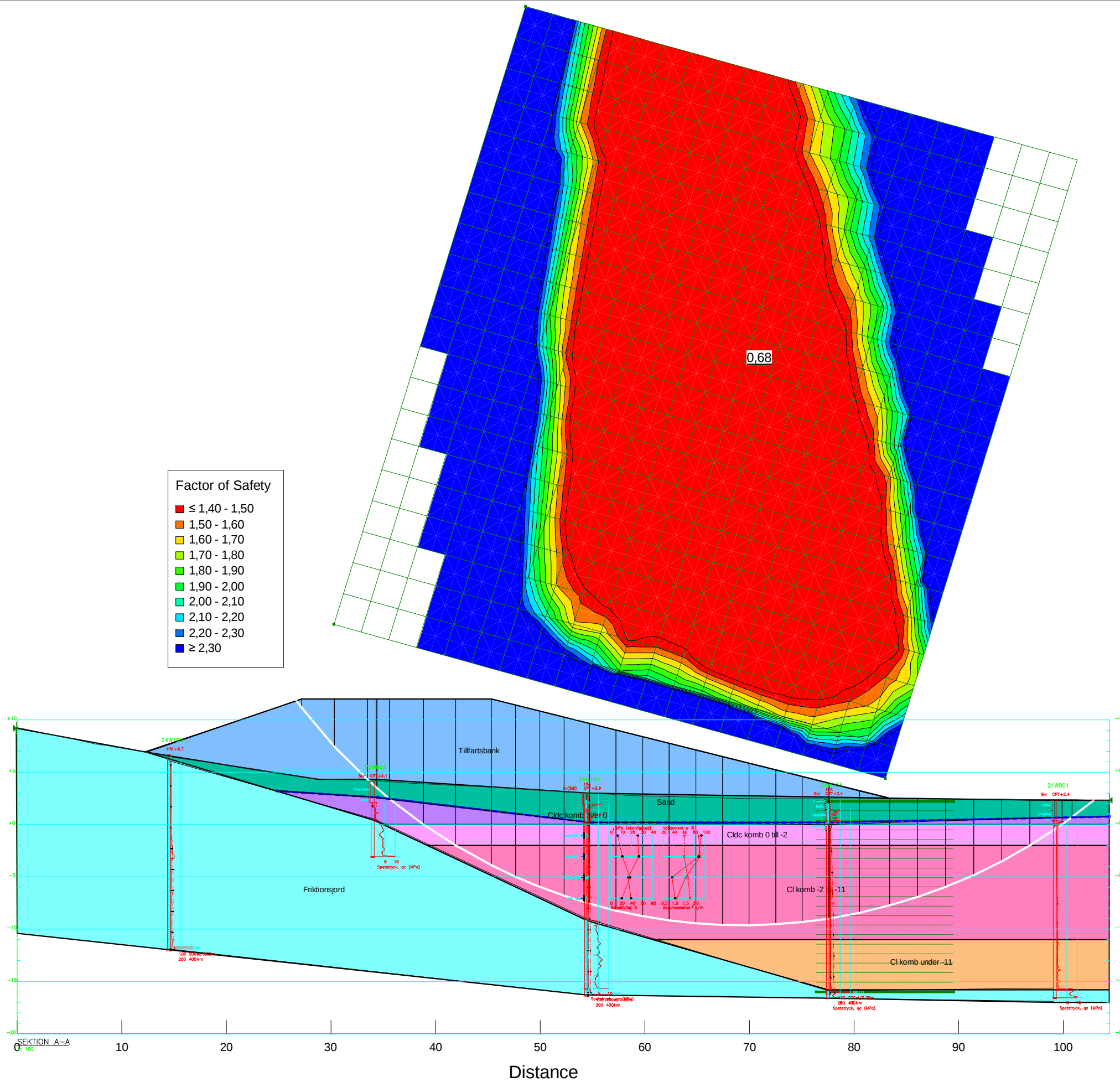


- Name: CI-2 till -11
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Surface: 1
- Name: CI under -11
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 16 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -11 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Cldc 0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 22 kPa
C-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Cldc över 0
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 22 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktingsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1
- Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1
- Name: Tillfartsbank
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1

Beräkningssektion 6 - Västra tillfartsbanken
1 Odränerad analys

Date: 2024-12-18
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH15_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Västra tillfartsbanken område 1.gsz



Name: Cl komb -2 till -11
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -2 m
Piezometric Surface: 1

Name: Cl komb under -11
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 16 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): -11 m
Piezometric Surface: 1

Name: Cldc komb 0 till -2
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1

Name: Cldc komb över 0
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 22 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1

Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1

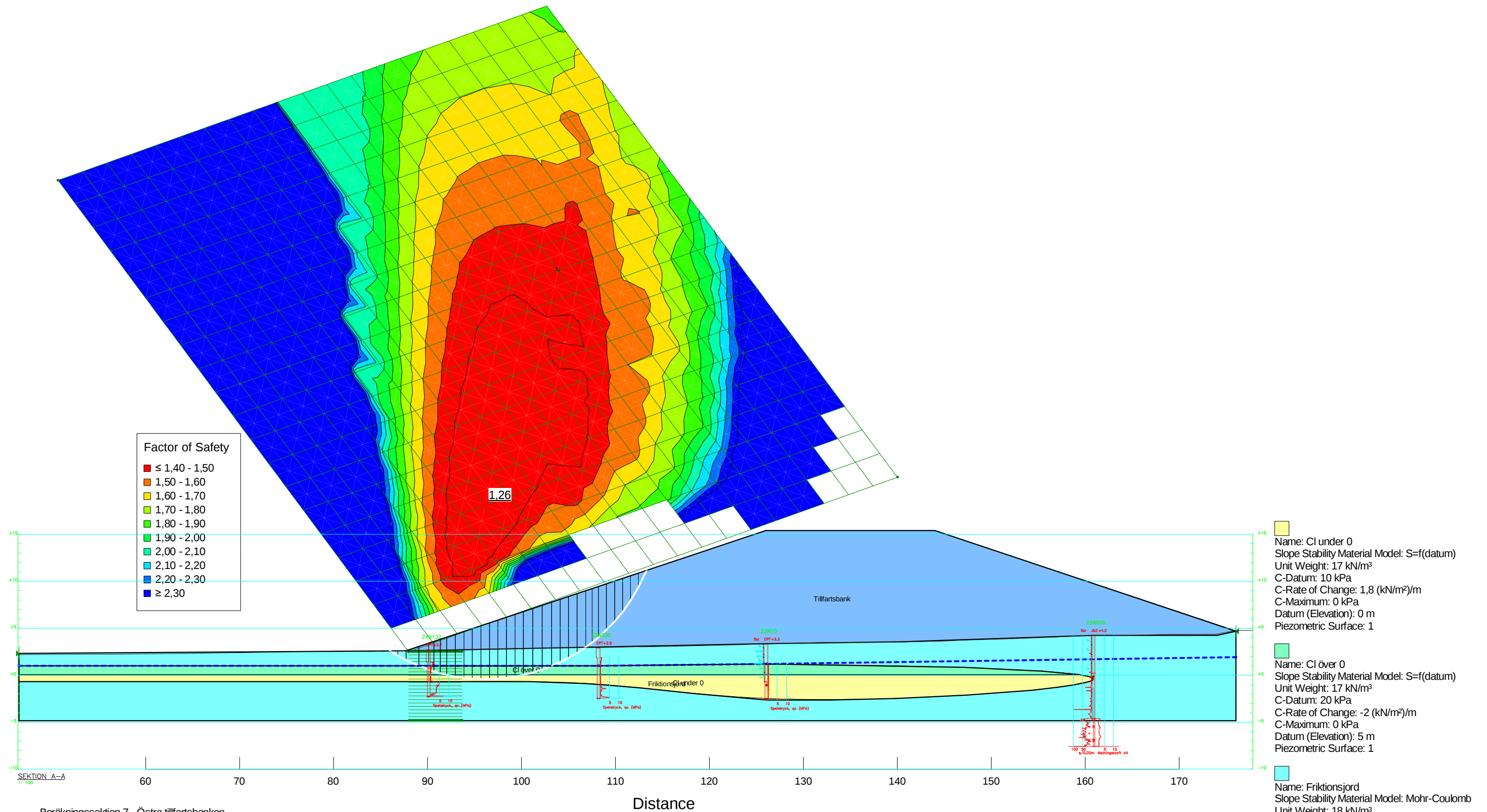
Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1

Name: Tillfartsbank
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1

Beräkningssektion 6 - Västra tillfartsbanken
2 Kombinerad analys

Date: 2024-12-18
Created By: Hagberg, Ludvig

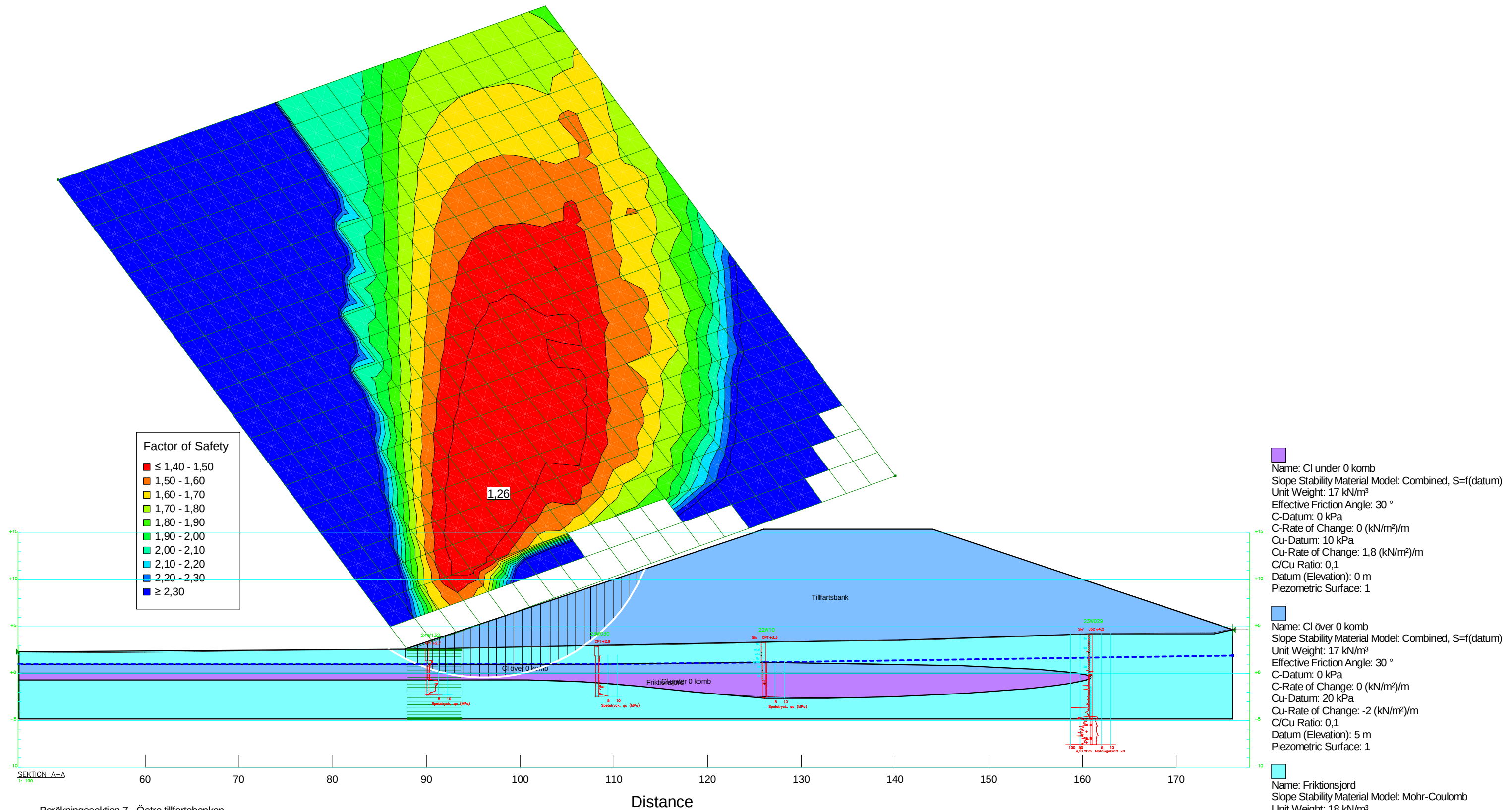
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH15_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Västra tillfartsbanken område 1.gsz



Beräkningssektion 7 - Östra tillfartsbanken
1 Odränerad analys

Date: 2024-12-18
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Östra tillfartsbanken område 5.gsz

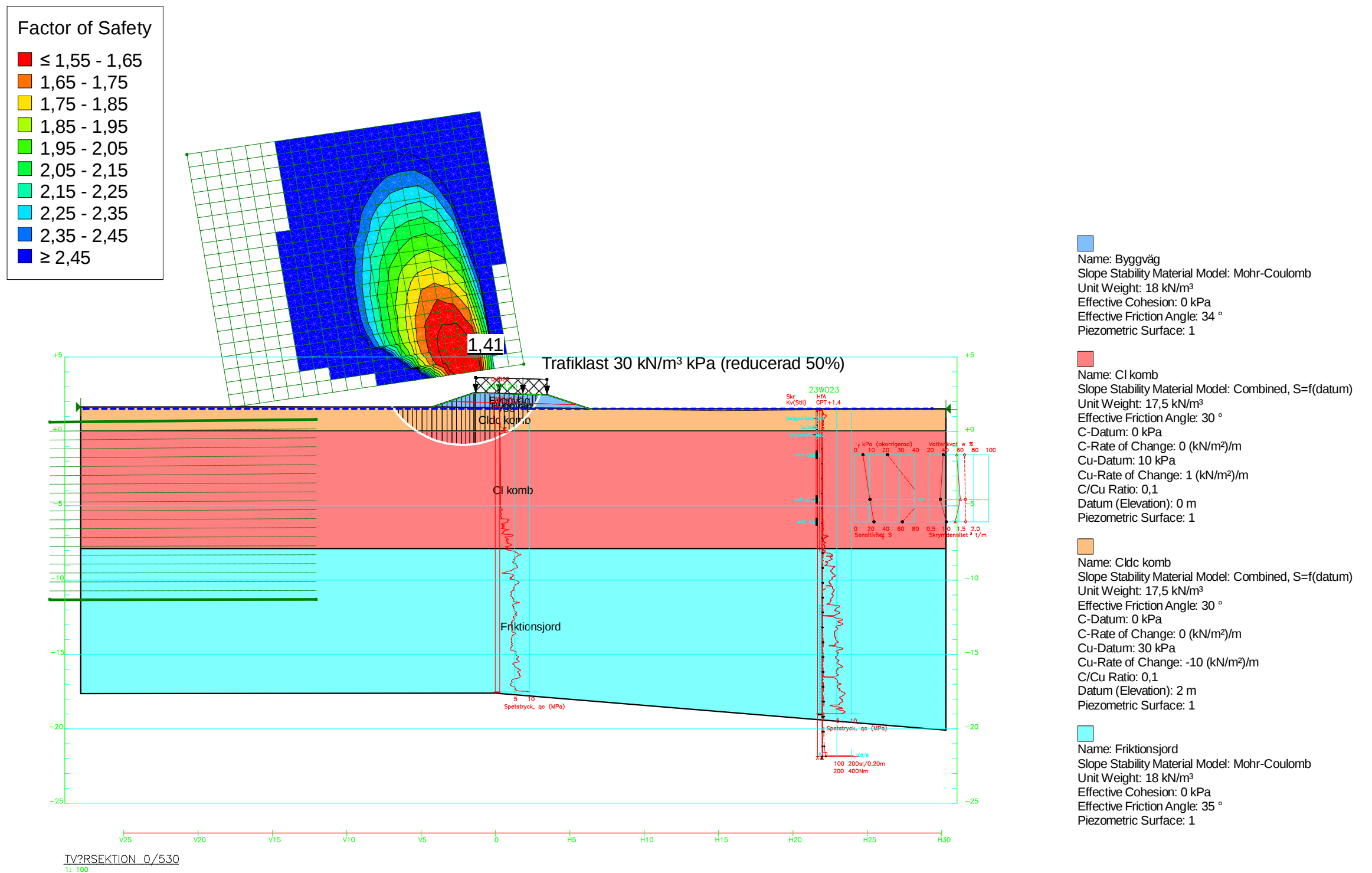


Beräkningssektion 7 - Östra tillfartsbanken
2 Kombinerad analys

Date: 2024-12-18
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Östra tillfartsbanken område 5.gsz

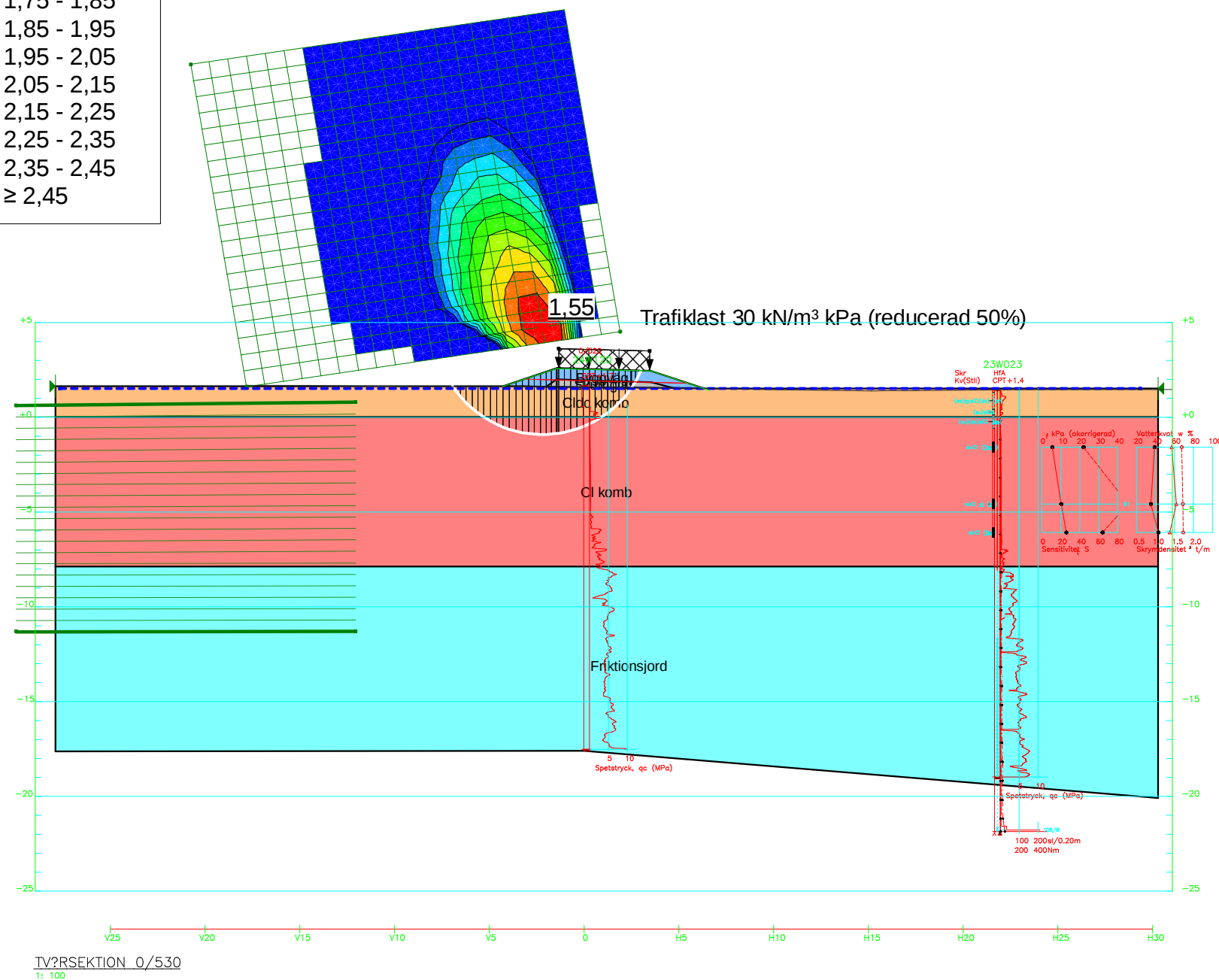
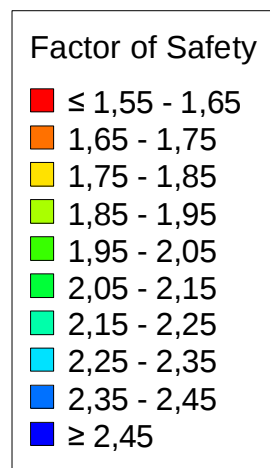
- Name: CI under 0 komb
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
- Name: CI över 0 komb
Slope Stability Material Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 5 m
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktsjordslager
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1
- Name: Tillfartsbank
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1



Byggväg SO km 530
Kombinerad analys

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Stabilitet område 4 - byggväg tväsektion.gsz

