



Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN 2019.341

Ankom: 2024-09-06 Arvads: PLAN 2019.341 Handling: 2106484

Örby Vännåkra 2:81 Detaljplan

Projekterings PM Geoteknik/Bergteknik

Projekterings PM Geoteknik/Bergteknik

Uppdragsledare
Sara Bergqvist
Telefon
+46 10 505 76 96
Mobiltelefon
+46 209 97 31
E-mail
sara.bergqvist@afry.com
Uppdragsnummer
D0088157

Datum
2022-12-22
Revidering
2024-08-16
G.nr
G21159

Beställare
Marks Kommun

Örby Vännåkra 2:81 Detaljplan

Upprättad av:

Granskad av:

Sara Bergqvist

Fredrik Ekmark & Stefan Sandberg

Innehållsförteckning

1	Objekt.....	6
2	Syfte.....	6
3	Styrande dokument	6
4	Underlag för projektering	7
4.1	Detaljplaneområde	7
4.2	Utförda undersökningar	8
5	Befintliga förhållanden	8
5.1	Topografiska förhållanden	8
5.2	Ytbeskaffenhet.....	9
5.3	Befintliga byggnader och anläggningar.....	9
5.4	Geotekniska förhållanden	10
5.4.1	Jorddjup	10
5.4.2	Jordlagerföljd	10
5.4.3	Jordegenskaper	11
5.4.4	Sättningsförhållanden	13
5.4.5	Stabilitetsförhållanden	13
5.5	Bergtekniska förhållanden	13
5.5.1	Berggrund.....	13
5.5.2	Strukturgeologi.....	15
5.5.3	Block- och bergstabilitet.....	16
5.6	Hydrogeologiska förhållanden	16
5.7	Markgasförhållanden.....	17
5.7.1	Radonriskområde eller radonmarkklassning.....	17
5.7.2	Resultat utförda undersökningar	18
6	Detaljerad geoteknisk stabilitetsutredning	19
6.1	Allmänt.....	19
6.2	Beräkningssektion	19
6.3	Materialegenskaper	19
6.4	Vattenstånd och portryck	20
6.5	Laster	20
6.6	Val av erforderliga säkerhetsfaktorer	20
6.7	Beräkningar.....	22
6.7.1	Allmänt.....	22
6.7.2	Resultat	22
7	Bergteknisk stabilitetsutredning och riskanalys.....	23
8	Slutsats och rekommendation	26
8.1	Befintliga förhållanden	26

8.2	Planerade förhållanden	26
8.2.1	Stabilitet	26
8.2.2	Grundläggning	26
8.2.3	Schaktningsarbeten	27
8.3	Markgasförhållanden.....	27
8.4	Omgivningspåverkan	28

Bilagor

Bilaga 1.....	Fotobilaga, block- och bergstabilitet
Bilaga 2.....	Stabilitetsberäkning Slope/W

Sammanfattning

På uppdrag av Marks kommun har AFRY utfört geotekniska och bergtekniska undersökningar inför detaljplan av Vännåkra 2:81 samt utrett markens byggtekniska förutsättningar inför exploatering av fastigheten. Detaljplanen omfattar byggnation av fristående bostäder samt allmän platsmark (natur och gata).

De topografiska förhållandena i området varierar, med relativt flacka, lågpartier i norr och väst och med mer kuperade partier i syd och öst.

Geotekniska förutsättningar

Detaljplaneområdets jordprofil utgörs generellt av ett tunt lager mulljord, underlagrat av friktionsjord. Enligt utförda undersökningar varierar djup till fast botten mellan ca 0 och 4 m. I de nordvästra delarna av området, där störst jorddjup påträffats, överlagras friktionsjorden av siltig lera.

Till följd av höga grundvattennivåer i anslutning till lågpartier med lera kan viss utskiftning av massor samt en upphöjning av markytan komma att bli nödvändig.

Leran inom området bedöms generellt vara överkonsoliderad, och därmed klara viss belastning innan sättningar utvecklas. Grundläggning bedöms därför kunna utföras med metoder för plattgrundläggning, exempelvis kantförstyvad platta på mark. Som ett alternativ till plattgrundläggning kan byggnader grundläggas med exempelvis spetsburna pålar eller plintar, vilket reducerar risken för sättningsdifferenser vid varierande jorddjup eller i övergångar mellan jord och berg.

Vid detaljprojektering ska kompletterande undersökningar och utredningar av de lokala grundläggningsförhållandena utföras för val av lämplig grundläggningsmetod.

Tillståndsbedömning av stabiliteten har utförts enligt IEG Rapport 4:2010. Stabilitetsberäkningarna har utförts enligt totalsäkerhetsmetoden och tillståndsbedömningen utgår från Skredkommissionens Rapport 3:95.