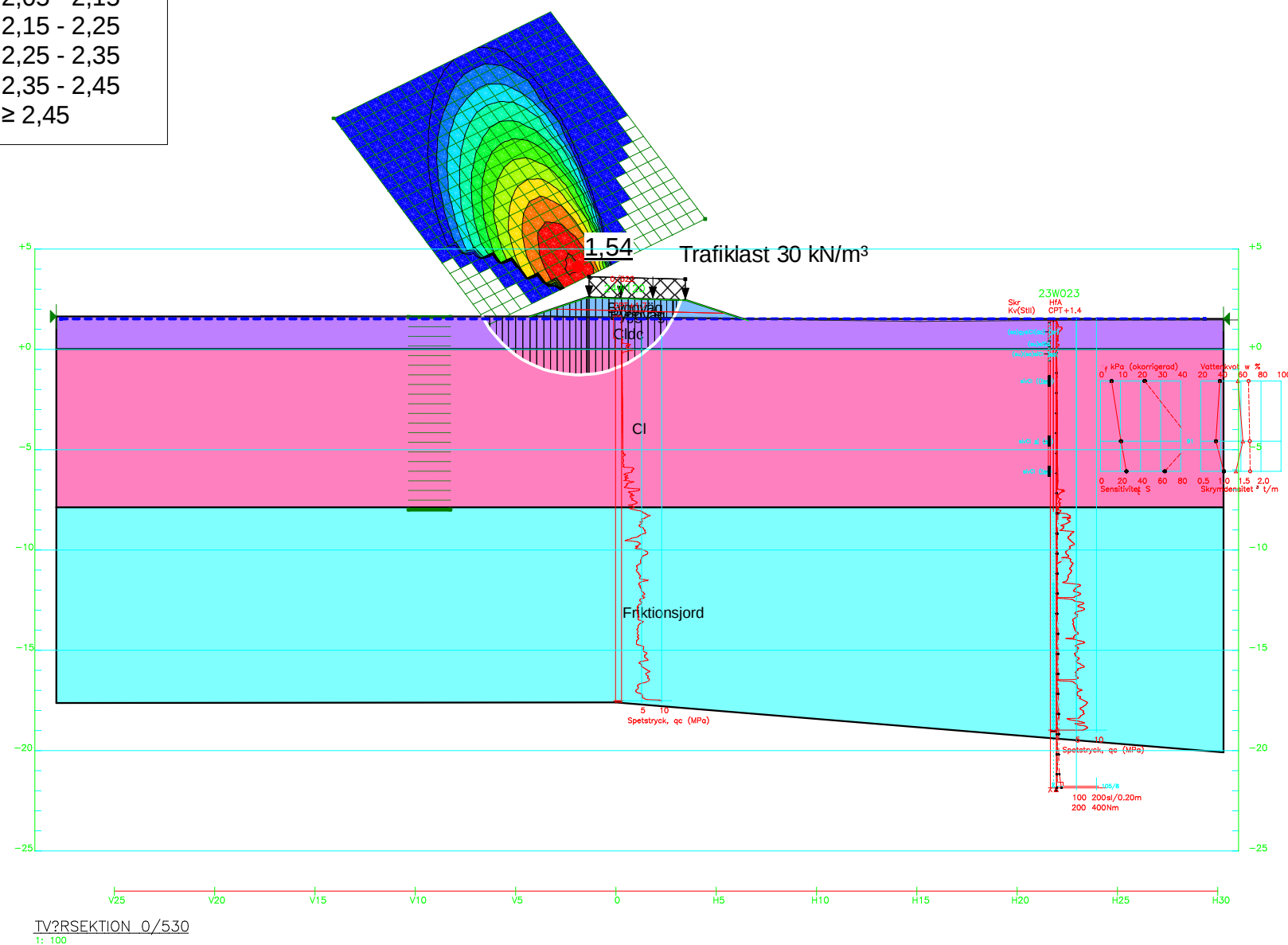
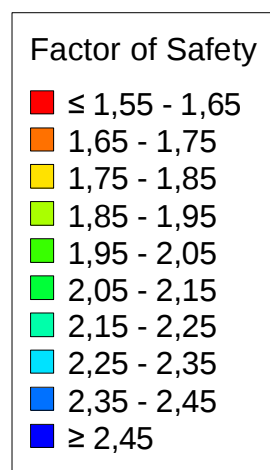


-
- Name: Byggväg
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
Piezometric Surface: 1
-
- Name: CI komb
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 0 m
Piezometric Surface: 1
-
- Name: Cldc komb
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Datum: 30 kPa
Cu-Rate of Change: -10 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Datum (Elevation): 2 m
Piezometric Surface: 1
-
- Name: Fraktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
Piezometric Surface: 1
-
- Name: Skumglas
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 3,5 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 45 °
Piezometric Surface: 1

Byggväg SO km 530
Kombinerad analys - lättfyllning

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\\SE\\Projects\\3363\\10374873 - Bro över Fyrisån BH\\5_Berakningar\\Geoteknik\\Stabilitet\\
File Name: Stabilitet område 4 - byggväg tvärsnitt.gsz



■

Name: Byggväg

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 34 °

Piezometric Surface: 1

■

Name: C1

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 17,5 kN/m³

C-Datum: 10 kPa

C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): 0 m

Piezometric Surface: 1

■

Name: Cldc

Slope Stability Material Model: S=f(datum)

Unit Weight: 17,5 kN/m³

C-Datum: 30 kPa

C-Rate of Change: -10 (kN/m²)/m

C-Maximum: 0 kPa

Datum (Elevation): 2 m

Piezometric Surface: 1

■

Name: Friktionsjord

Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Effective Cohesion: 0 kPa

Effective Friction Angle: 35 °

Piezometric Surface: 1

Byggväg SO km 530

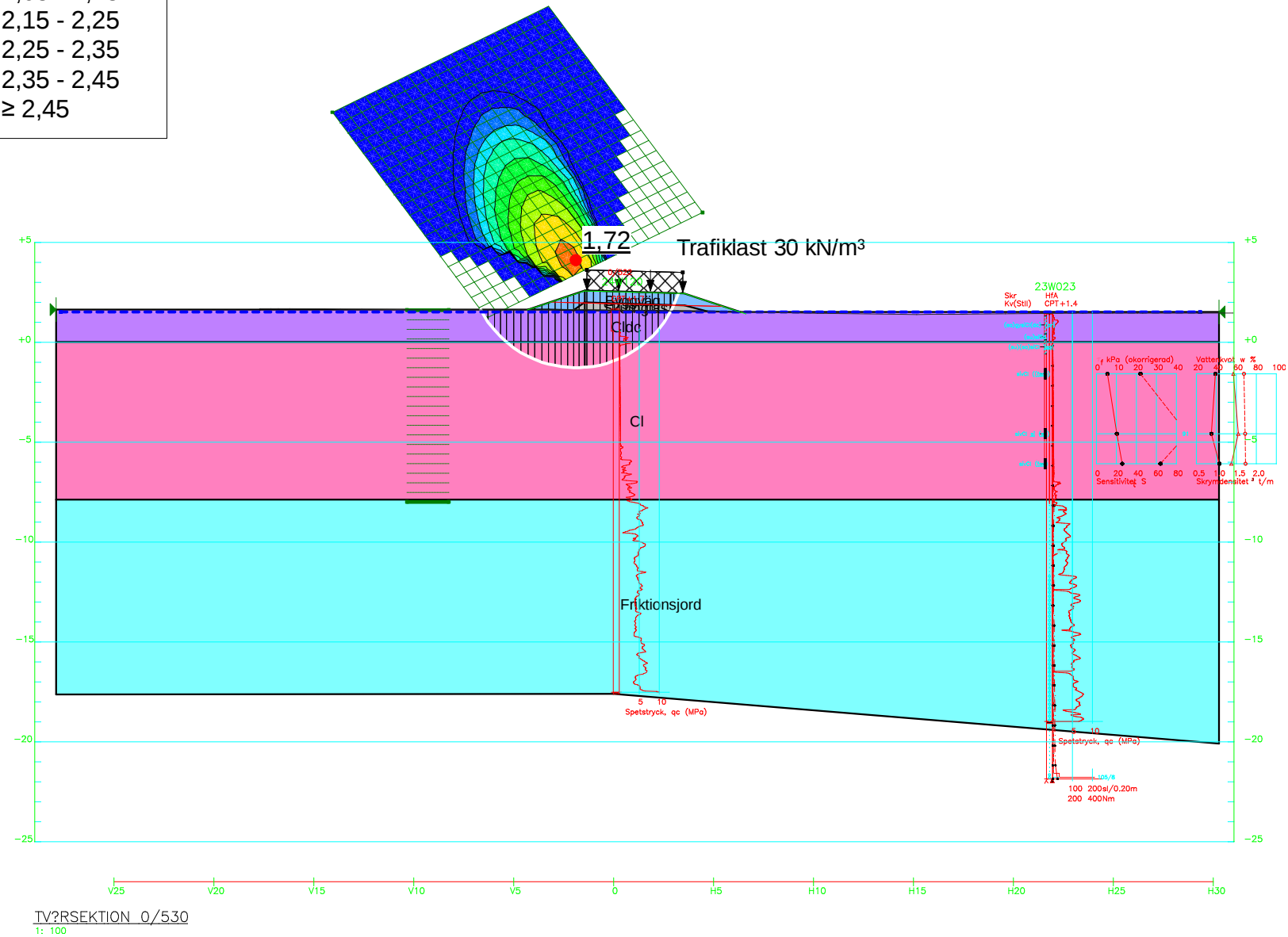
Odränerad analys

Date: 2024-12-04

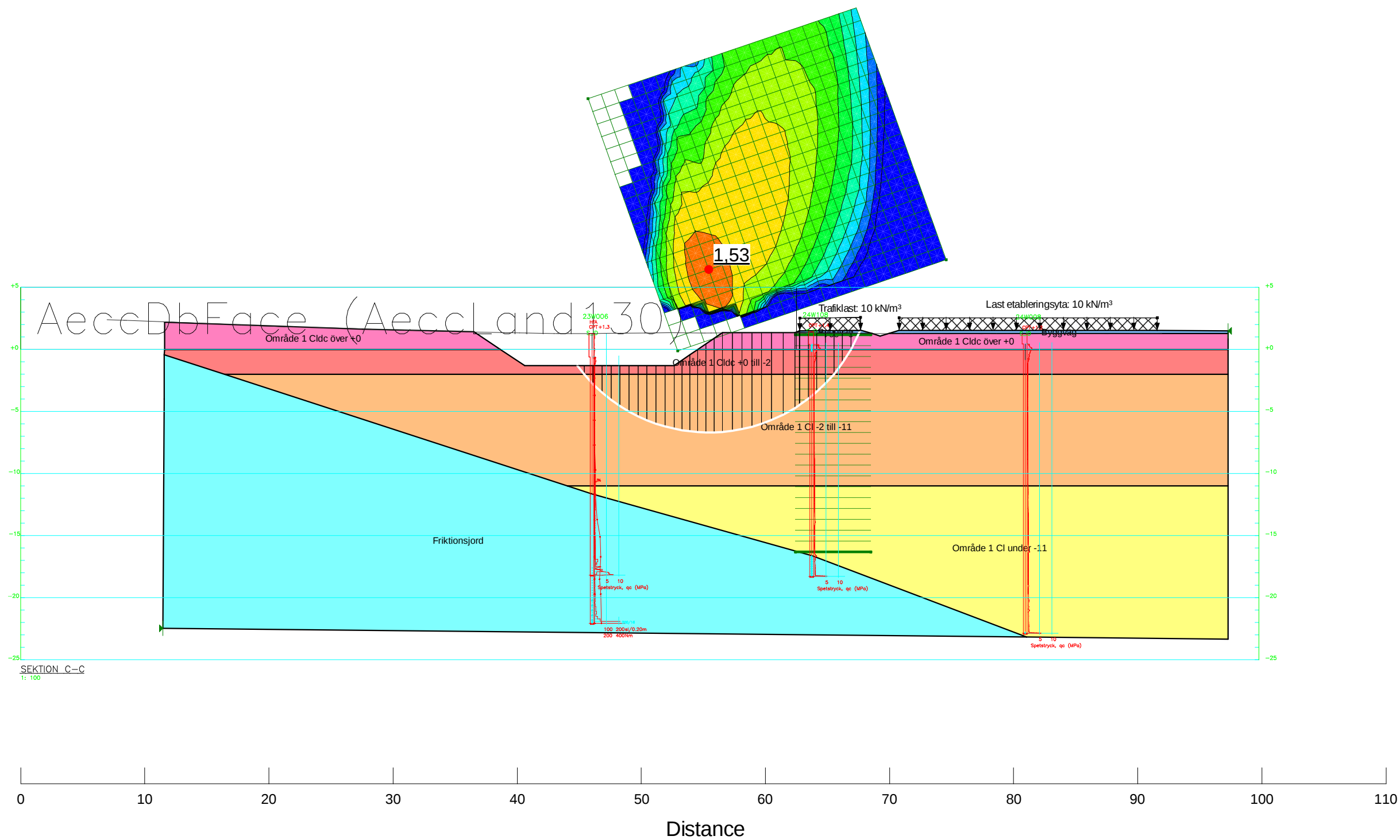
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\\SE\\Projects\\3363\\10374873 - Bro över Fyrisån BH\\5_Berakningar\\Geoteknik\\Stabilitet\\

File Name: Stabilitet område 4 - byggväg tväsektion.gsz




 Name: Skumglas
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 3,5 kN/m³
 Effective Cohesion: 0 kPa
 Effective Friction Angle: 45 °
 Piezometric Surface: 1

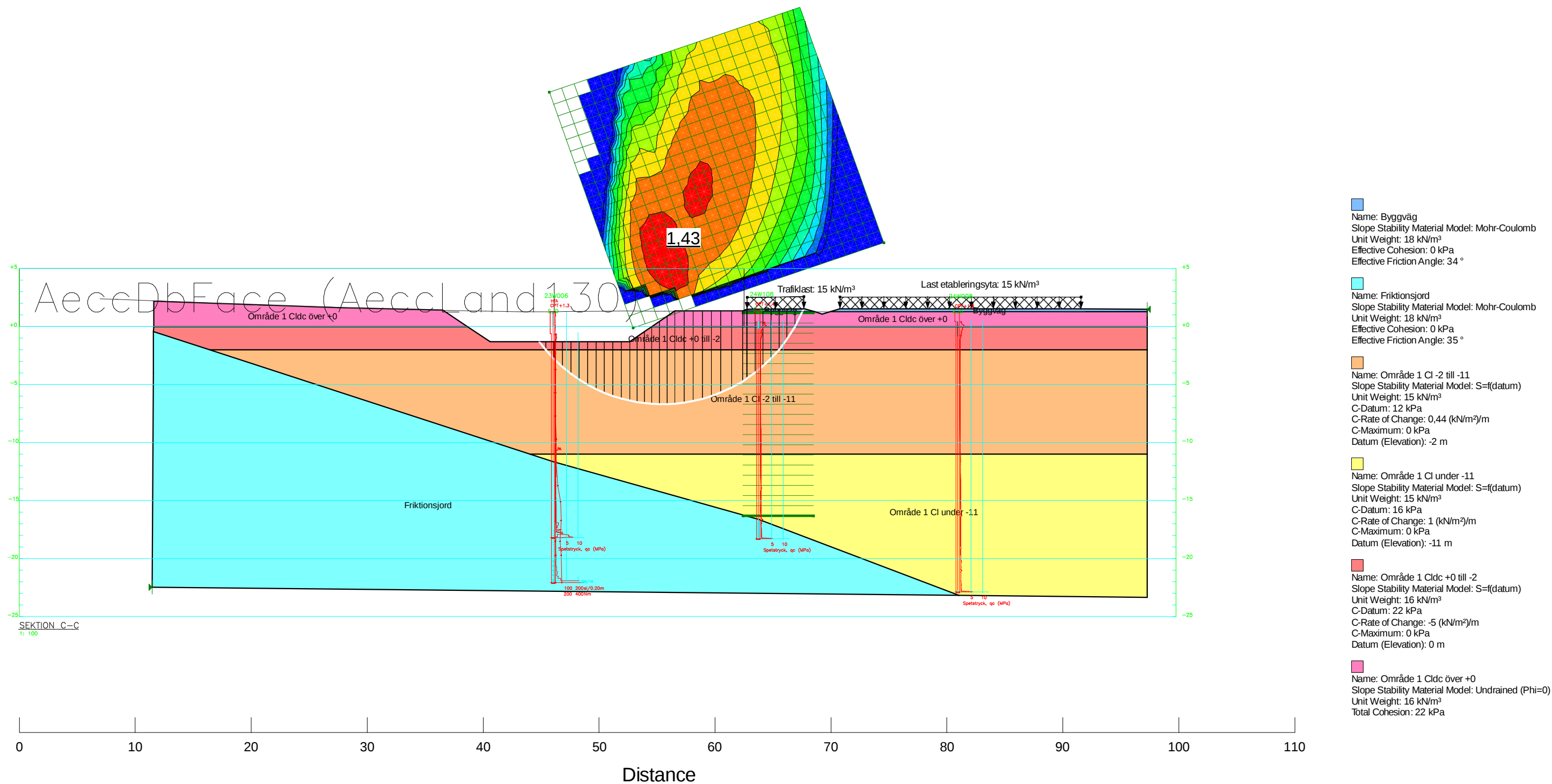


- Name: Byggväg
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
- Name: Friktingsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
- Name: Område 1 Cl -2 till -11
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m
- Name: Område 1 Cl under -11
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 16 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -11 m
- Name: Område 1 Cldc +0 till -2
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 22 kPa
C-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m
- Name: Område 1 Cldc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 22 kPa

Brostöd 3
3 Odränerad analys 10 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

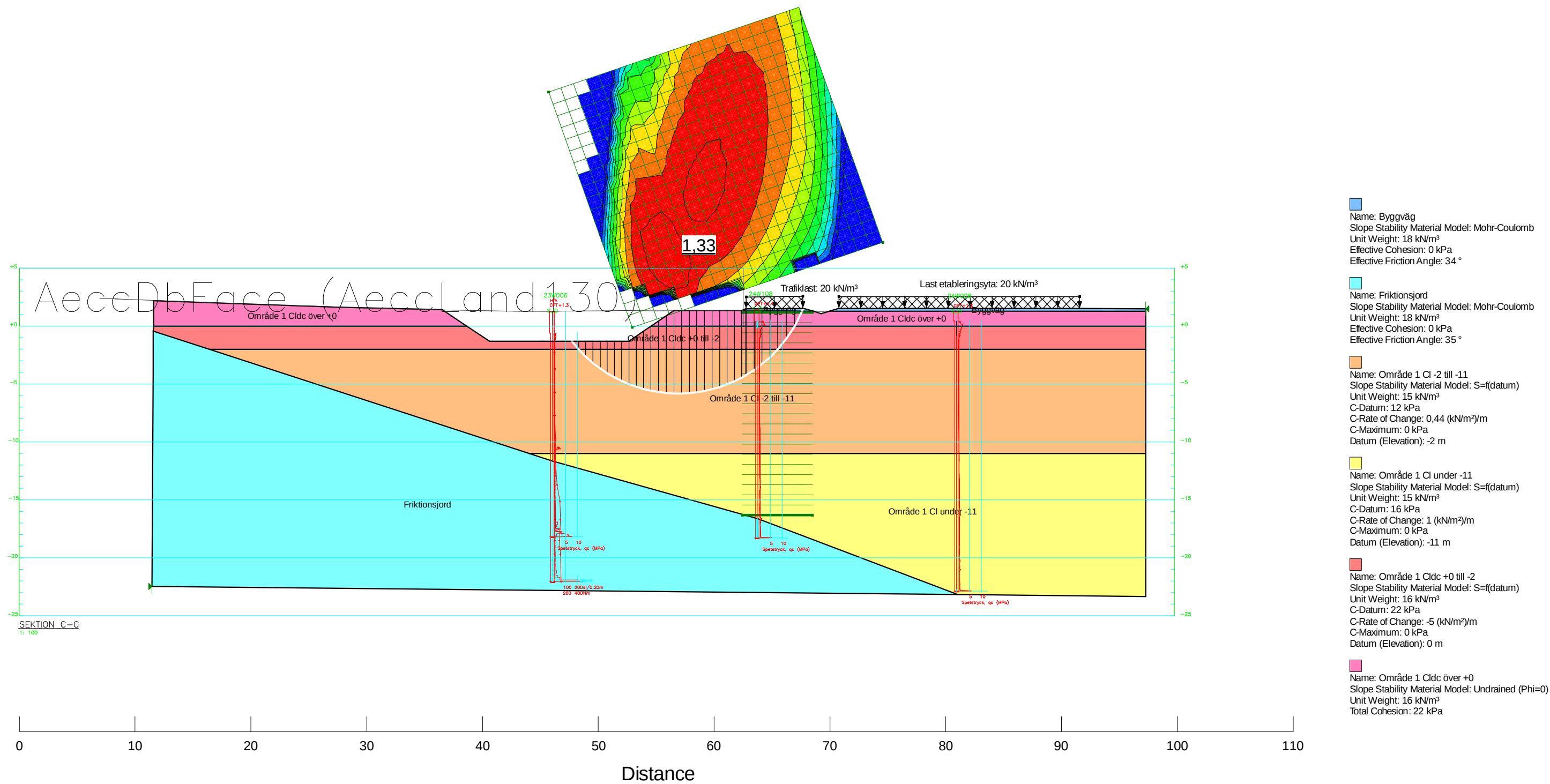
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz

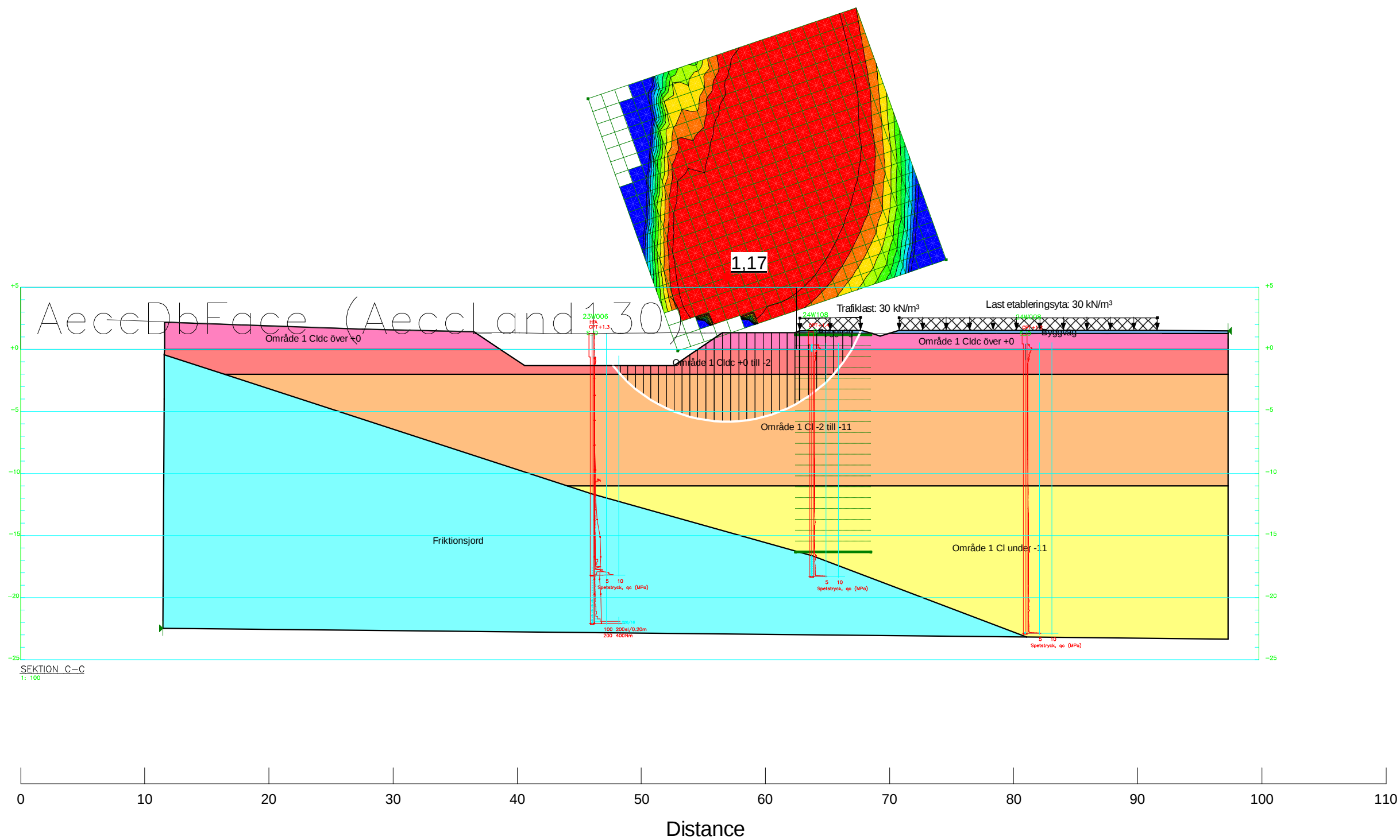


Brostöd 3
3 Odränerad analys 15 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz



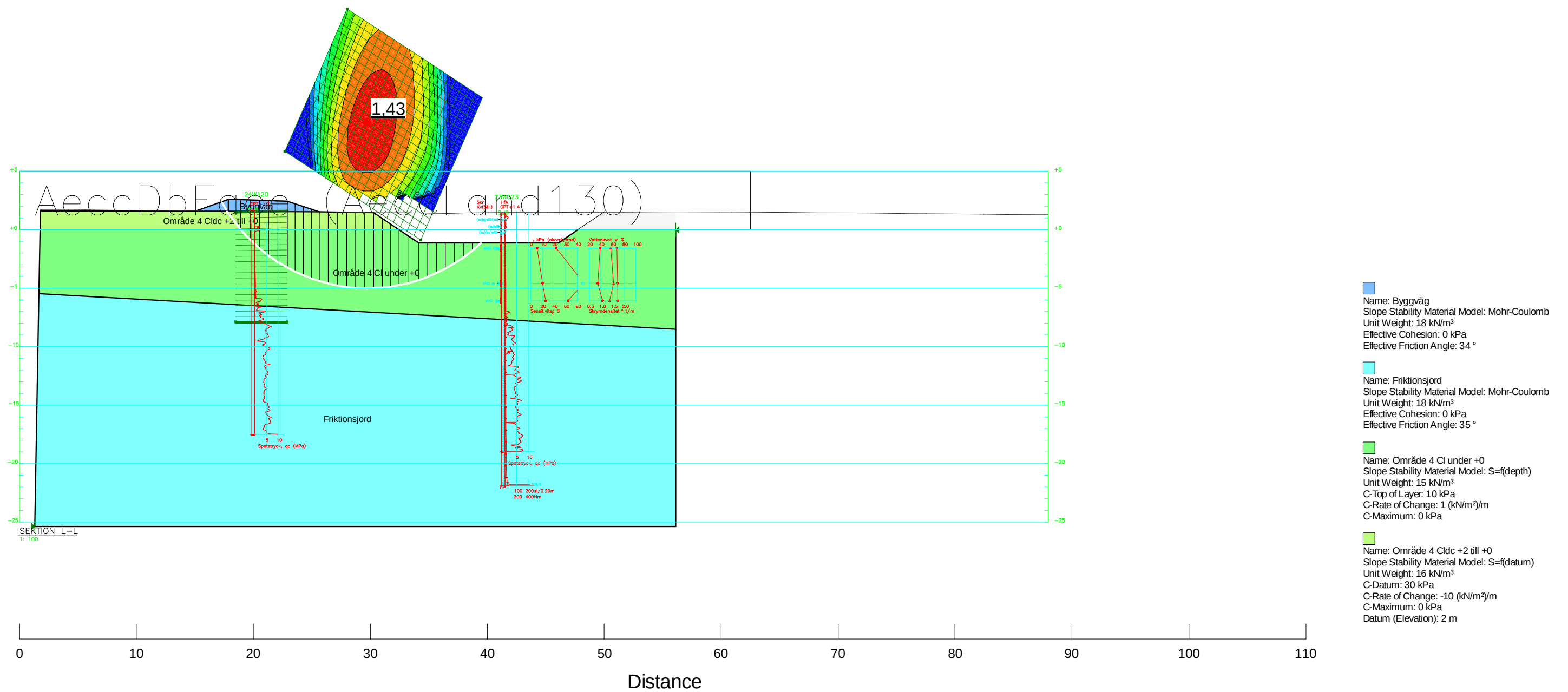


- Byggnad**
Name: Byggnad
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34 °
- Friktingsjord**
Name: Friktingsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 35 °
- Område 1 CI -2 till -11**
Name: Område 1 CI -2 till -11
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 12 kPa
C-Rate of Change: 0,44 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m
- Område 1 CI under -11**
Name: Område 1 CI under -11
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 16 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -11 m
- Område 1 Cldc +0 till -2**
Name: Område 1 Cldc +0 till -2
Slope Stability Material Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 22 kPa
C-Rate of Change: -5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m
- Område 1 Cldc över +0**
Name: Område 1 Cldc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 22 kPa

Brostöd 3
3 Odränerad analys 30 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

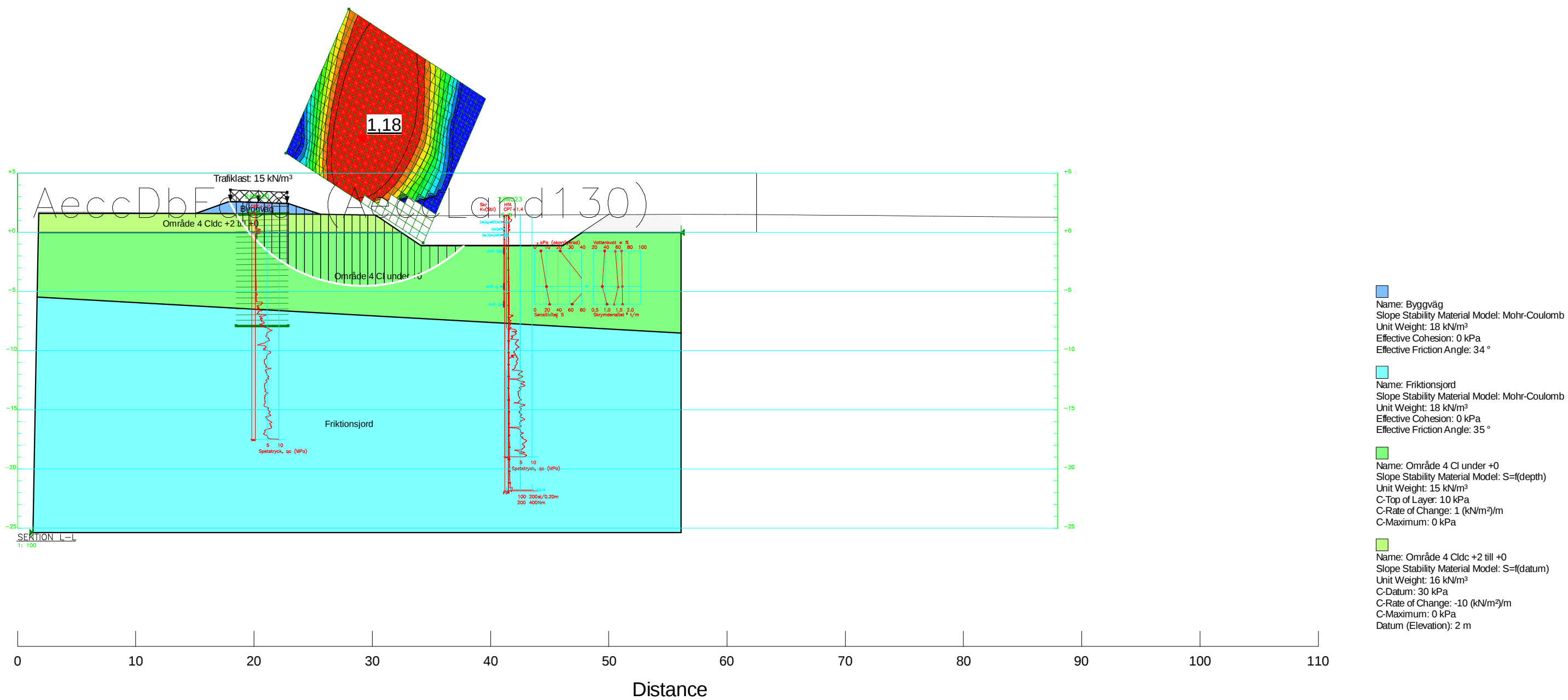
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz



Brostöd 11
11 Odränerad analys 0 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

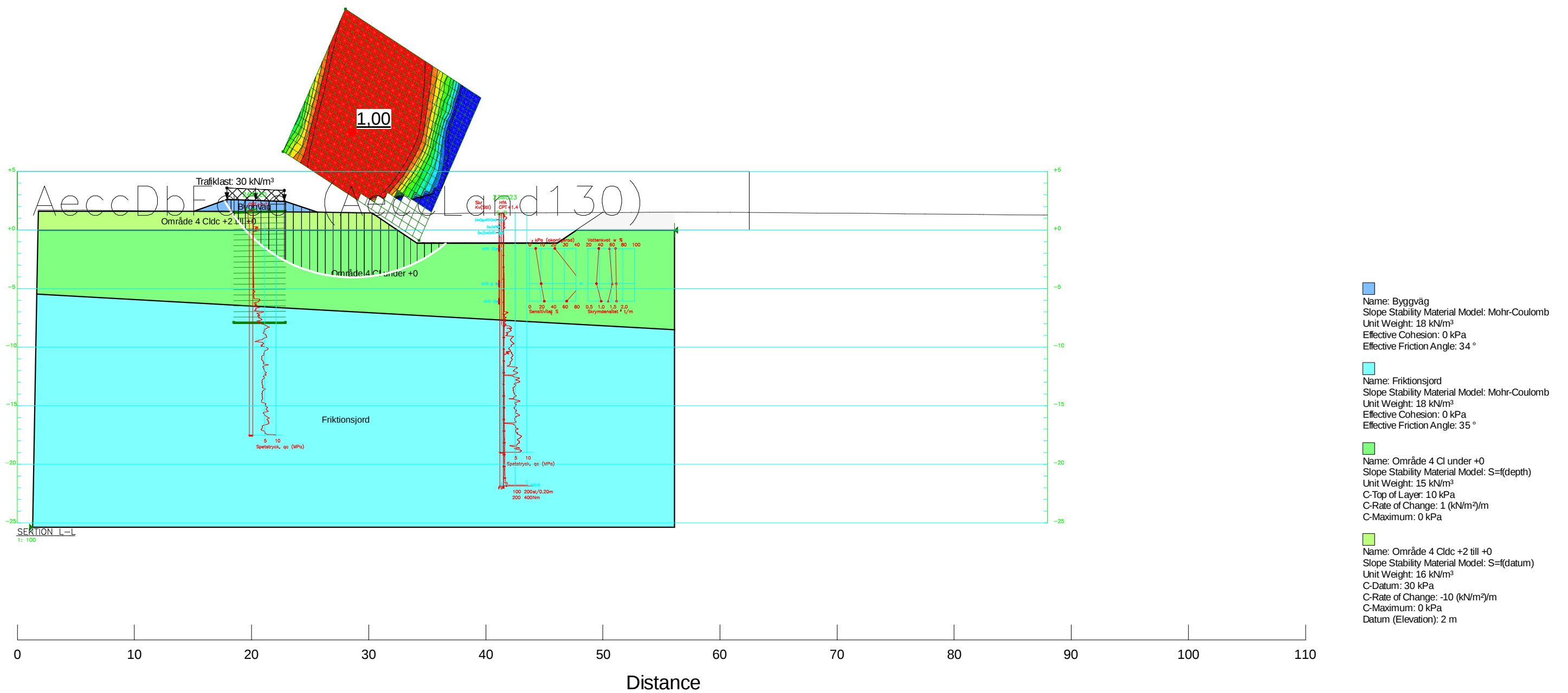
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz



Brostöd 11
11 Odränerad analys 15 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

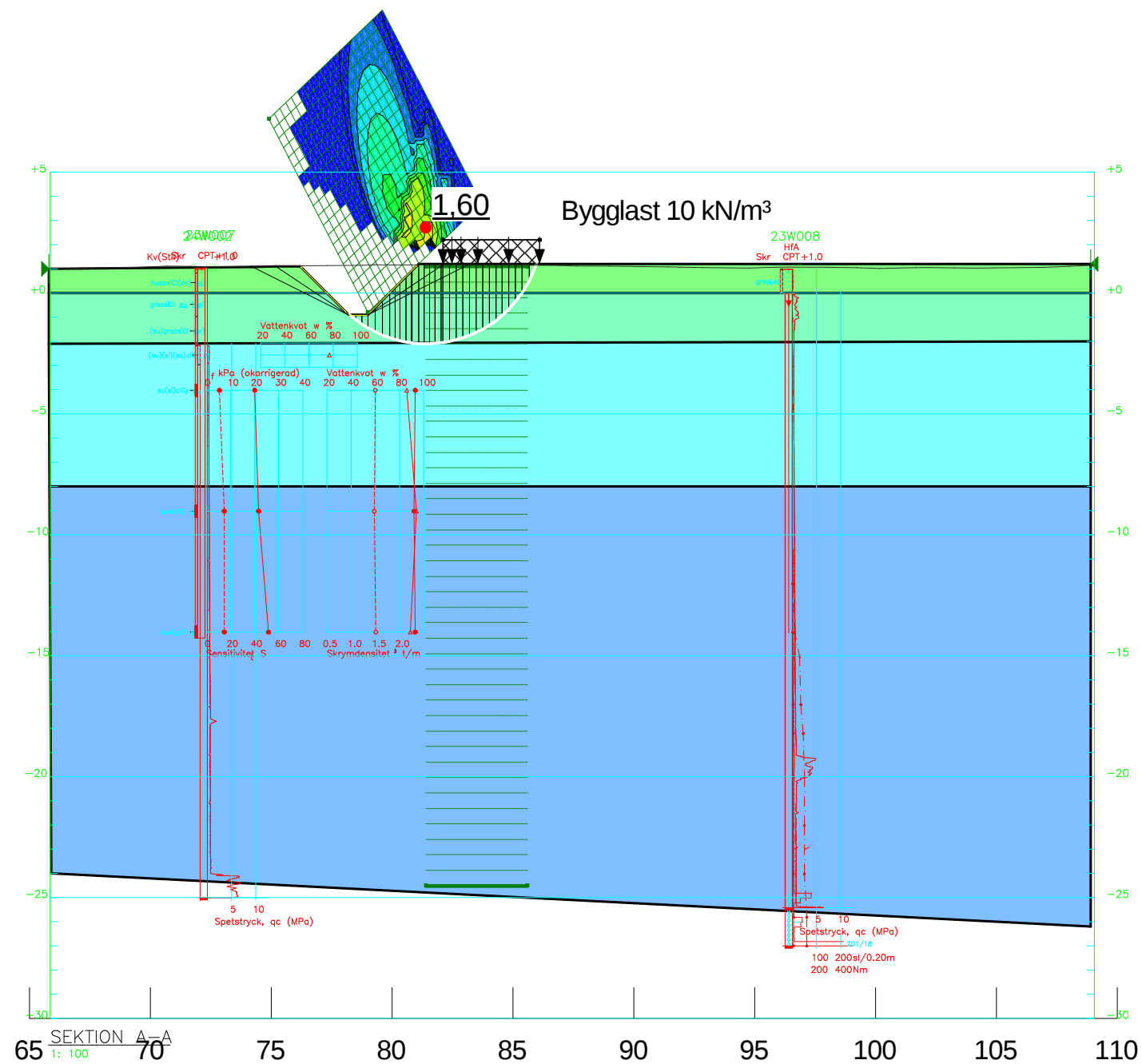
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz



Brostöd 11
11 Odränerad analys 30 kPa

Date: 2024-12-04
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Brostöd.gsz



2 meter schakt 1:1 - Område 2
1:1 - bygglast 10 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m



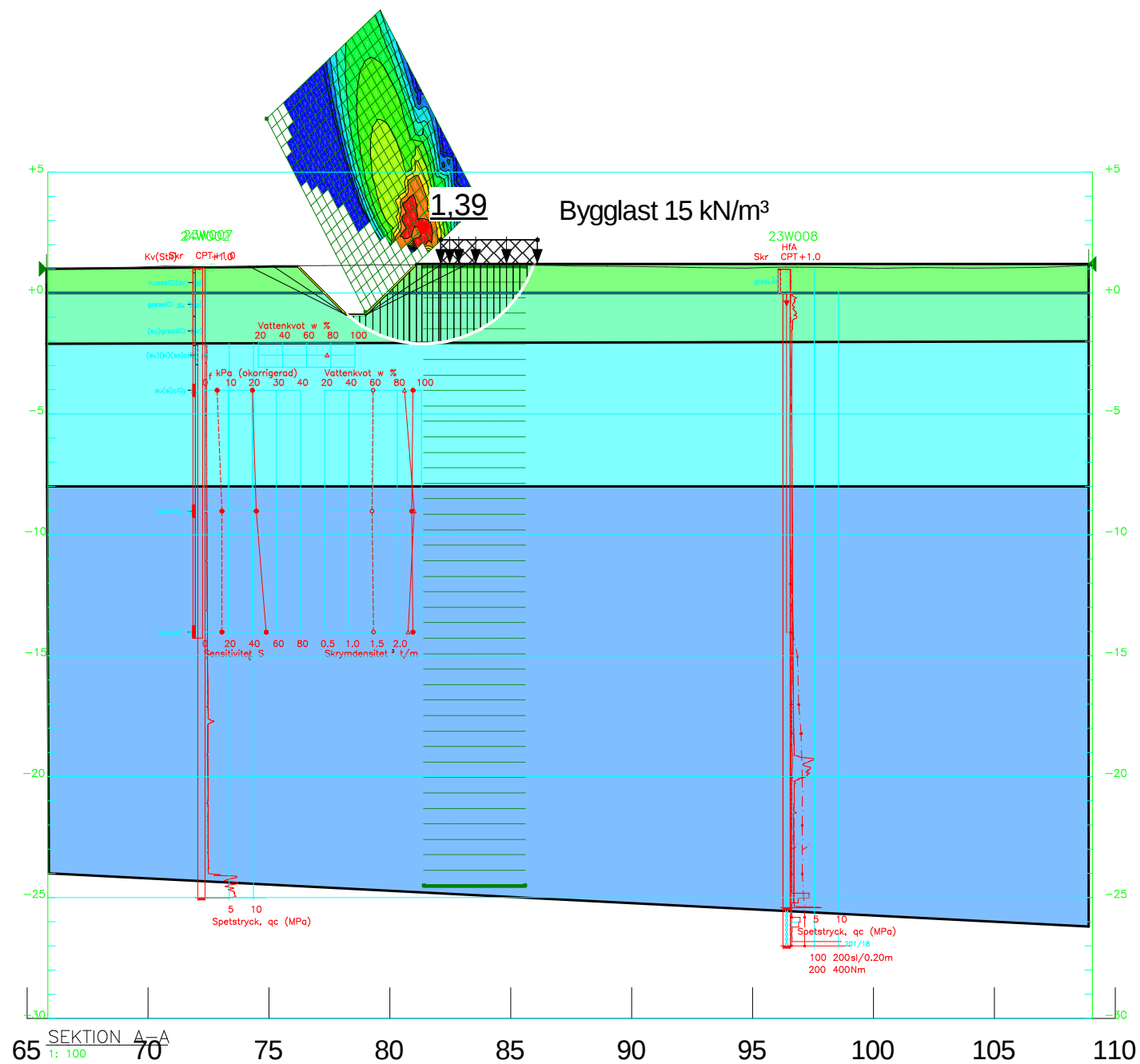
Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m



Name: Område 2 Clcd +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m



Name: Område 2 Clcd över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa



Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m



Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m



Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

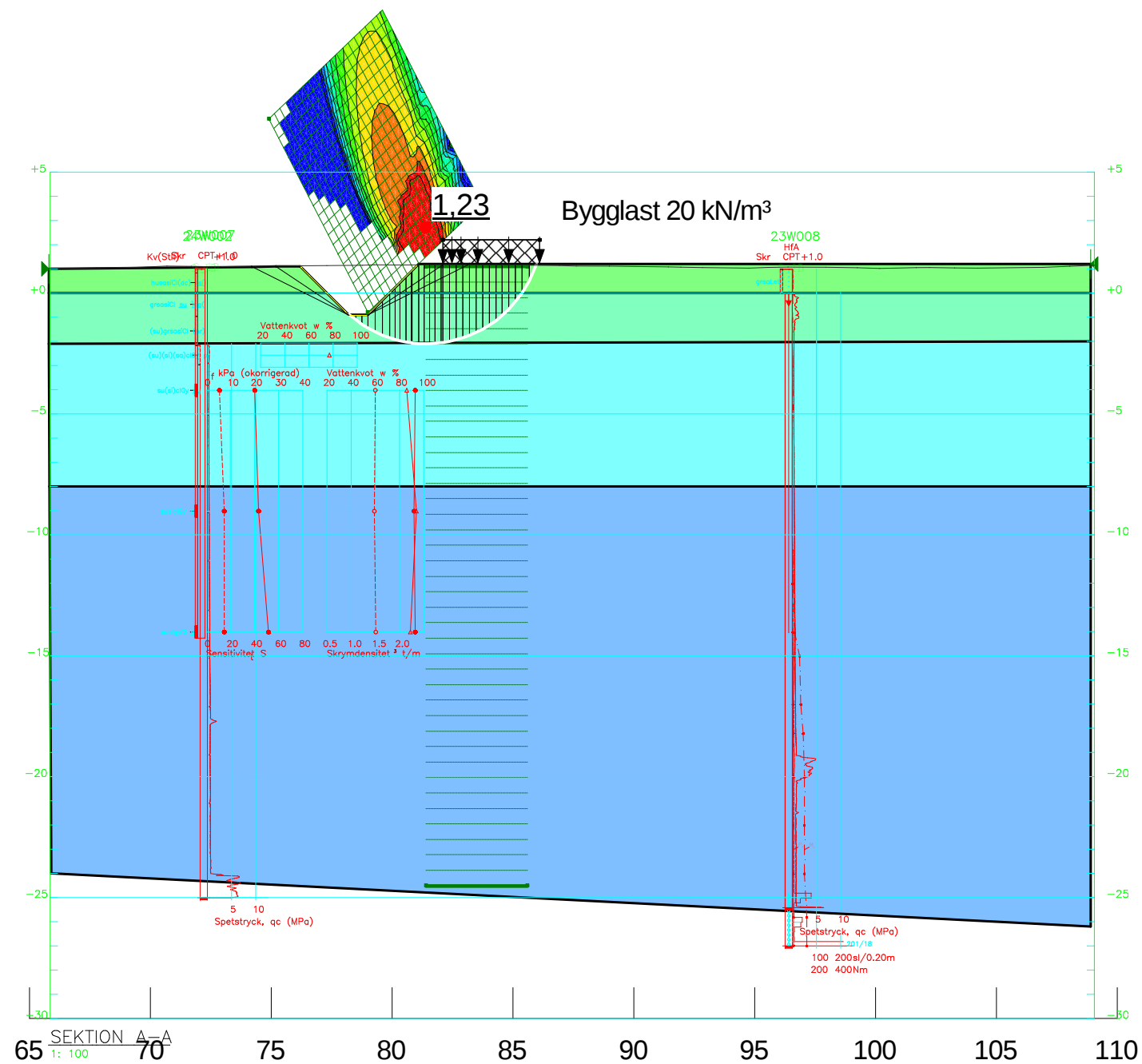


Name: Område 2 Cl dc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa

2 meter schakt 1:1 - Område 2
1:1 - bygglast 15 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