Totalstabiliteten för befintliga förhållanden bedöms för planområdet vara tillfredställande med hänsyn till marklutningar, djup till fast botten samt jordlagerföljd. Totalstabiliteten för området bedöms vara fortsatt tillfredsställande med planförslaget.

Bergtekniska förutsättningar

Bergmassan i området utgörs generellt av en blockig till storblockig, ställvis skivig, granitisk gnejs. Tre huvudsprickgrupper, utöver slumpvisa sprickplan, har identifierats.

Naturliga slänter bedöms vara storstabila för befintliga förhållanden. För några slänter rekommenderas bergrensning av enstaka block, selektiv bergbult samt vegetationsrensning för att säkra lokal stabilitet (ytstabilitet) och undvika blockutfall.

Inom området med ytligt berg och/eller berg i dagen bedöms hus och vägar kunna grundläggas antingen direkt på avtäckt rensad bergyta, på avsprängd rensad bergyta eller på packad sprängbotten/sprängstensfyllning. Synligt berg bedöms vara av bergtyp 1.

I delar av området, där markytan utgörs av släntberg, bedöms plansprängning av berg kunna bli nödvändig beroende på val av grundläggningsmetod.

Avtäckt bergöveryta och framschaktat berg ska besiktas av bergsakkunnig för att avgöra behov av eventuell förstärkning och/eller permanentförstärkning.

Radonrisk

Vid mätningar, baserat på radonhalt i jordluft och mätning av totalstrålning från berggrund, har värden motsvarande normalriskområde uppmätts.

1 Objekt

På uppdrag av Marks kommun har AFRY utfört en geoteknisk och bergteknisk undersökning för detaljplan samt utrett förutsättningar för exploatering av fastighet Vännåkra 2:81.

Detaljplaneområdet är beläget ca 2,4 km sydväst om centrala Örby, på halvön mellan sjön Kalven och Östra Öresjön, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Ortofoto över aktuellt område, ungefärligt läge för detaljplaneområdet redovisas i rött. (Omarbetad från minkarta.lantmäteriet.se)

2 Syfte

Föreliggande utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska och bergtekniska förutsättningar med avseende på upprättande av detaljplan.

Utredningen omfattar följande:

- Beskrivning av markförhållanden
- Geotekniska förutsättningar (stabilitet och grundläggningsförhållanden)
- Bergtekniska förutsättningar (stabilitet och grundläggningsförhållanden)
- Radonrisk

Följande PM är en beställarhandling och utnyttjas som underlag för fortsatt projektering. Vid upprättande av bygghandlingar inarbetas de geotekniska uppgifter och rekommendationer som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete.

3 Styrande dokument

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

Styrande dokument är:

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

För nationella val till Eurokod gäller följande dokument:

BFS 2019:1, EKS 11 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och
allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska
konstruktionsstandarder (eurokoder).

Följande dokument är rådgivande för objektet:

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

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

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

4 Underlag för projektering

4.1 Detaljplaneområde

Planområdet har en total yta av ca 24800 m². Detaljplanen omfattar byggnation av friliggande bostadshus samt platsmark så som natur och gata, se Figur 4-1. Byggnaderna planeras att utföras i 1-1,5 plan, med en maximal bruttoarea á 150 m² per fastighet. Bostadshusen förutsätts grundläggas dels på jord, dels på berg. Grundläggning kan innebära sprängning för att jämna ut nivåer.



Figur 4-1. Föreslagen plankarta, daterad 2024-03-05.