2 meter schakt 1:1 - Område 2
1:1 - bygglast 20 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m



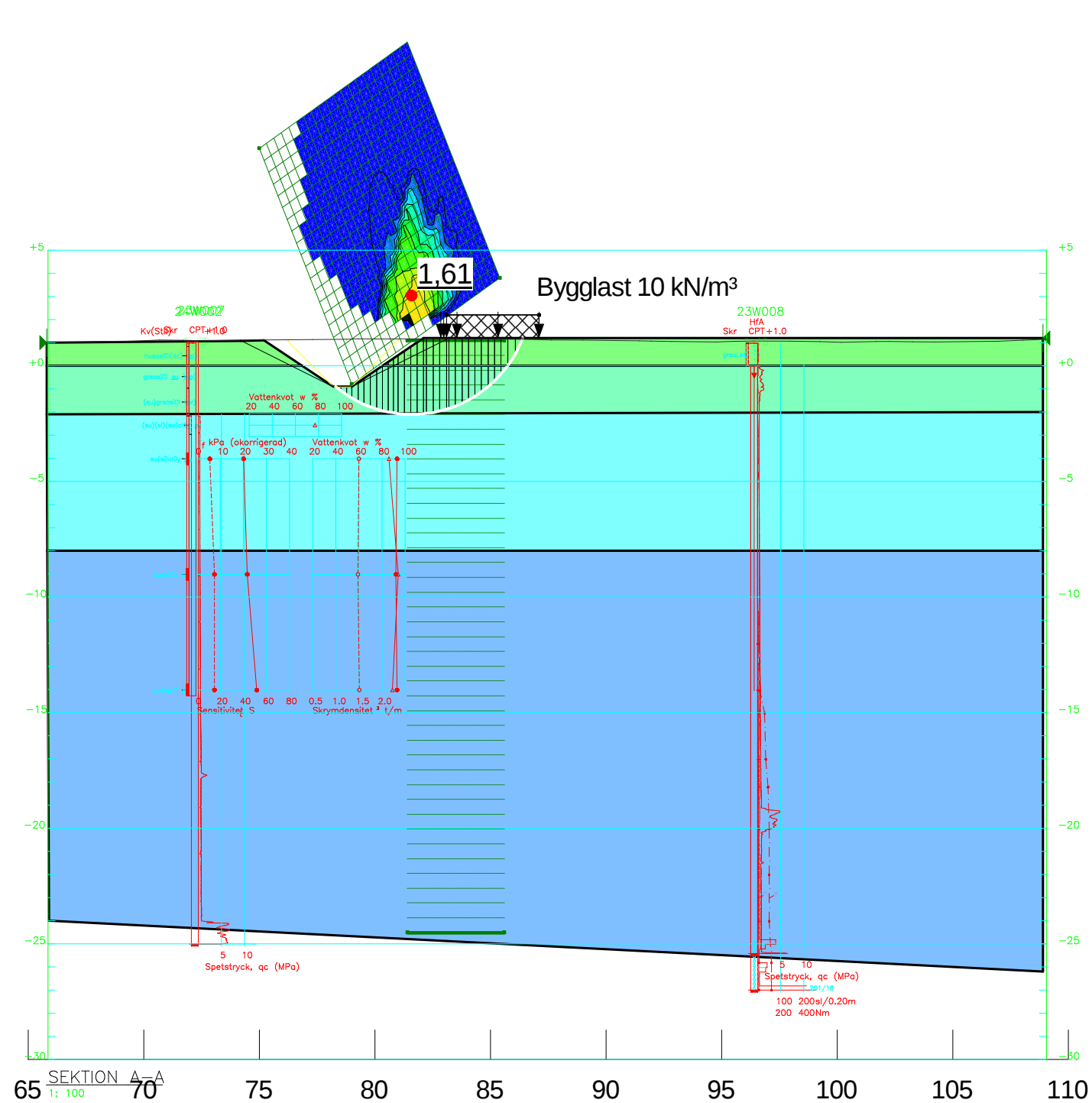
Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m



Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m



Name: Område 2 Cl dc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa



2 meter schakt 1:1,5 - Område 2
1:1,5 - bygglast 10 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

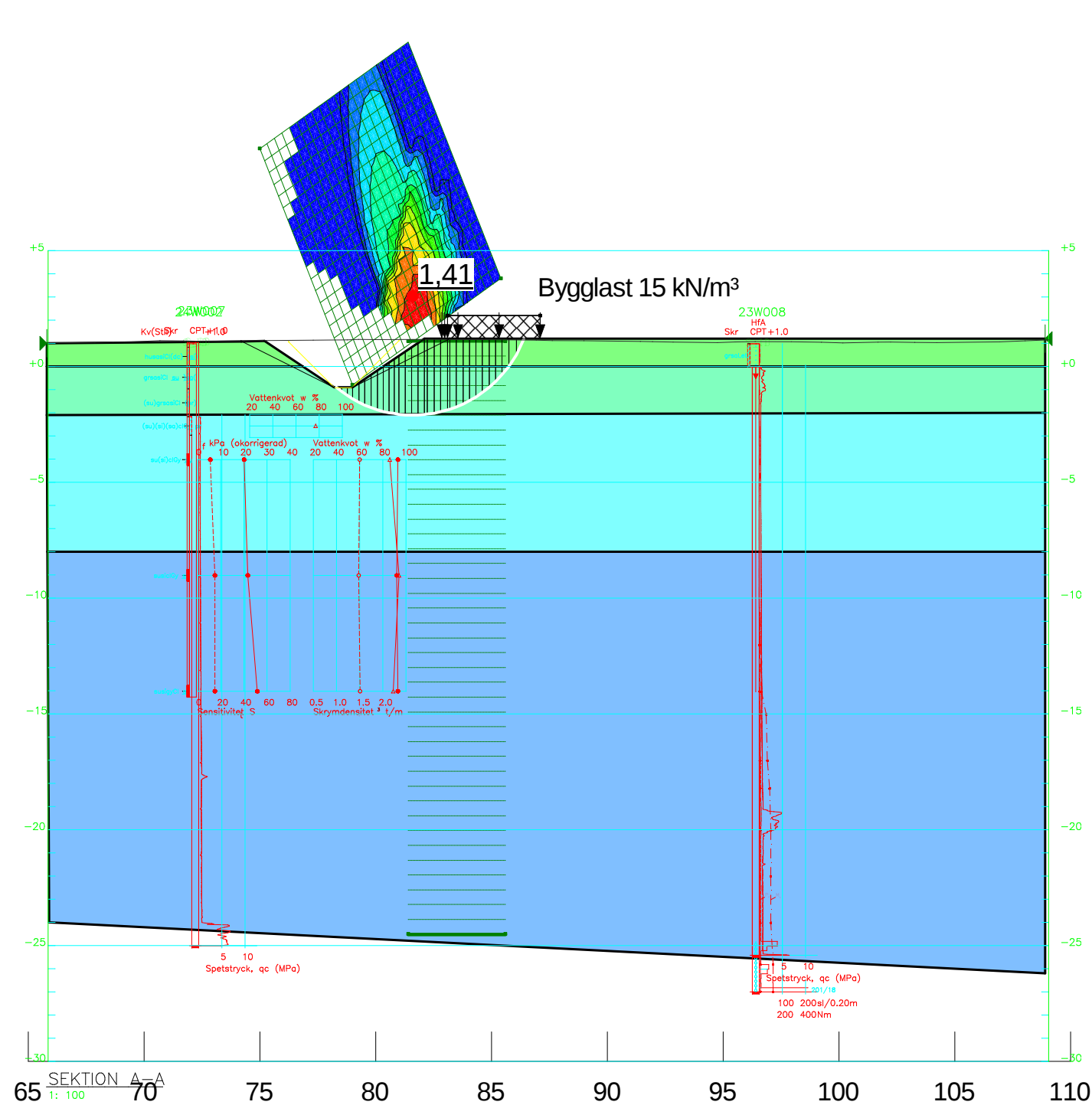
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m

Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl dc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa



2 meter schakt 1:1,5 - Område 2
1:1,5 - bygglast 15 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

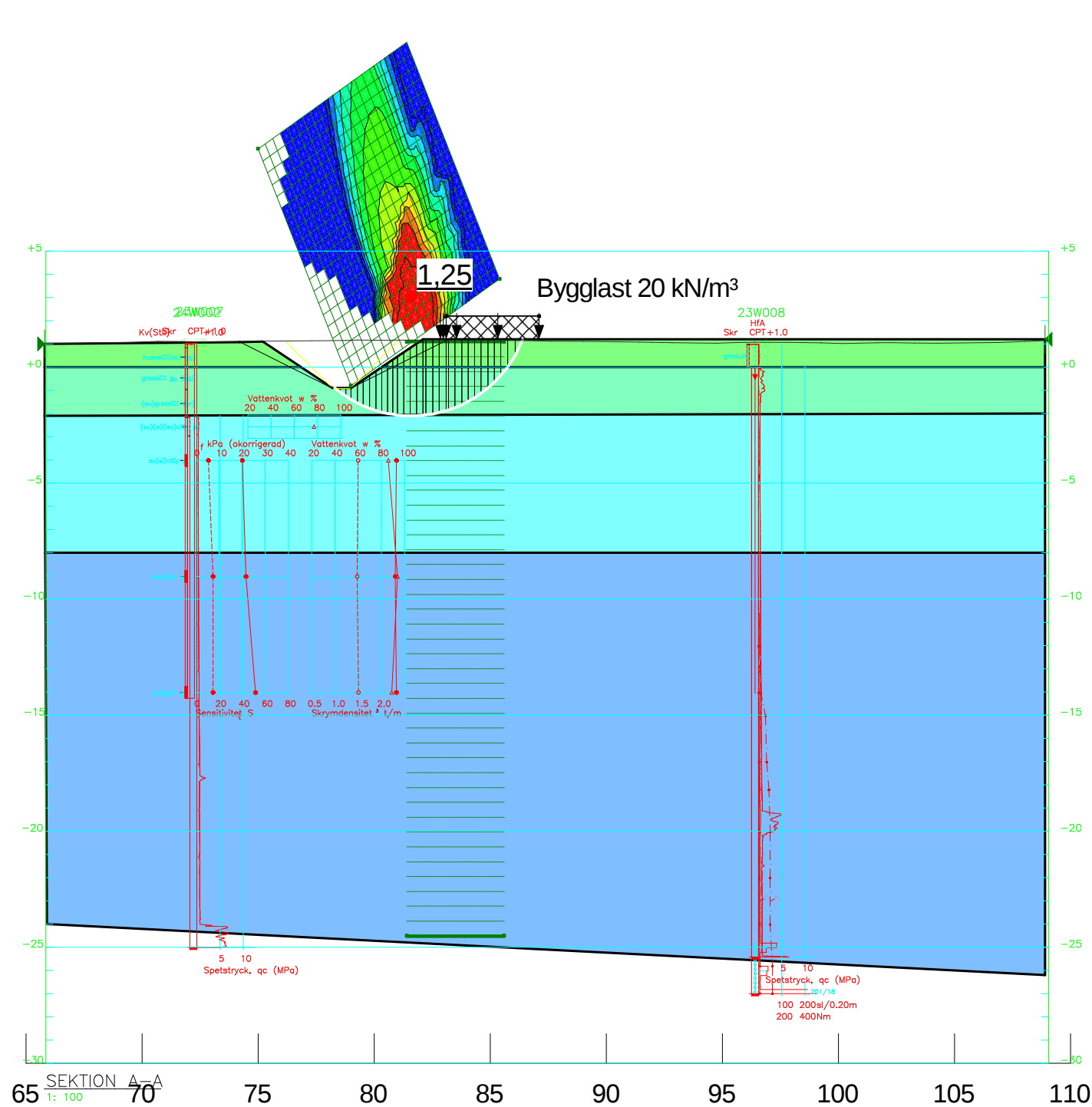
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m

Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl dc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa

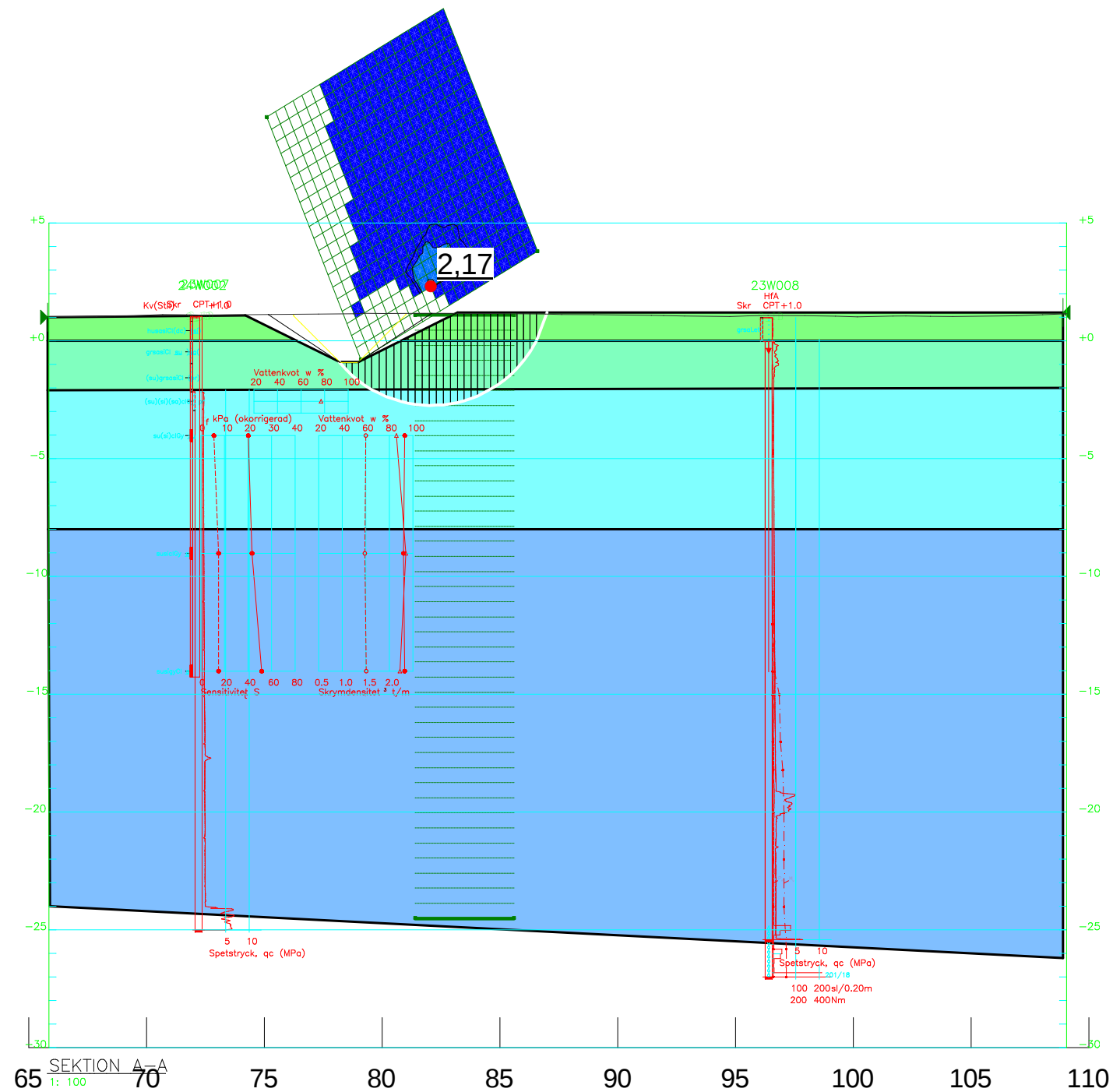


- Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m
- Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m
- Name: Område 2 Cldc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m
- Name: Område 2 Cldc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa

2 meter schakt 1:1,5 - Område 2
1:1,5 - bygglast 20 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



Name: Område 2 Cl -2 till -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 13 kPa
 C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -8 m

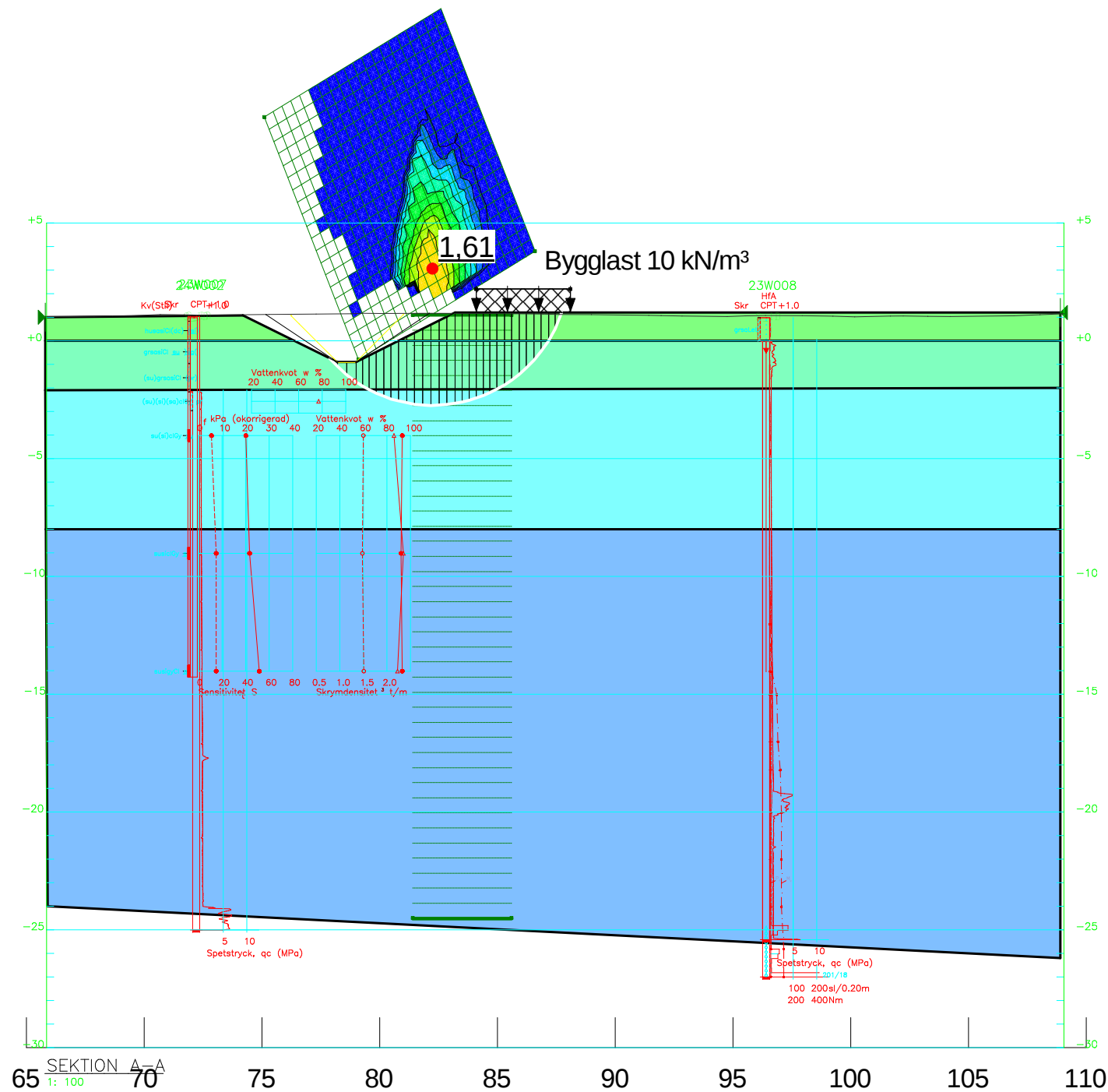
Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 15 kPa
 C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl dc över +0
 Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Total Cohesion: 15 kPa

2 meter schakt 1:2 - Område 2
 1:2

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



2 meter schakt 1:2 - Område 2
1:2 - bygglast 10 kPa

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

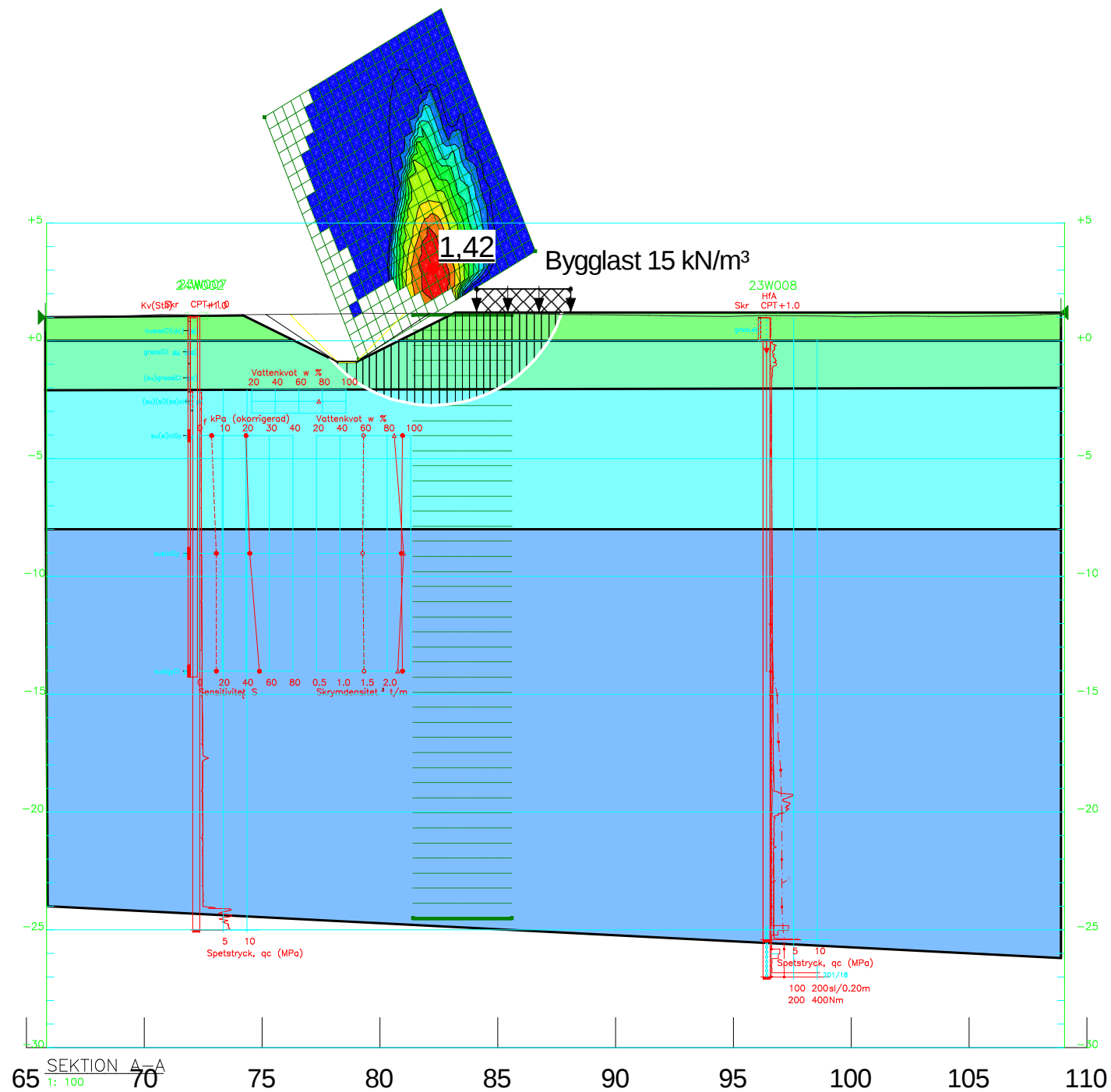
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

Name: Område 2 Cl -2 till -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): -8 m

Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 15 kPa
C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl dc över +0
Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
Unit Weight: 16 kN/m³
Total Cohesion: 15 kPa



Name: Område 2 Cl -2 till -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 13 kPa
 C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -8 m

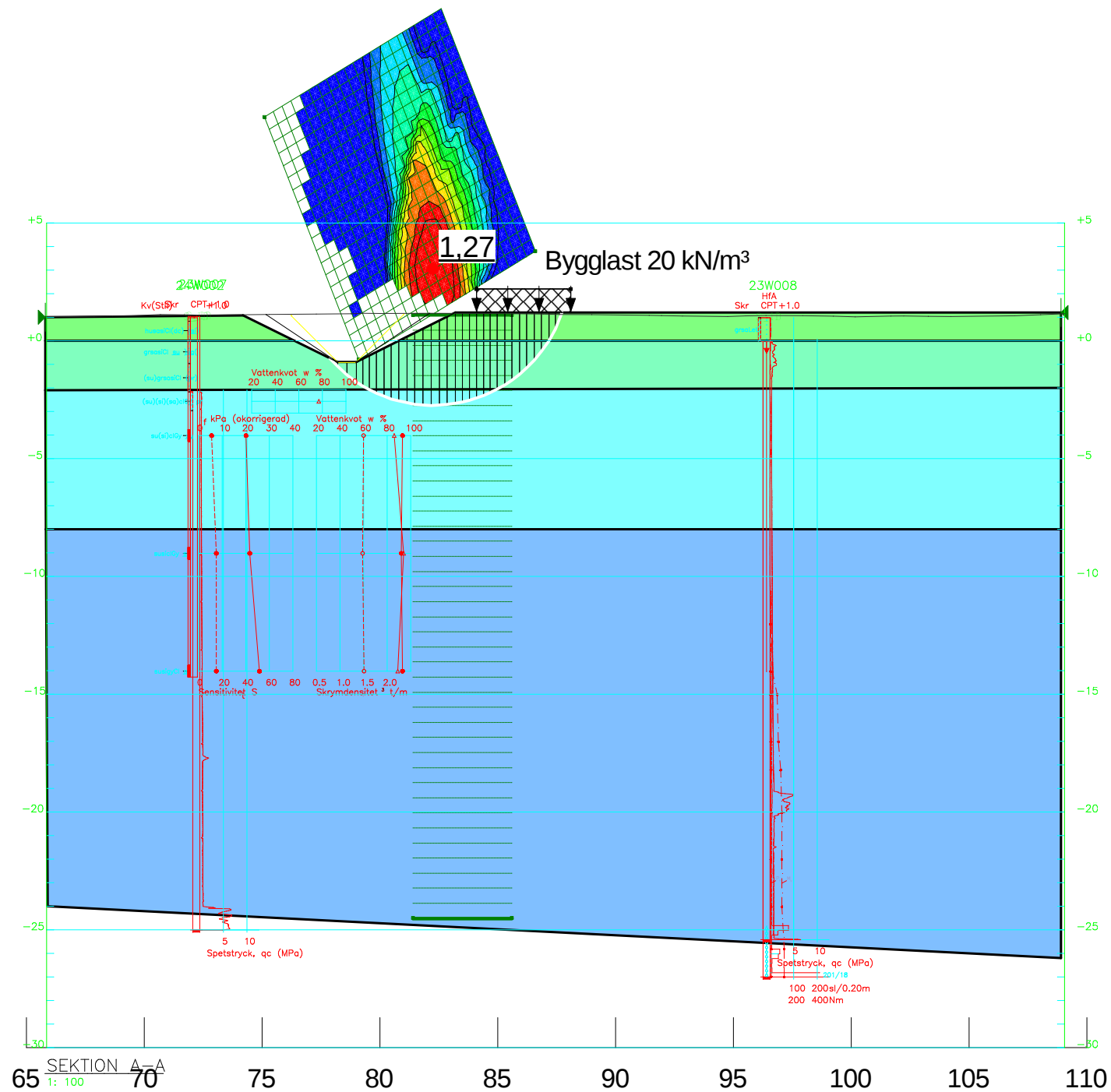
Name: Område 2 Cl dc +0 till -2
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 15 kPa
 C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl dc över +0
 Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Total Cohesion: 15 kPa

2 meter schakt 1:2 - Område 2
 1:2 - bygglast 15 kPa

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



Name: Område 2 Cl -2 till -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 0,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -2 m

Name: Område 2 Cl under -8
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 15 kN/m³
 C-Datum: 13 kPa
 C-Rate of Change: 1 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): -8 m

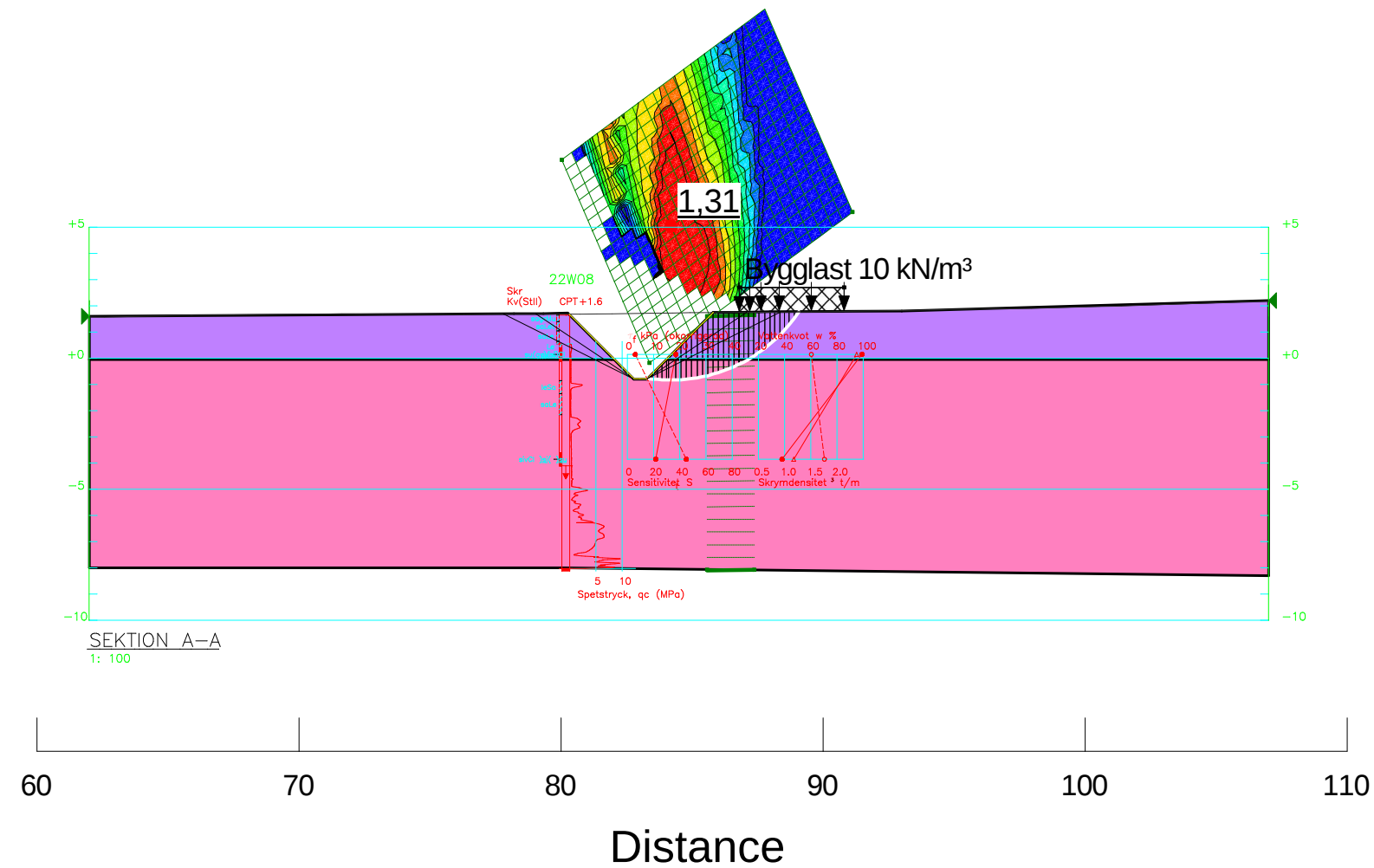
Name: Område 2 Cl_{dc} +0 till -2
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 15 kPa
 C-Rate of Change: -2,5 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

Name: Område 2 Cl_{dc} över +0
 Slope Stability Material Model: Undrained ($\Phi=0$)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Total Cohesion: 15 kPa

2 meter schakt 1:2 - Område 2
 1:2 - bygglast 20 kPa

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



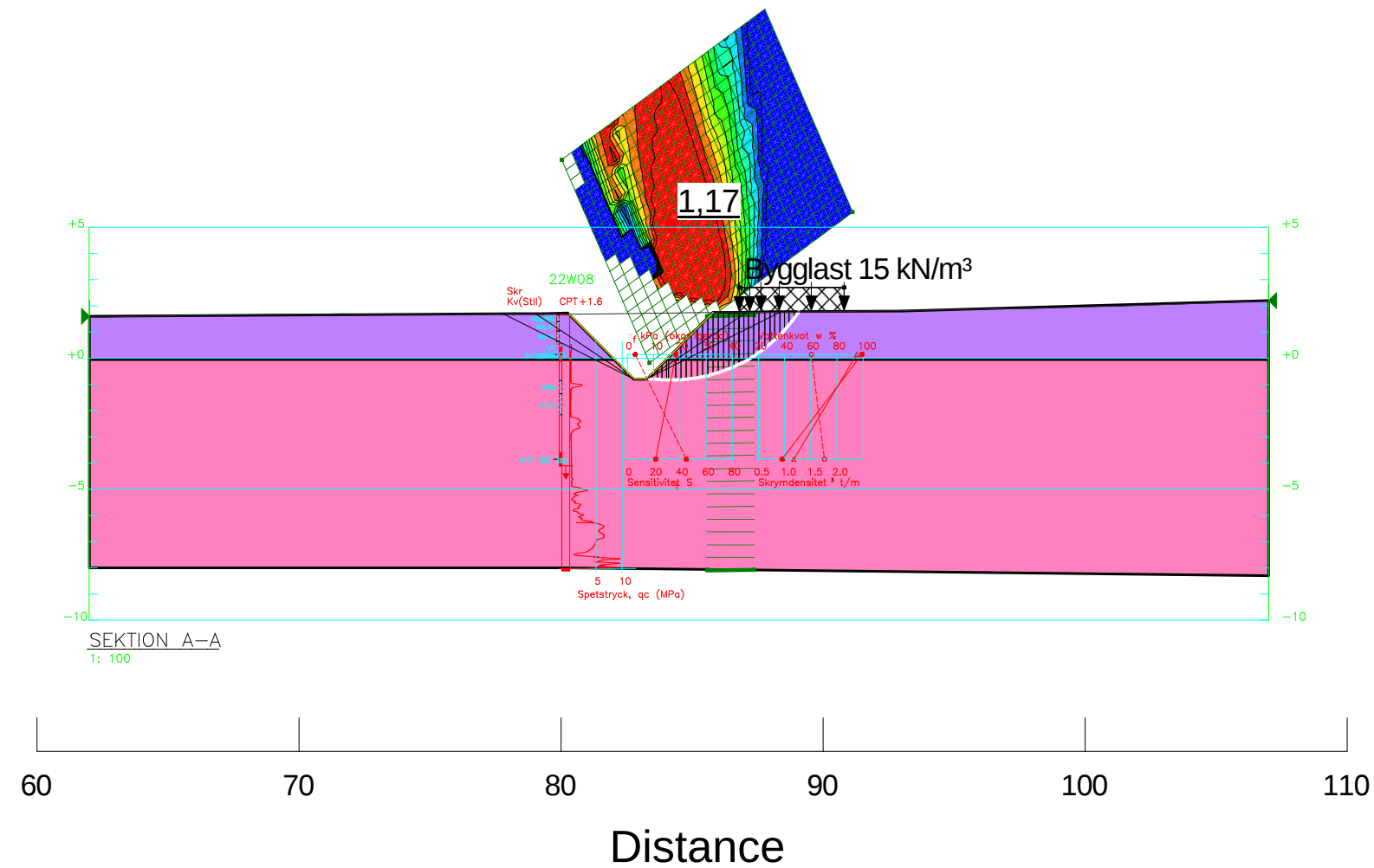
Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: $-2 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m

Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: $1,8 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1 - Område 5
 1:1 - bygglast 10 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



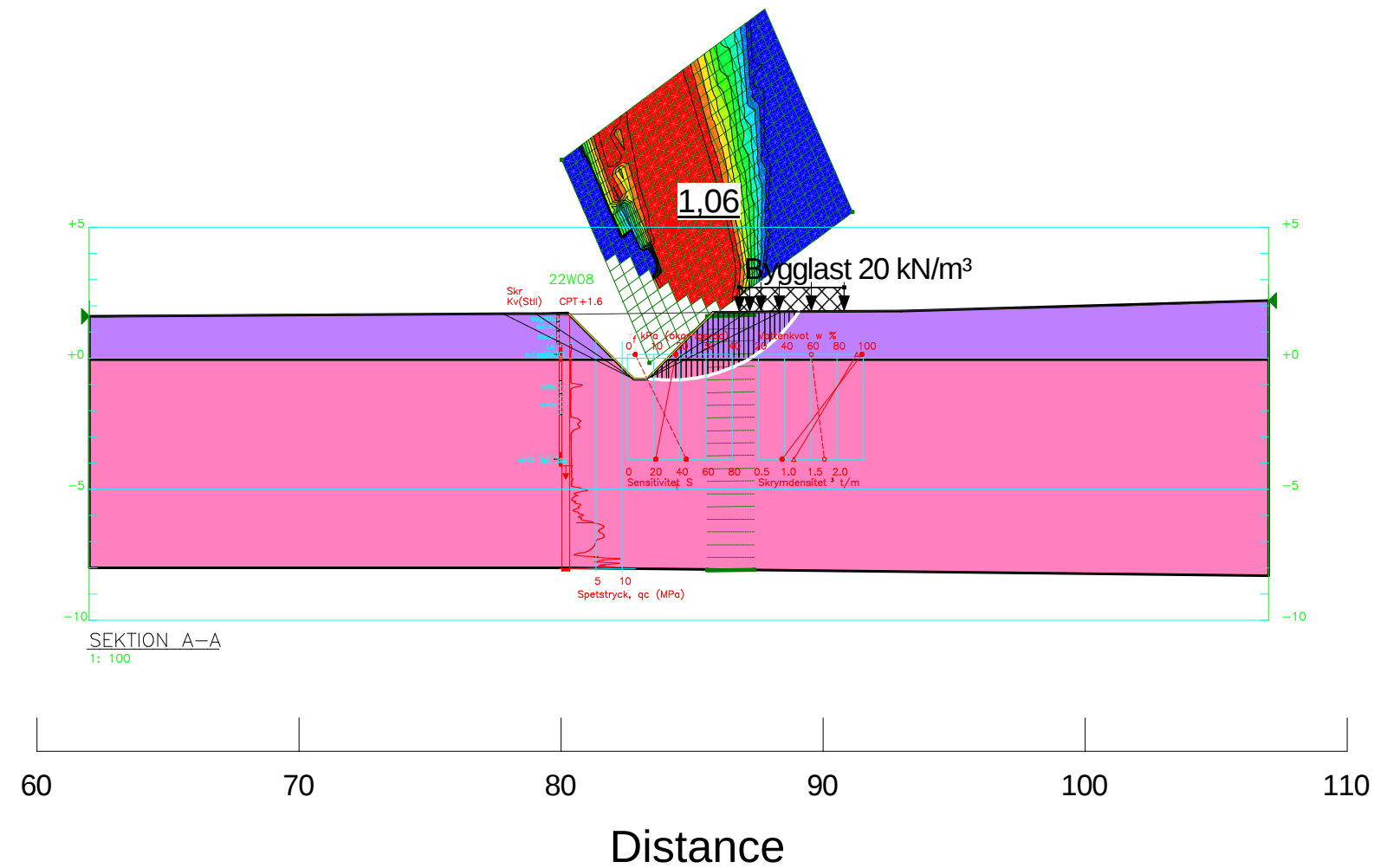
Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m

Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1 - Område 5
 1:1 - bygglast 15 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



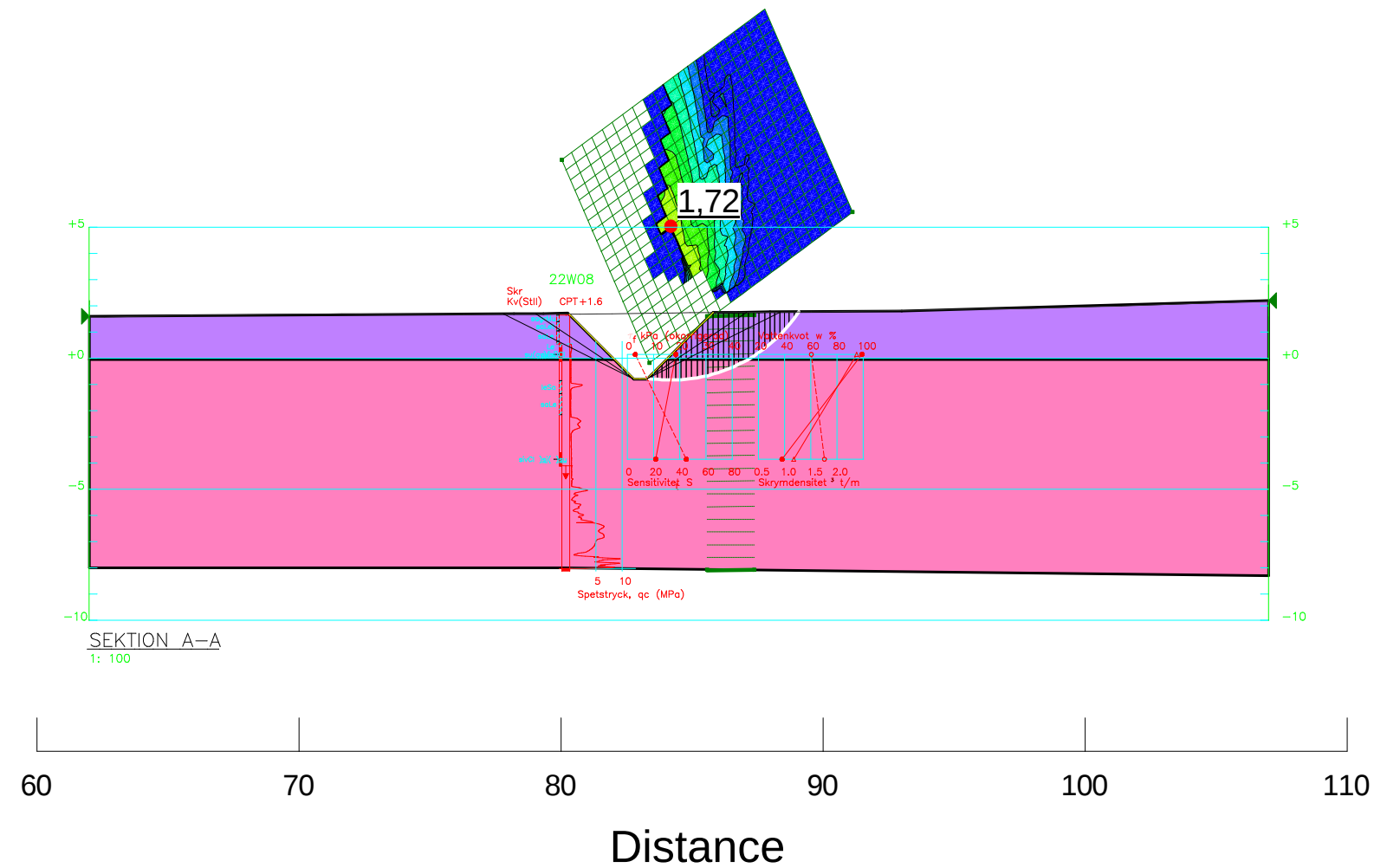
Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: $-2 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m

Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: $1,8 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1 - Område 5
 1:1 - bygglast 20 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Beräkningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz