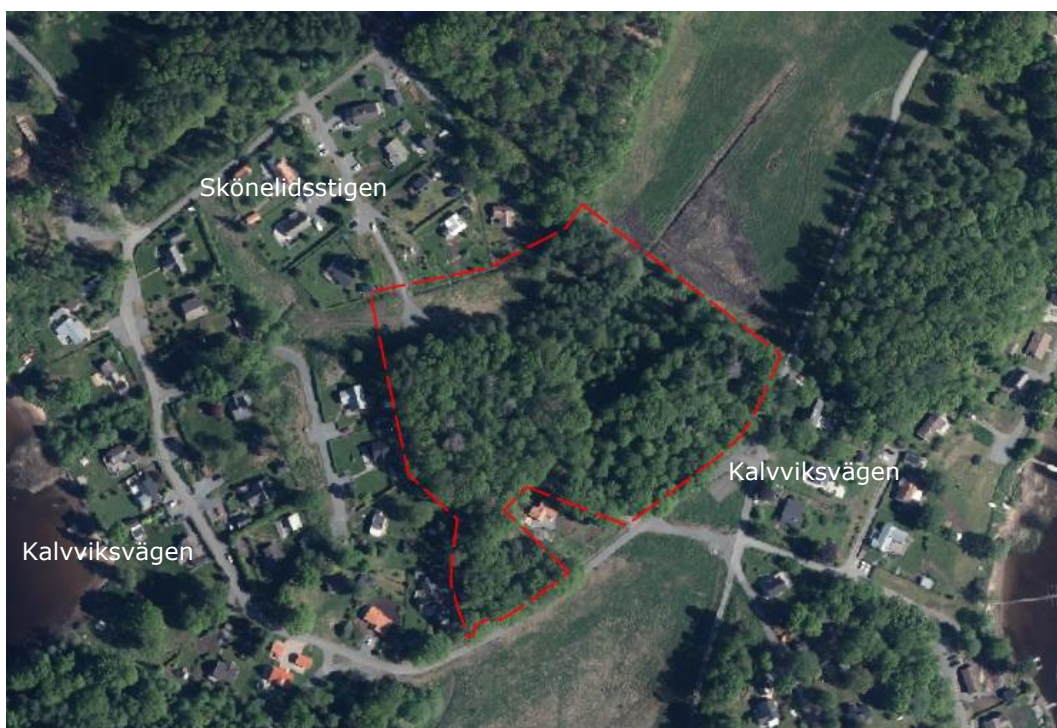
4.2 Utförda undersökningar

AFRY har utfört geotekniska undersökningar under oktober 2022, bergtekniska undersökningar har utförts under november 2022 och under juli 2024.

Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik/Bergteknik, (MUR/GEO)", daterad 2022-12-22, reviderad 2024-08-16.

5 Befintliga förhållanden

Det undersökta området utgörs av fastigheten Vännåkra 2:81. Området avgränsas av jordbruksmark i nordost, Kalvviksvägen i sydost och av befintlig bebyggelse i de västra delarna, se Figur 5-1.



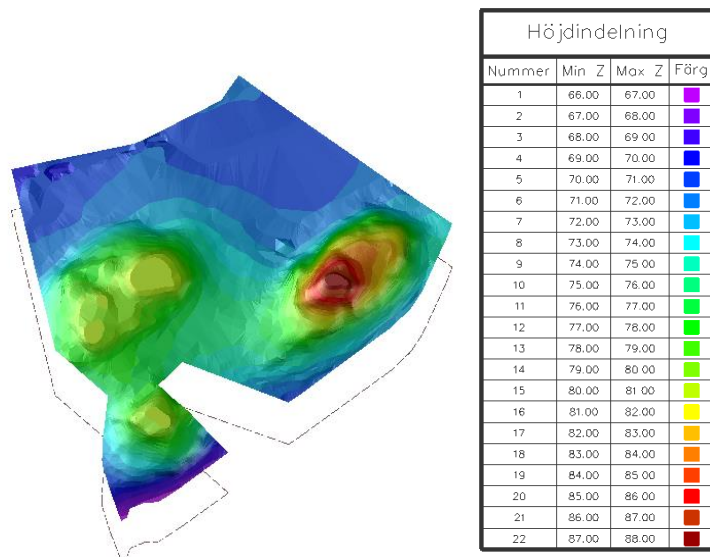
Figur 5-1. Ortofoto. Aktuellt område redovisas i rött. (Omarbetad från minkarta.lantmäteriet.se)

5.1 Topografiska förhållanden

Topografin inom det undersökta området varierar, se Figur 5-2.

Marken i de norra och nordvästra delarna av området är relativt flack. Marknivå varierar generellt mellan +70 och +73 m.ö.h.

I de södra och östra delarna av området är marken mer kuperad. Inom området återfinns tre separata höjdparter med ställvis brant släntlutning. Marknivå varierar generellt mellan +73 och +80. Högsta marknivå, nivå +88, återfinns inom östra höjdpartiet.



Figur 5-2. Översiktlig illustration av områdets topografi. Yta genererad av höjdkurvor från grundkarta erhållen från beställare.

5.2 Ytbeskaffenhet

Området utgörs generellt av ett barr- och lövträdsbevuxet naturområde. Inom höjdpartierna förekommer områden med blottat berg. Ytblock av varierande storlek förekommer utspritt i området, bedömd blockstorlek ca 0,5-4 m³.

5.3 Befintliga byggnader och anläggningar

Området är i dagsläget inte bebyggt utan utgörs naturmark. Centralt inom området finns resterna av två stenmurar. I norr skärs planområdet av ett ca 0,5-1,0 m djupt, delvis vattenfyllt, dike. Ledningsinfrastruktur förekommer inom och i anslutning till planområdet.