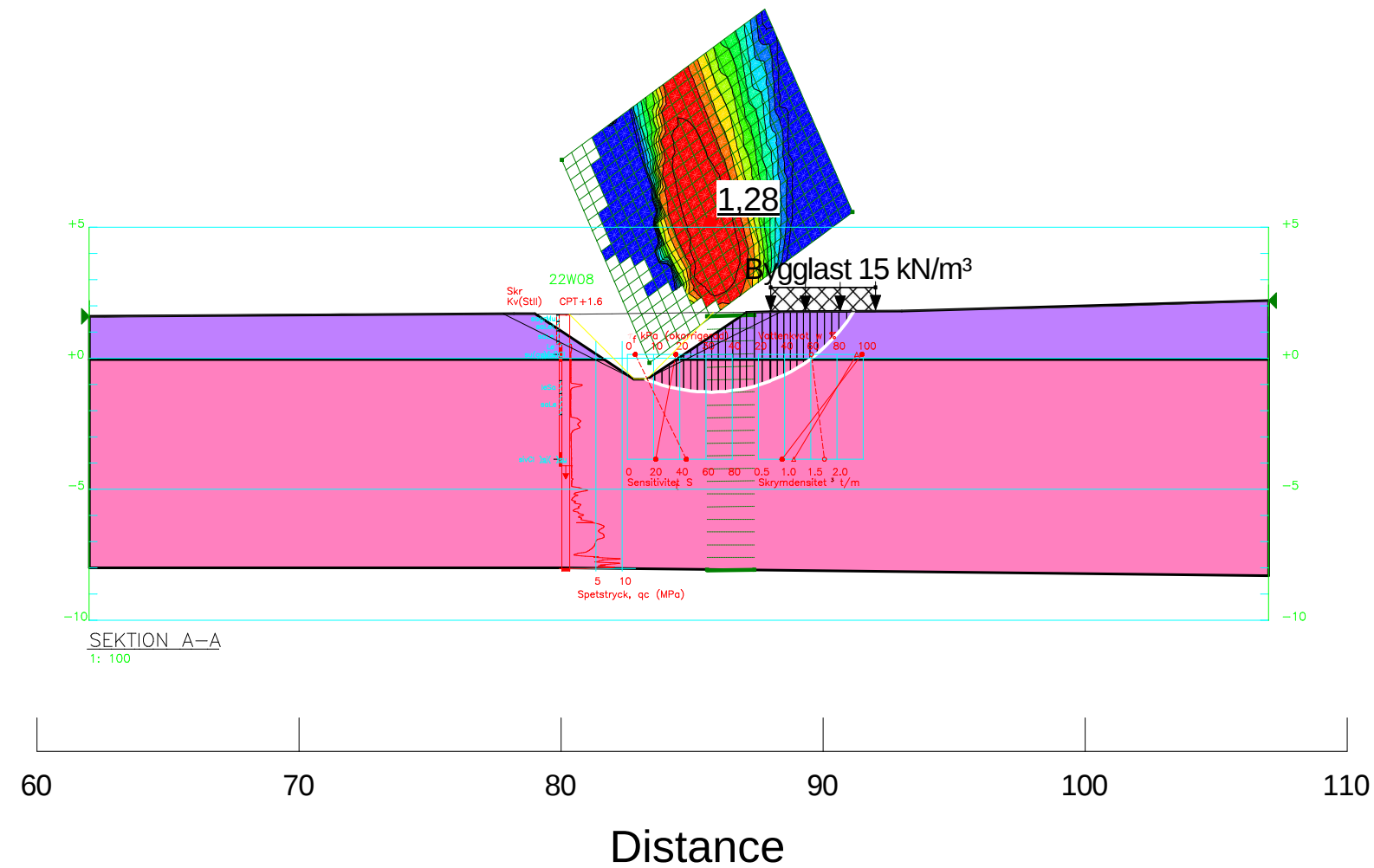
Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m

Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1 - Område 5
 1:1 - område 5

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz

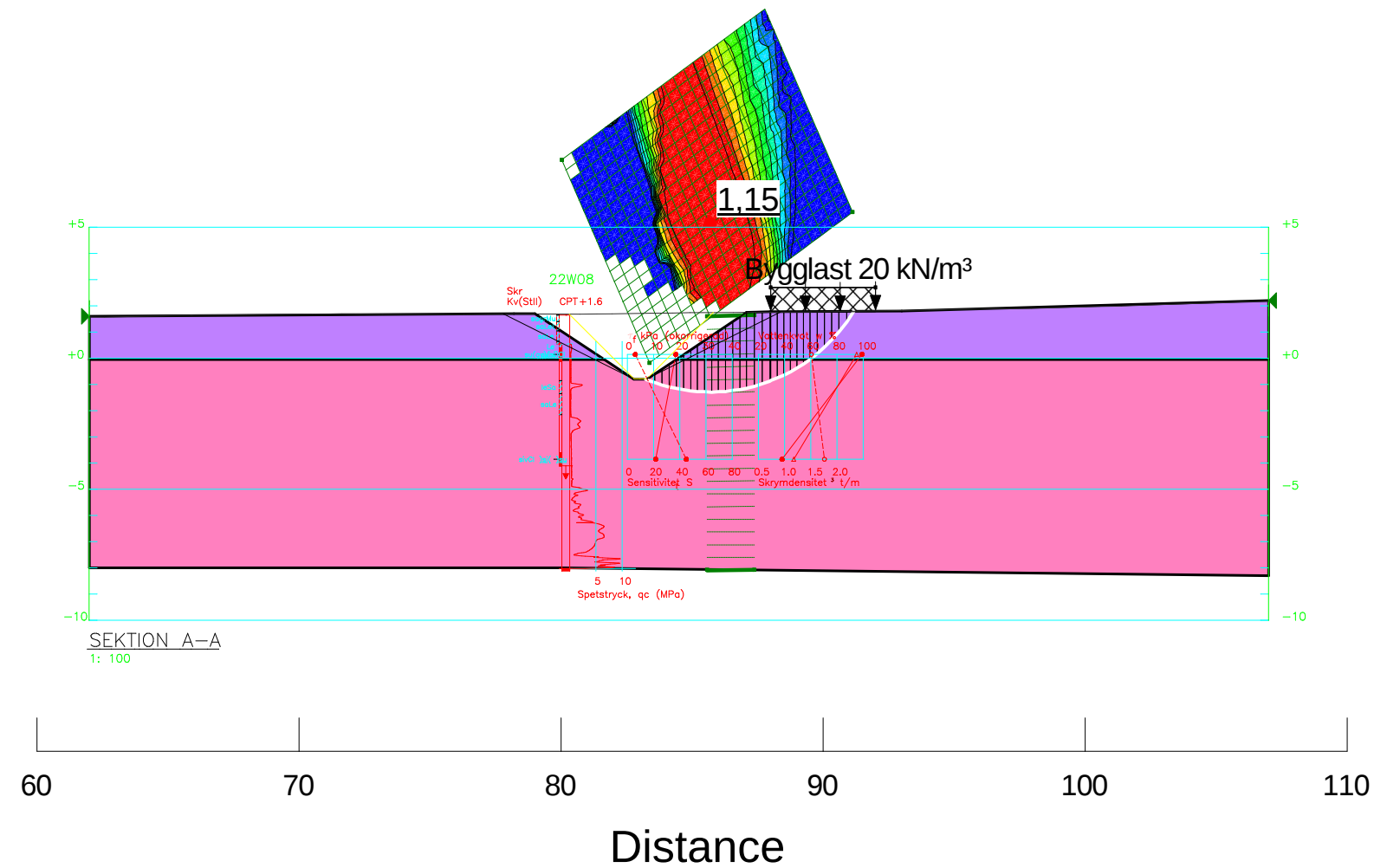


- Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: $-2 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m
- Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m^3
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: $1,8 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1,5 - Område 5
1:1,5 - bygglast 15 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

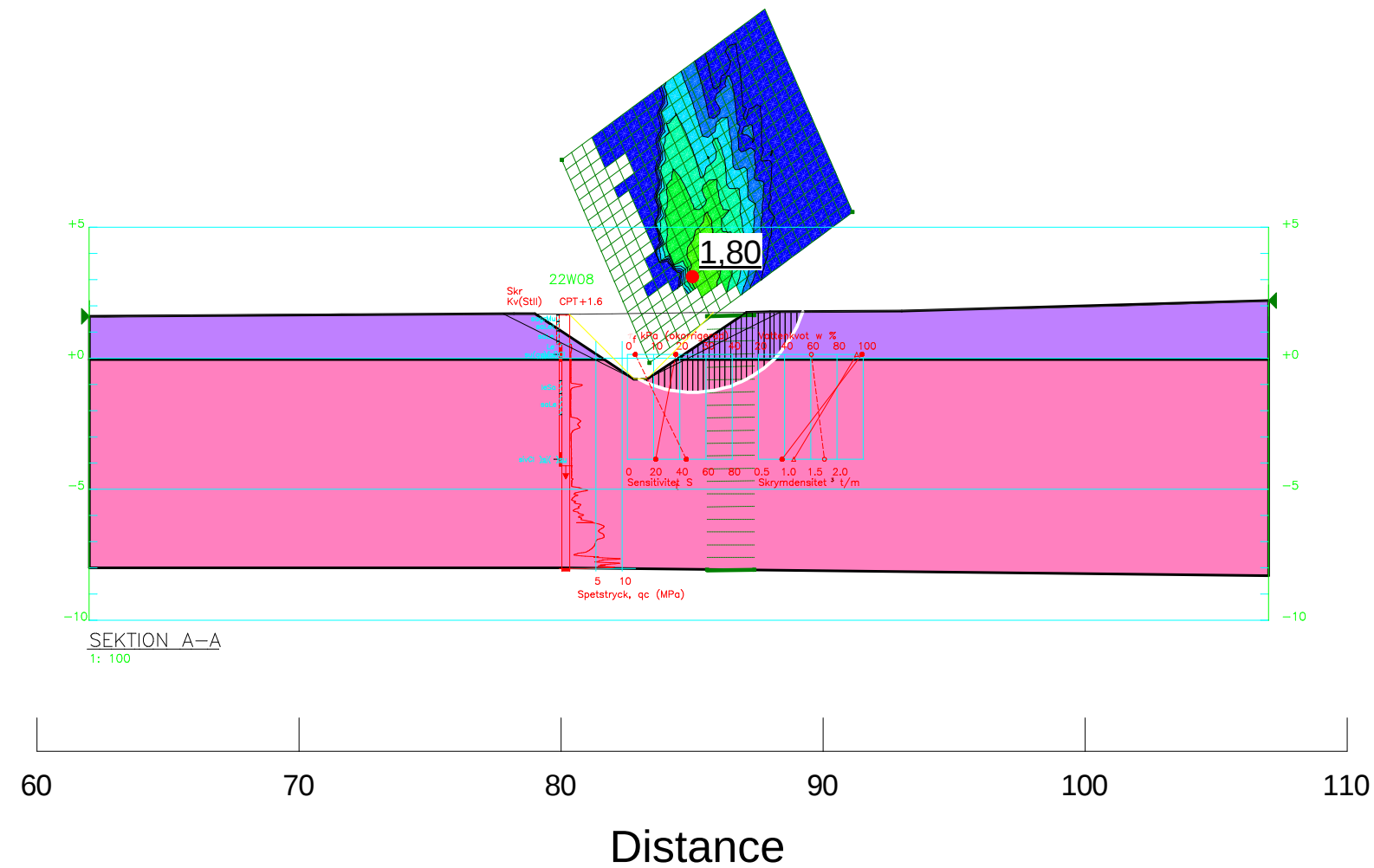


- Name: Område 5 Cldc +5 till +0
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m^3
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: $-2 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 5 m
- Name: Område 5 Cldc under +0
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m^3
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: $1,8 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1,5 - Område 5
1:1,5 - bygglast 20 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

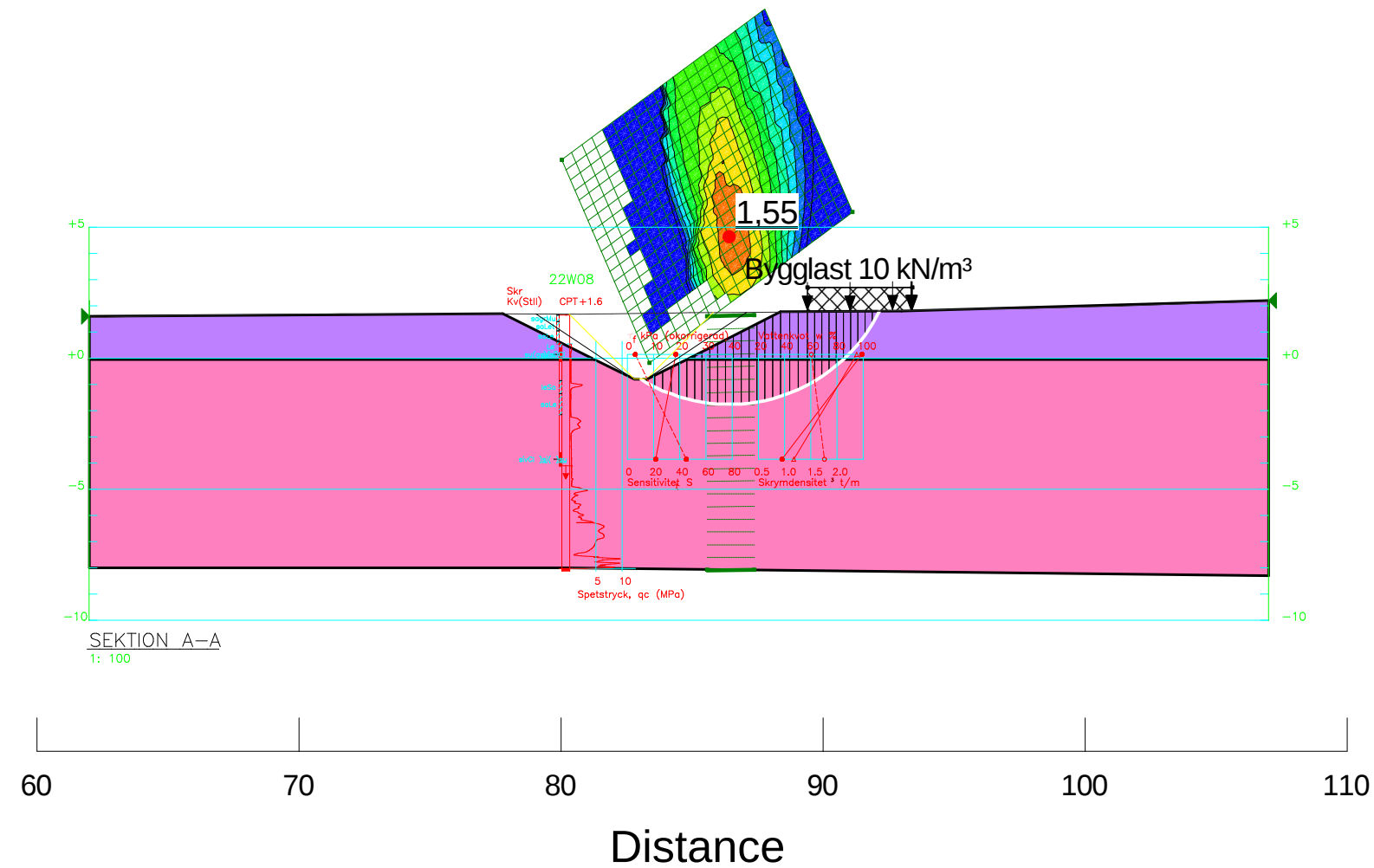


- Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m
- Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:1,5 - Område 5
1:1,5 - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



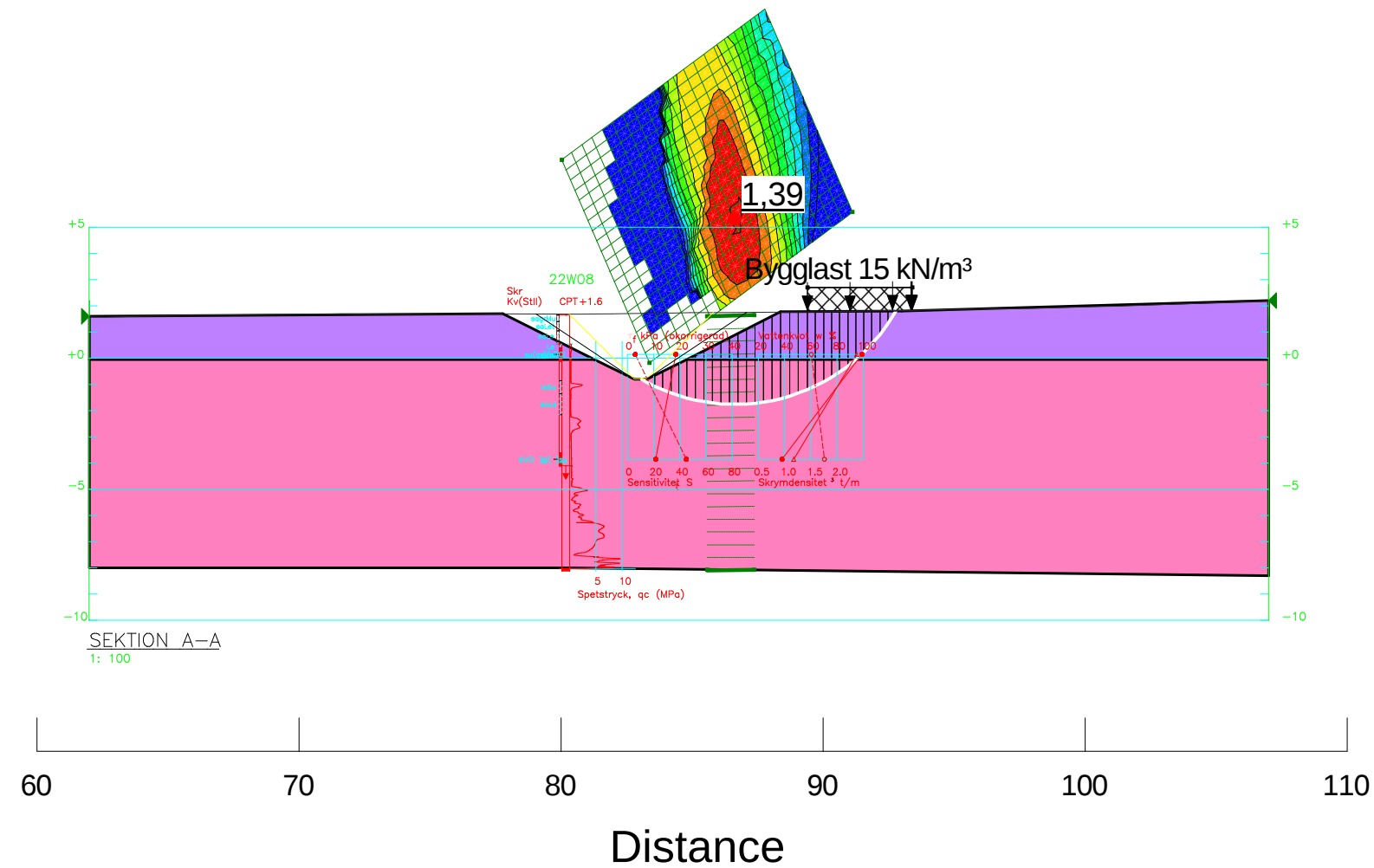
Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m

Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:2 - Område 5
 1:2 - bygglast 10 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
 Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
 File Name: VA-schakter.gsz

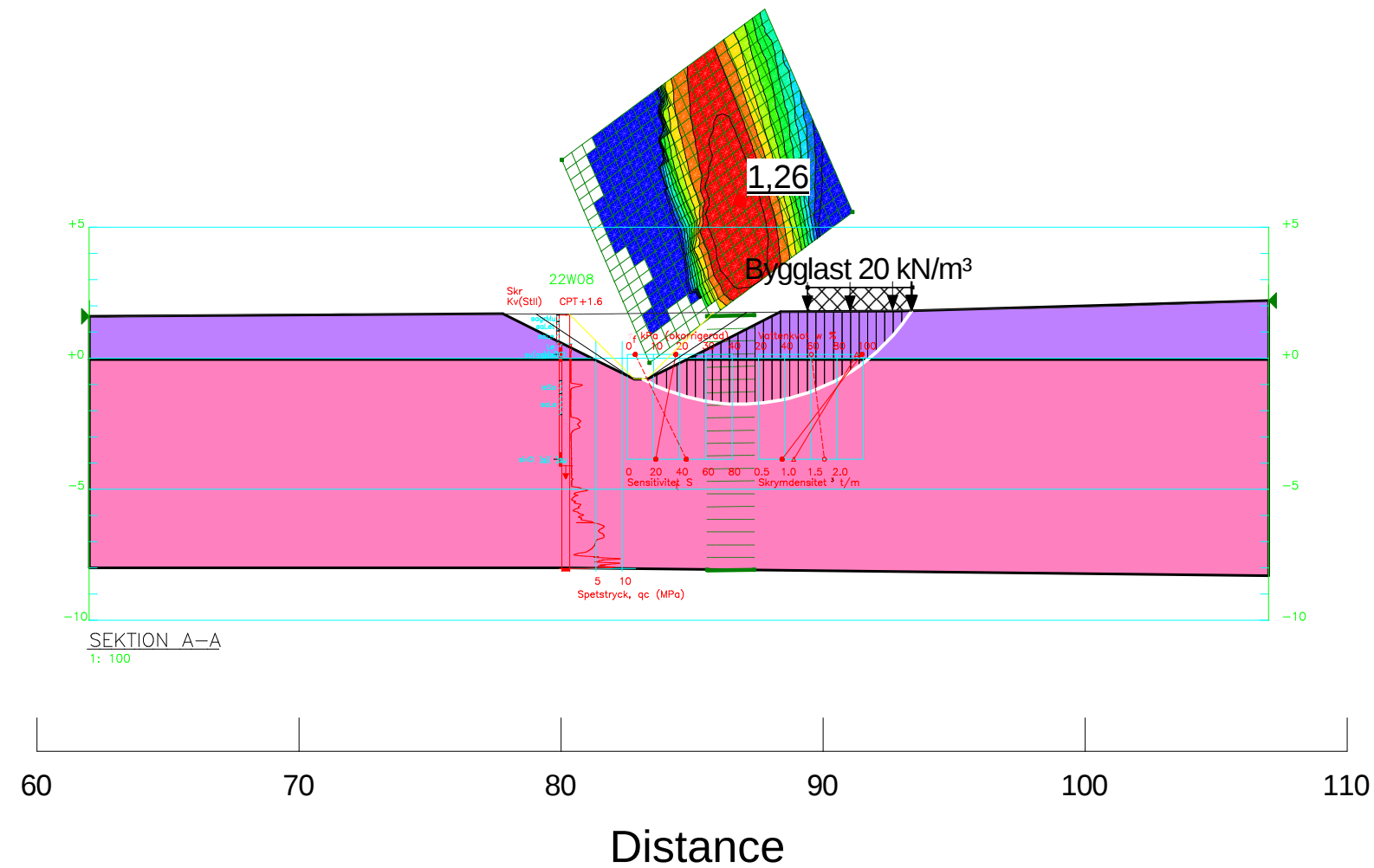


- Name: Område 5 Cldc +5 till +0
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m^3
C-Datum: 20 kPa
C-Rate of Change: $-2 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 5 m
- Name: Område 5 Cldc under +0
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m^3
C-Datum: 10 kPa
C-Rate of Change: $1,8 \text{ (kN/m}^2\text{)/m}$
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 0 m

2,5 meter schakt 1:2 - Område 5
1:2 - bygglast 15 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

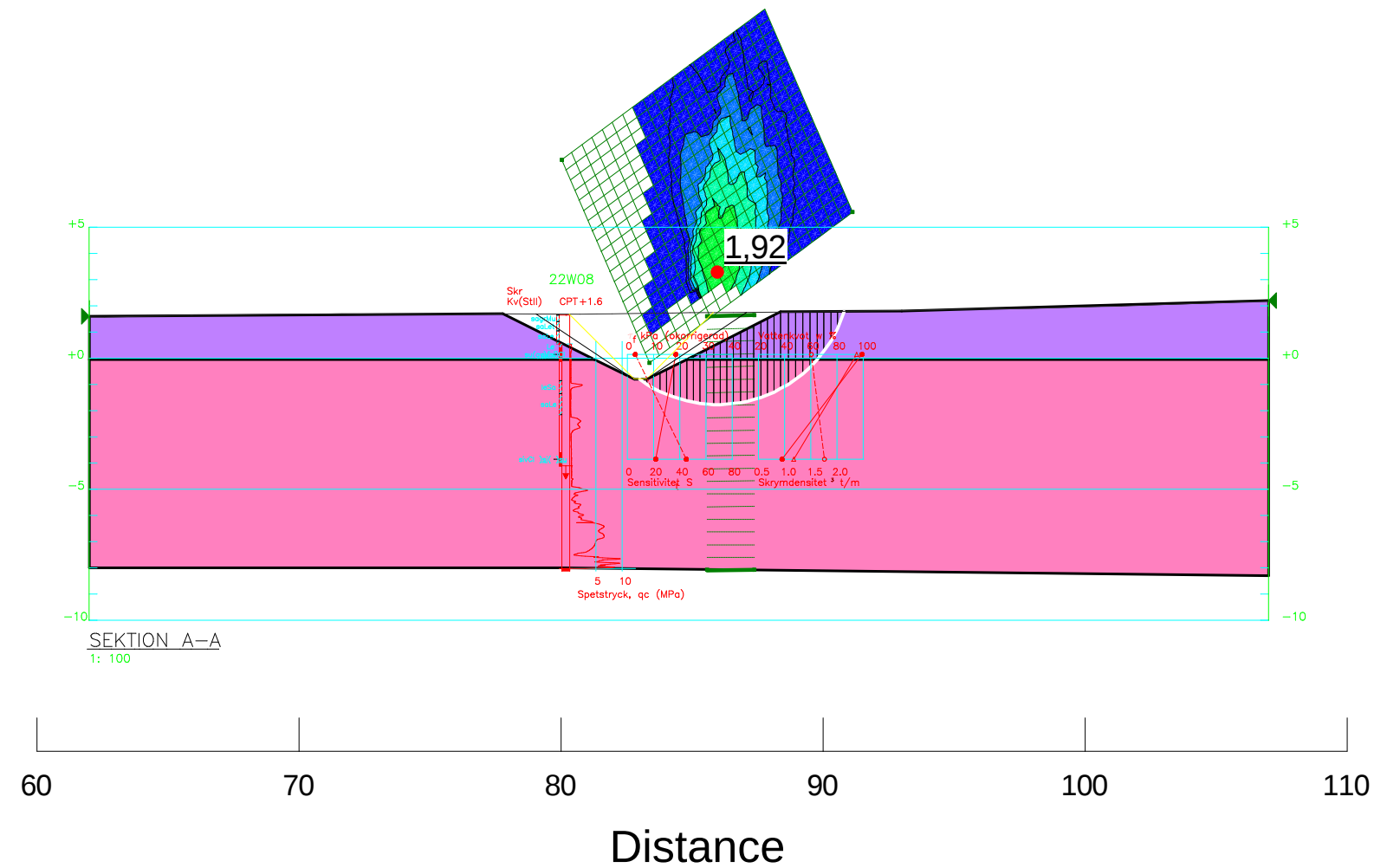
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



2,5 meter schakt 1:2 - Område 5
1:2 - bygglast 20 kPa - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz



- Name: Område 5 Cldc +5 till +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 20 kPa
 C-Rate of Change: -2 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 5 m
- Name: Område 5 Cldc under +0
 Slope Stability Material Model: $S=f(\text{datum})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 10 kPa
 C-Rate of Change: 1,8 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 0 kPa
 Datum (Elevation): 0 m

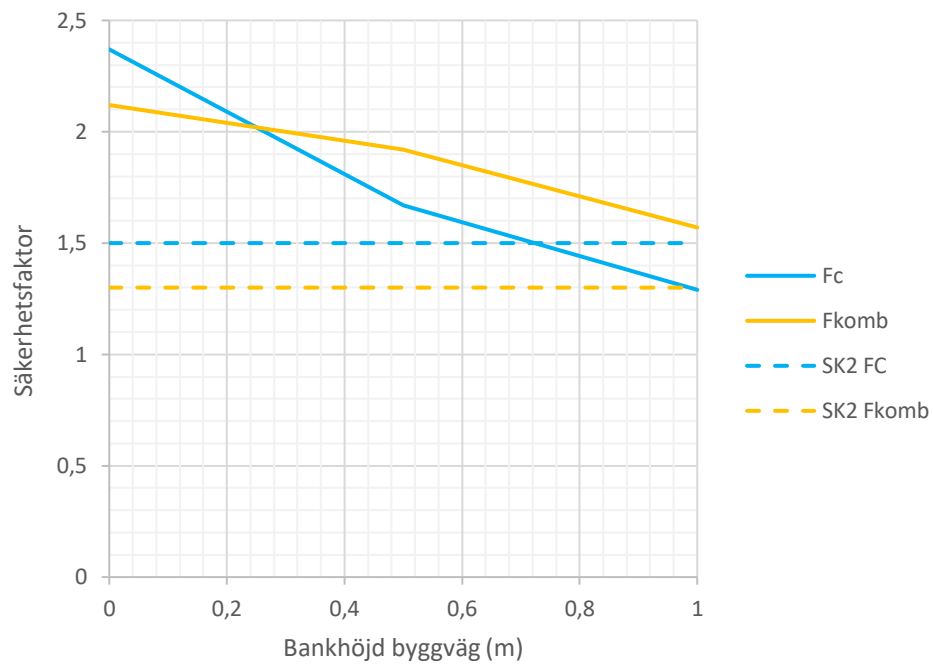
2,5 meter schakt 1:2 - Område 5
1:2 - område 5

Date: 2024-12-03
Created By: Hagberg, Ludvig

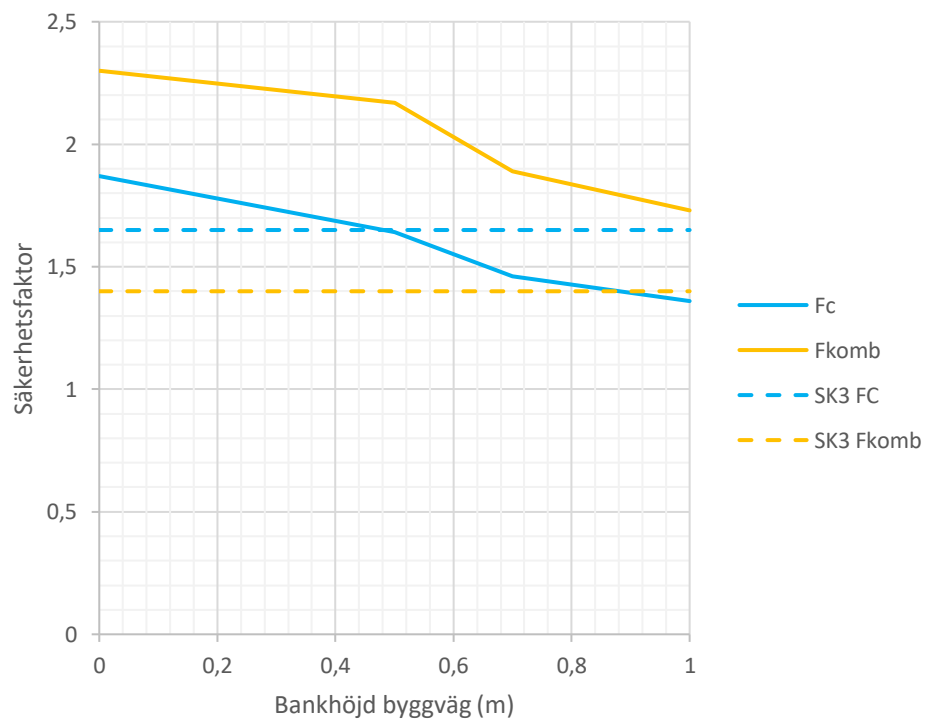
Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: VA-schakter.gsz

BILAGA 2 – KÄNSLIGHETSANALYS STABILITET

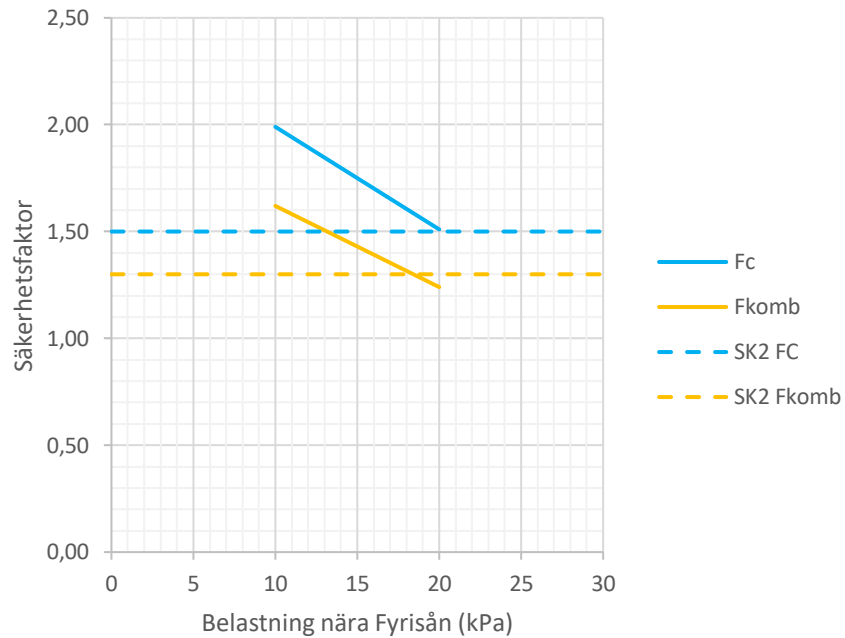
Känslighetsanalys Beräkningssektion 1 - bankhöjd byggväg



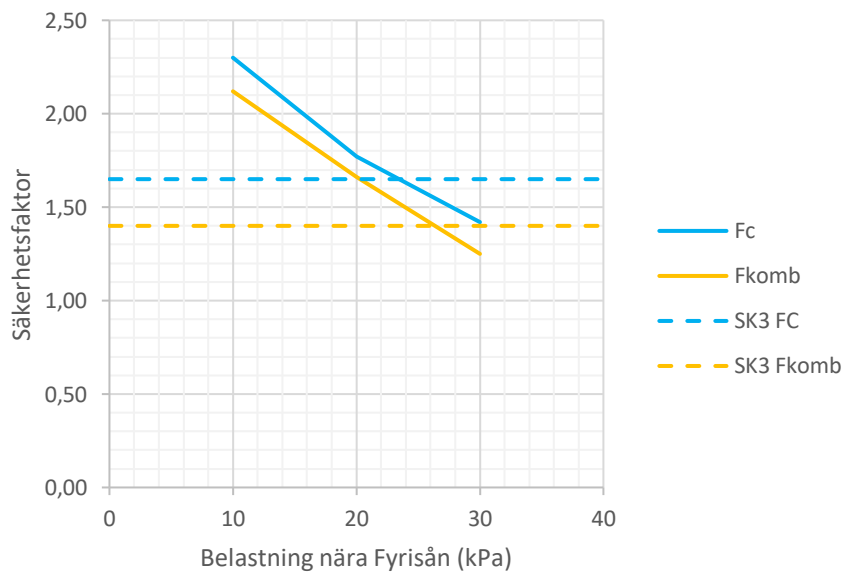
Känslighetsanalys Beräkningssektion 3 - bankhöjd byggväg



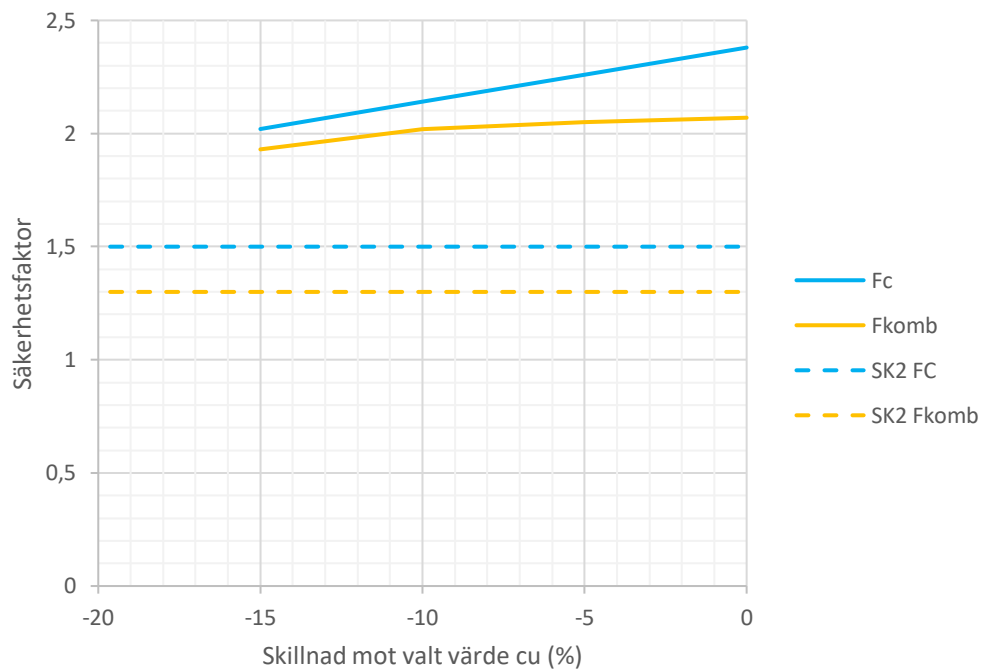
Känslighetsanalys Beräkningssektion 1 - belastning nära Fyrisån



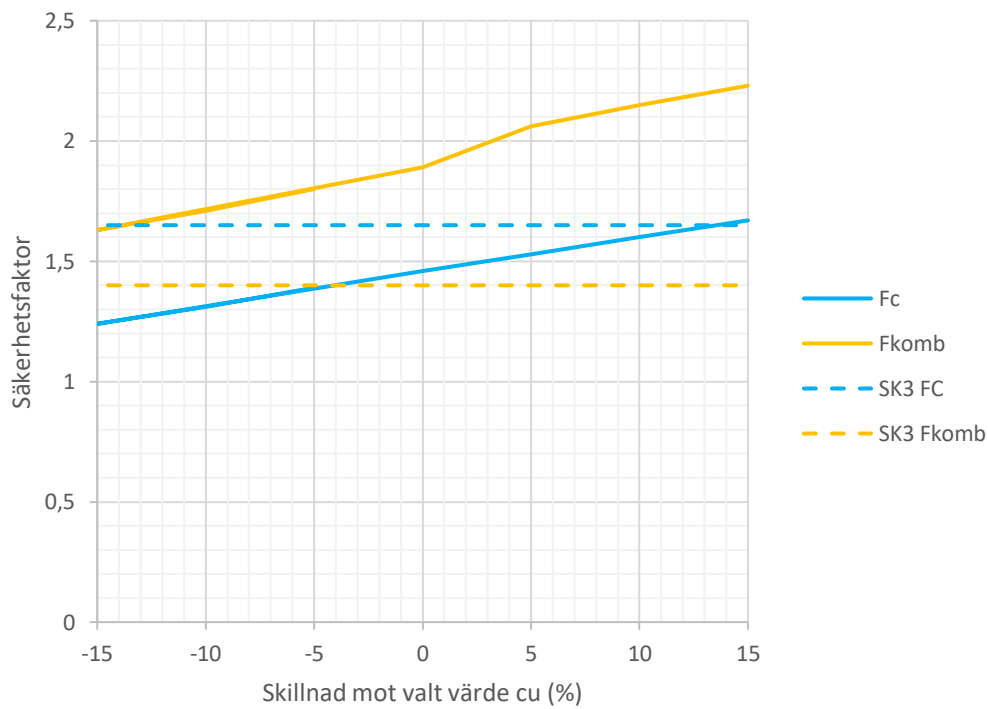
Känslighetsanalys Beräkningssektion 3 - belastning nära Fyrisån

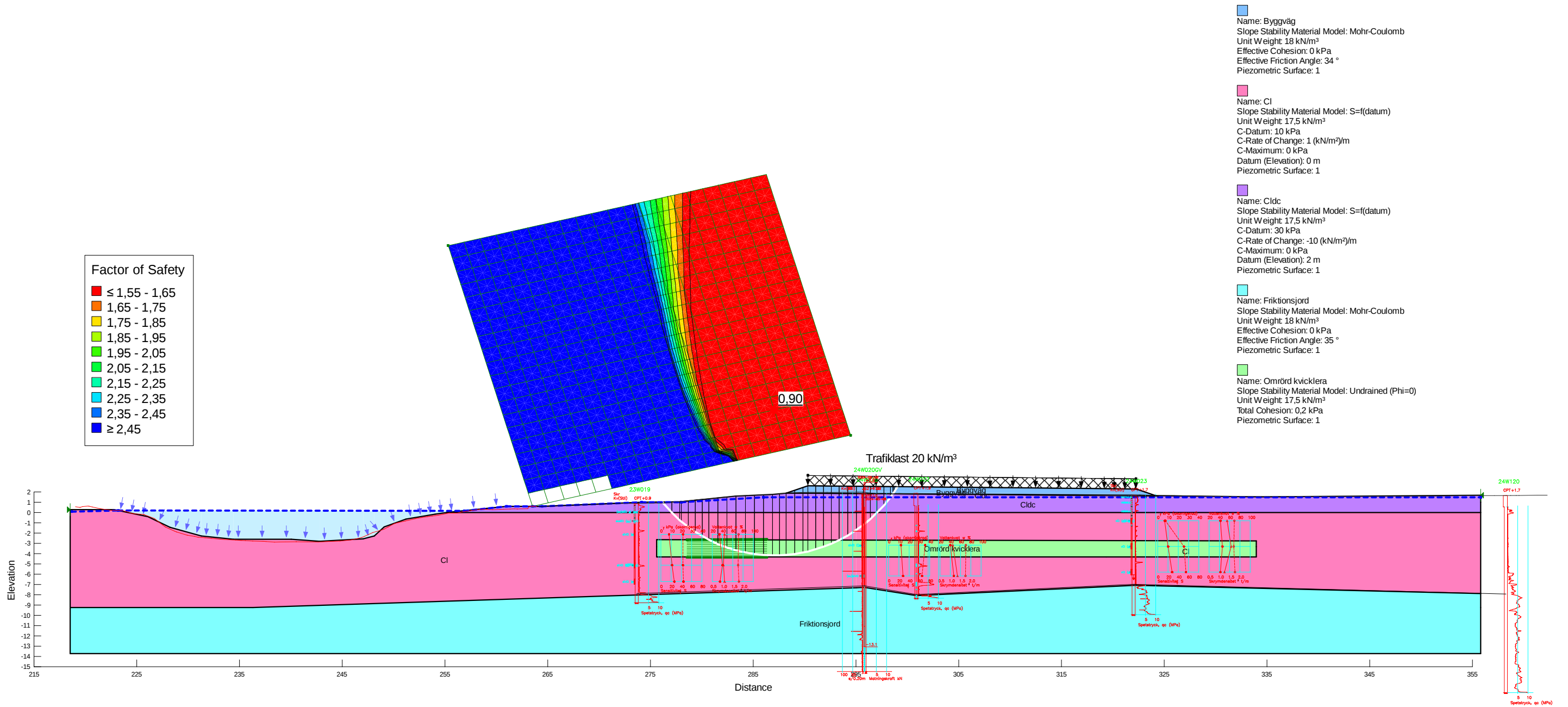


Känslighetsanalys Beräkningssektion 1 - Odränerad skjuvhållfasthet



Känslighetsanalys Beräkningssektion 3 - Odränerad skjuvhållfasthet





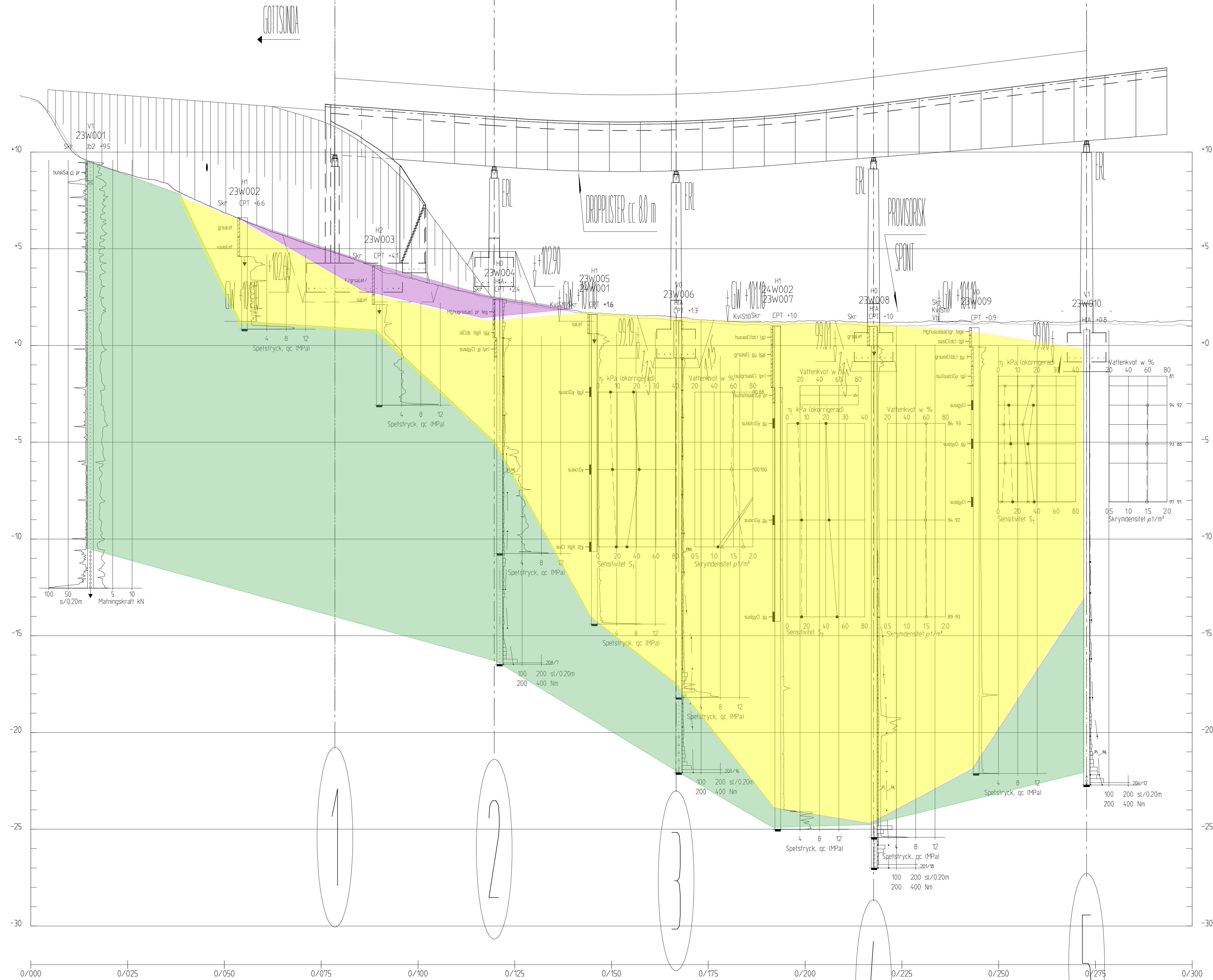
3B Beräkningssektion 3 - byggskede - omrörd kvicklera
3B1 Odränerad analys 20 kPa

Date: 2024-12-19
Created By: Hagberg, Ludvig

Directory: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\3363\10374873 - Bro över Fyrisån BH\5_Berakningar\Geoteknik\Stabilitet\
File Name: Känslighetsanalys beräkningssektion 3 - kvicklera.gsz

BILAGA 3

TOLKAD JORDPROFIL



PROFIL
H 1: 100 L 1: 500

KOORDINATSYSTEM

System i höjd RH 2000

FÖRKLARINGAR

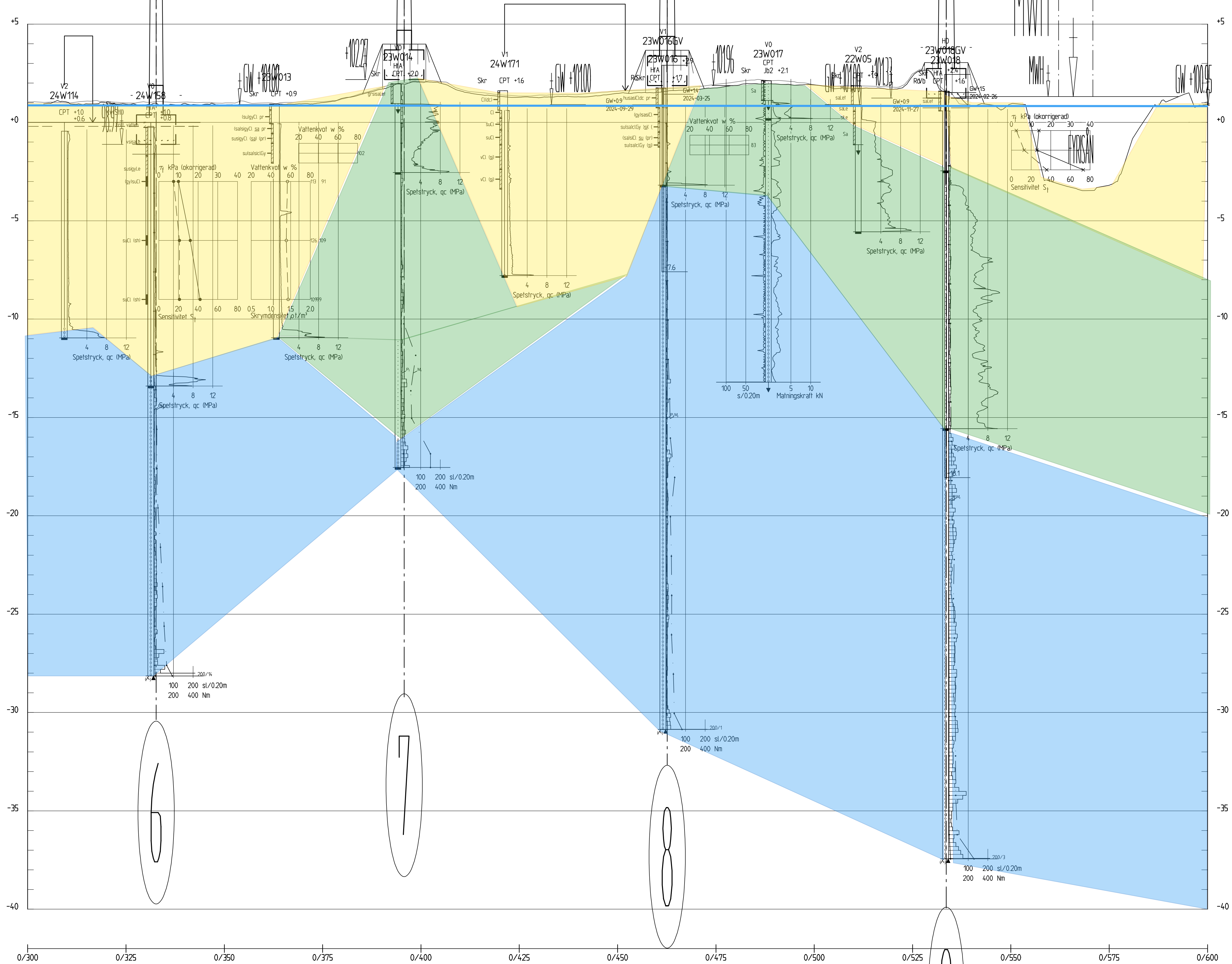
Se SGF:s beteckningssystem
www.sgf.net
Längdmätningen avser endast geoteknisk
redovisning.

Jordartstolkningen är en grov
uppskattning. Jordenlagerföljden kan
förväntas skilja sig mycket inom en
liten yta.

- Sand
- Fyllning
- Lera
- Friktionsjord

KOMPLETTERING		2025-02-11	
BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
UPPSALA SPÅRVÄG			
PROJEKTERINGSUNDERLAG			
STADSBYGGNADSFÖRVALTNINGEN			
UPPDRAG NR 10374873	RITAD/KONSTRUERAD AV A.LINDQVIST	HANDLÄGGARE A.LINDQVIST	
DATUM 2024-12-06	ANSVARIG C.CARLSSON		
GRANSKAD AV L.HAGBERG	GODKÄND AV C.CARLSSON		

GEOTEKNIK
BRO ÖVER FYRISÅN
PROFIL BRO JORDARTSTOLKNING
SKALA
1:100/1:500
FORMAT
HELSKALA
A1
NUMMER
I BET



KOORDINATSYSTEM

System i höjd RH 2000

FÖRKLARINGAR

Se SGF:s beteckningssystem
www.sgf.net

Längdmätningen avser endast geoteknisk
redovisning.

Jordartstolkningen är en grov
uppskattning. Jordenlagerföljden kan
förväntas skilja sig mycket inom en
liten yta.

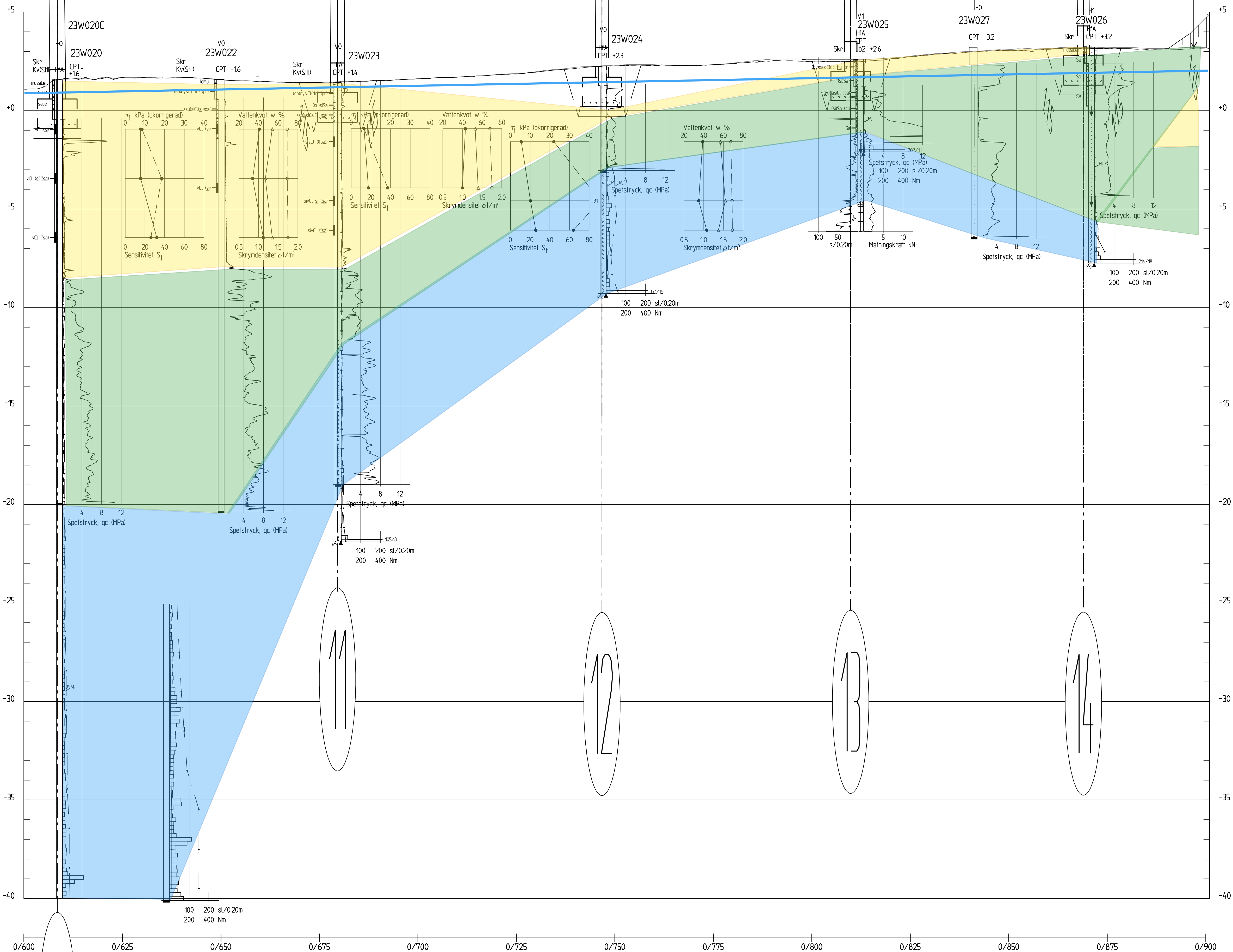
- Sand
- Fyllning
- Lera
- Friktionsjord

PROFIL
H 1: 100 L 1: 500

KOMPLETTERING	2025-02-13	
BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM SIGN
UPPSALA SPÅRVÄG		
PROJEKTERINGSUNDERLAG		
 		
STADSBYGGNADSFÖRVALTNINGEN		
UPPDRAG NR 10374873	RITAD/KONSTRUERAD AV A.LINDQVIST	HANDLÄGGARE A.LINDQVIST
DATUM 2024-12-06	ANSVARIG C.CARLSSON	
GRANSKAD AV L.HAGBERG	GODKÄND AV C.CARLSSON	

GEOTEKNIK
BRO ÖVER FYRISÅN
PROFIL BRO JORDARTSTOLKNING

SKALA 1:100/1:500	FORMAT HLSKALA A1
NUMMER	BET



PROFIL
H 1:100 L 1:500

KOORDINATSYSTEM

System i höjd RH 2000

FÖRKLARINGAR

Se SGF:s beteckningssystem
www.sgf.net
Längdmätningen avser endast geoteknisk redovisning.

Jordartstolkningen är en grov uppskattning. Jordenlagerföljden kan förväntas skilja sig mycket inom en liten yta.

- Sand
- Fyllning
- Lera
- Friktionsjord

BET ANDRINGEN AVSER DATUM SIGN

UPPSALA SPÅRVÄG

PROJEKTERINGSUNDERLAG

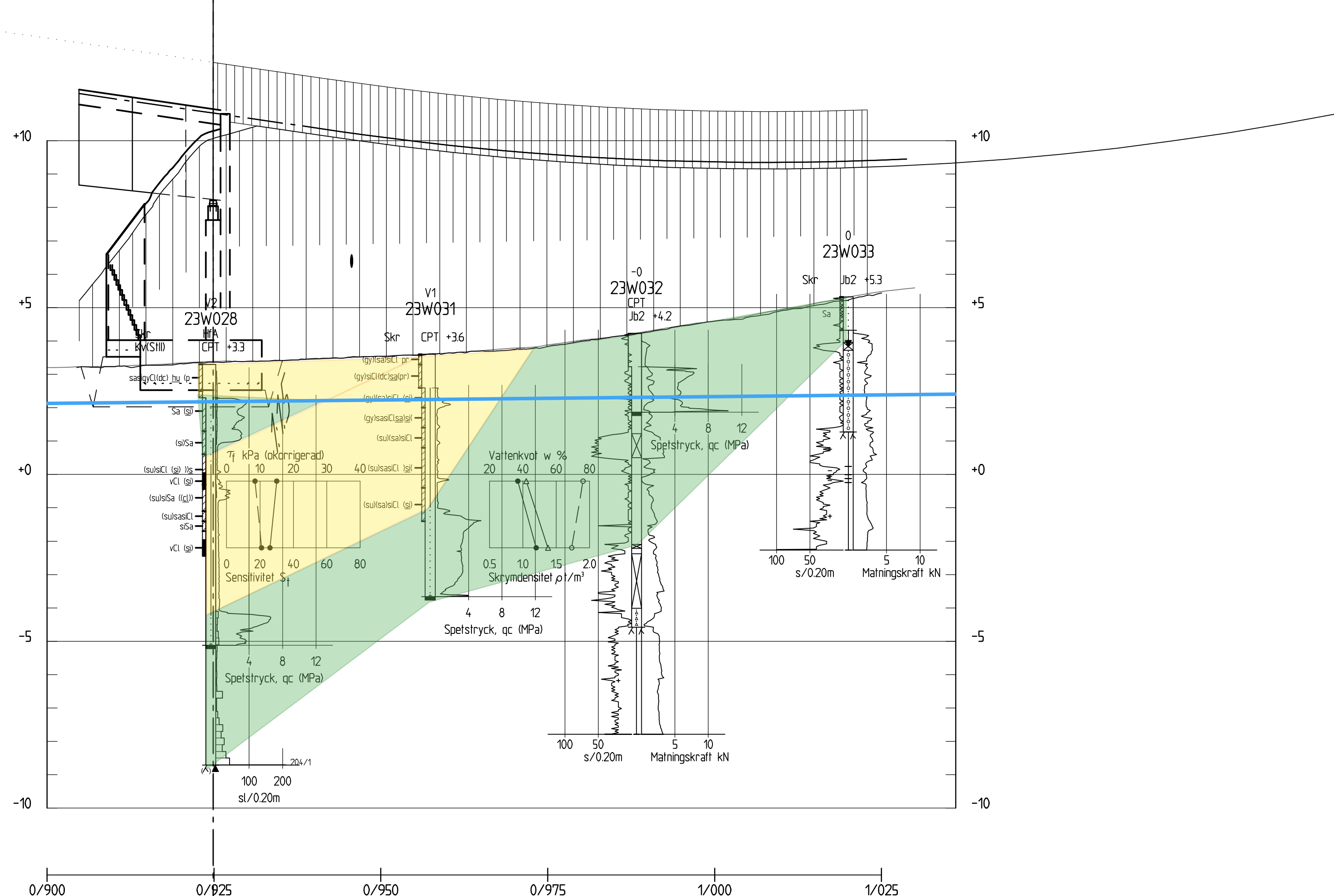
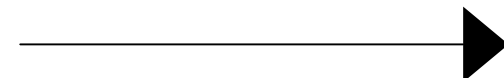


UPPDRAG NR 10374873	RITAD/KONSTRUERAD AV A.LINDQVIST	HANDLÄGGARE A.LINDQVIST
DATUM 2024-12-06	ANSVARIG C.CARLSSON	
GRANSKAD AV L.HAGBERG	GODKÄND AV C.CARLSSON	

GEOTEKNIK
BRO ÖVER FYRISÅN
PROFIL BRO JORDARTSTOLKNING

SKALA
1:100/1:500
FORMAT
A1
HELSKALA
A1
BET

BERGSBRUNNA



PROFIL
H 1: 100 L 1: 500

15

KOORDINATSYSTEM

System i höjd RH 2000

FÖRKLARINGAR

Se SGF:s beteckningssystem
www.sgf.net

Längdmätningen avser endast geoteknisk
redovisning.

Jordartstolkningen är en grov
uppskattning. Jordenlagerföljden kan
förväntas skilja sig mycket inom en
liten yta.

- Sand
- Fyllning
- Lera
- Friktionsjord

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

UPPSALA SPÅRVÄG

PROJEKTERINGSUNDERLAG



UPPDRAG NR 10374873	RITAD/KONSTRUERAD AV A.LINDQVIST	HANDLÄGGARE A.LINDQVIST
DATUM 2024-12-06	ANSVÄRIG C.CARLSSON	
GRANSKAD AV L.HAGBERG	GODKÄND AV C.CARLSSON	

GEOTEKNIK
BRO ÖVER FYRISÅN
PROFIL BRO JORDARTSTOLKNING

SKALA 1:100/1:500	FORMAT HESKALA A1
----------------------	----------------------

NUMMER BET

BILAGA 4

KONTROLL BOTTENUPPTRYCKNING

2024-12-06

KONTROLL AV VERTIKAL JÄMVIKT MAP HYDRAULISK BOTTENUPPTRYCKNING, STÖD 2

Kontroll utförs enligt sponthandboken, pålkommissionsrapport 107

Indata

$$\gamma_{kross} := 18 \cdot \frac{kN}{m^3} \quad \rho_w := 10 \frac{kN}{m^3} \quad \gamma_{lera} := 16 \frac{kN}{m^3} \quad \gamma_{M_lera} := 1.5 \quad My := 2.3 \, m$$

$$sb := -0.2 \, m$$

nivå schaktbotten

$$uk_{lera} := -2.9 \, m$$

nivå underkant lerlager

$$z_{\text{övre_gvy}} := 1.65 \, m$$

nivå grundvattenyta i magasin (0,91 MEDEL GUY)

$$\gamma_{sk} := 0.91$$

partialkoefficient för säkerhetsklass 2 (SK2)

$$t_{kross} := 0.5 \, m$$

mäktighet ledningsbädd

$$C_{u_medel} := 14 \, kPa$$

Medelskjuvhållfasthet i lerlagret

$$C_{u_dim_medel} := \frac{C_{u_medel}}{\gamma_{M_lera}} = 9.3 \, kPa$$

Dim. medelskjuvhållfasthet i lerlagret

$$B := 10 \, m$$

Bottenbredd i schakten

$$Z := sb - uk_{lera} = 2.7 \, m$$

Lermäktighet

Kontroll av vertikal jämvikt, upplyft med ledningsbädd

$$U_E := \rho_w \cdot (z_{\text{övre_gvy}} - uk_{\text{lera}}) = 45.5 \text{ kPa}$$

Upptryck mot uk lera

$$U_{uk_btg_dim} := \gamma_{sk} \cdot 1.1 \cdot U_E = 45.546 \text{ kPa}$$

Dim. upptryck mot uk lera

$$G_{R_kross} := 0.9 \cdot t_{kross} \cdot \gamma_{kross} = 8.1 \text{ kPa}$$

Dim. mothåll egenvikt av kross (över gvy)

$$G_{R_lera} := 0.9 \cdot \gamma_{lera} \cdot (sb - uk_{\text{lera}}) = 38.88 \text{ kPa}$$

Dim. mothåll egenvikt av lera

$$G_{R_tot} := G_{R_kross} + G_{R_lera} = 46.98 \text{ kPa}$$

Totalt dim. mothåll

$$\eta := \frac{U_E}{G_{R_tot}} = 0.968$$

Skall vara < 1 annars är mothåll av egenvikt grovbetong+tätkaka ej tillräckligt

$$\Delta\sigma_{Ed_U} := G_{R_tot} - U_E = 1.5 \text{ kPa}$$

Mothållande kraft/spänning som saknas + saknas ej

$$\Delta U := \Delta\sigma_{Ed_U}$$

$$\Delta h := \frac{-\Delta U}{\rho_w} = -0.1 \text{ m} \quad \frac{G_{R_tot}}{U_E} = 1.033$$

erforderlig avsänkning i förhållande till rådande antagen nivå $z_{\text{övre_gvy}} = 1.65 \text{ m}$

$$z_{\text{nivå_avsänkning}} := z_{\text{övre_gvy}} - \Delta h = 1.8 \text{ m}$$

Maximalt tillåten trycknivå för att klara jämvikt.

Kontroll om lerans skjuvmotstånd nyttjas

$$R_{\text{tillgänglig}} := C_{u_dim_medel} \cdot \left(\frac{Z}{B} \right) \cdot 2 = 5.04 \text{ kPa}$$

Tillgängligt dimensionerande skjuvmotstånd i leran

$$R_{\text{erforderlig}} := -\Delta U = -1.48 \text{ kPa}$$

Nödvändigt skjuvmotstånd för att klara jämvikt.

$$\eta_{\text{skjuvmotstånd}} := \frac{R_{\text{erforderlig}}}{R_{\text{tillgänglig}}} = -0.29$$

Nyttjandegrad skall vara under 1,0

Kontroll av vertikal jämvikt, upplyft utan ledningsbädd

$$U_E := \rho_w \cdot (z_{\text{övre_gvy}} - uk_{\text{lera}}) = 45.5 \text{ kPa}$$

Upptryck mot uk lera

$$U_{uk_btg_dim} := \gamma_{sk} \cdot 1.1 \cdot U_E = 45.546 \text{ kPa}$$

Dim. upptryck mot uk lera

$$G_{R_kross} := 0.9 \cdot t_{kross} \cdot \gamma_{kross} = 8.1 \text{ kPa}$$

Dim. mothåll egenvikt av kross (över gvy)

$$G_{R_lera} := 0.9 \cdot \gamma_{lera} \cdot (sb - uk_{lera}) = 38.88 \text{ kPa}$$

Dim. mothåll egenvikt av lera

$$G_{R_tot} := G_{R_lera} = 38.88 \text{ kPa}$$

Totalt dim. mothåll

$$\eta := \frac{U_E}{G_{R_tot}} = 1.17 \quad \frac{G_{R_tot}}{U_E} = 0.855$$

Skall vara < 1 dvs mothåll av egenvikt grovbetong+tätkaka ej tillräckligt

$$\Delta\sigma_{Ed_U} := G_{R_tot} - U_E = -6.6 \text{ kPa}$$

Mothållande kraft/spänning som saknas

$$\Delta U := \Delta\sigma_{Ed_U}$$

$$\Delta h := \frac{-\Delta U}{\rho_w} = 0.7 \text{ m}$$

erforderlig avsänkning i förhållande till rådande antagen nivå $z_{\text{övre_gvy}} = 1.65 \text{ m}$

$$z_{\text{nivå_avsänkning}} := z_{\text{övre_gvy}} - \Delta h = 1 \text{ m}$$

Maximalt tillåten trycknivå för att klara jämvikt.