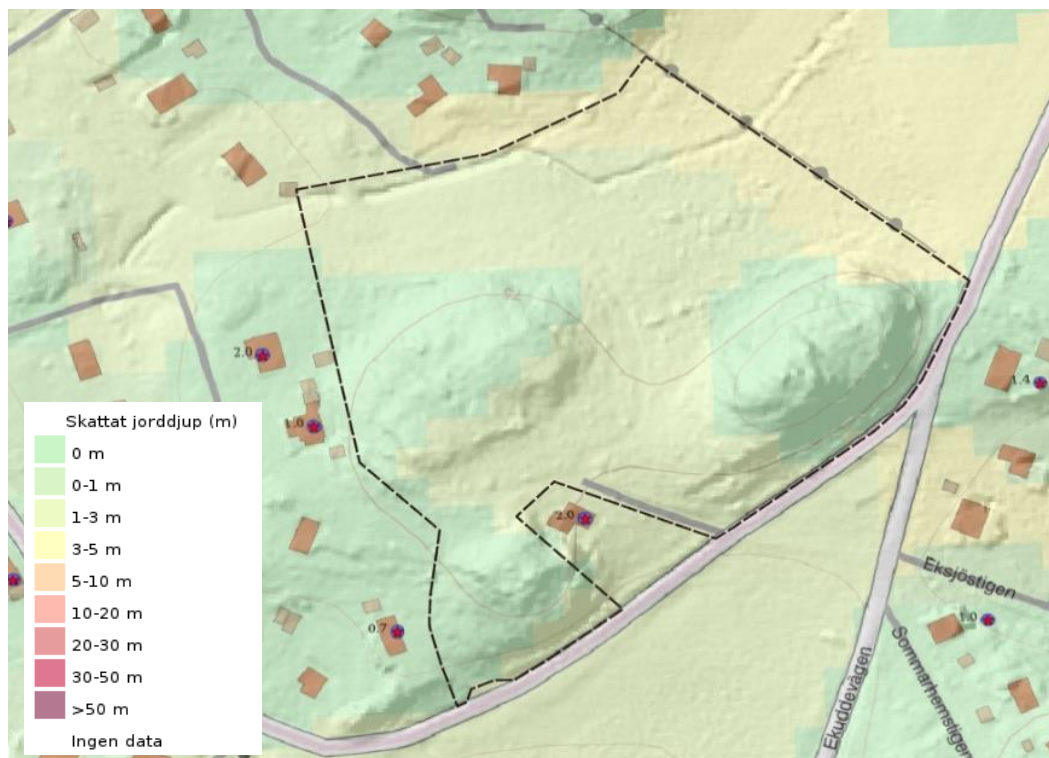
Figur 5-3. T.v. Dike beläget i områdets norra del. Vy mot nordväst. T.h. Stenmur belägen i områdets centrala delar, vy mot väst.

5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup

Enligt jorddjupskarta från SGU är jorddjupet inom området generellt mellan 0 och 5 m, se Figur 5-4. Störst skattat jorddjup återfinns i norra delen av området.

Utförda sonderingar har kunnat neddrivas mellan 0,2 och 3,9 m djup. Störst djup till fast botten har uppmätts i norra delen av området.



Figur 5-4. Jorddjupskarta. Aktuellt område redovisas med svart, streckad linje. (omarbetad från apps.sgu.se/kartvisare)





5.4.2 Jordlagerföljd

Enligt jordartskarta från SGU består det övre, naturligt avsatta, jordlagret i området generellt av friktionsjord. Lokalt, i de norra delarna av området, utgörs det övre jordlagret av glacial lera och/eller ett tunt osammanhängande lager torv, se Figur 5-5.

Baserat på nu utförda undersökningar utgörs den generella jordprofilen från markytan inom norra delarna av området av ett lager mulljord (t.o.m. 0,3-0,4 m djup), vilken underlagras av sandig siltig lera (t.o.m. 3-4 m) ovan sandmorän. Lerans mäktighet varierar, störst mäktighet har påträffats i sonderingspunkt 22AF01.

Den generella jordprofilen inom de centrala och södra delarna området, i anslutning till höjdpartierna, utgörs generellt av ett tunt lager mulljord (t.o.m. 0,2-0,3 m djup) ovan friktionsjord. Friktionsjorden förekommer i form av sand ovan sandmorän. Friktionsjorden kan innehålla silt.



	Glacial lera, tunt/osammanhängandeytlager torv
	Postglacial sand
	Urberg
	Urberg, tunt/osammanhängande moränlager

Figur 5-5. Jordartskarta. Aktuellt område redovisas med svart, streckad linje. (omarbetad från apps.sgu.se/kartvisare)

5.4.3 Jordegenskaper

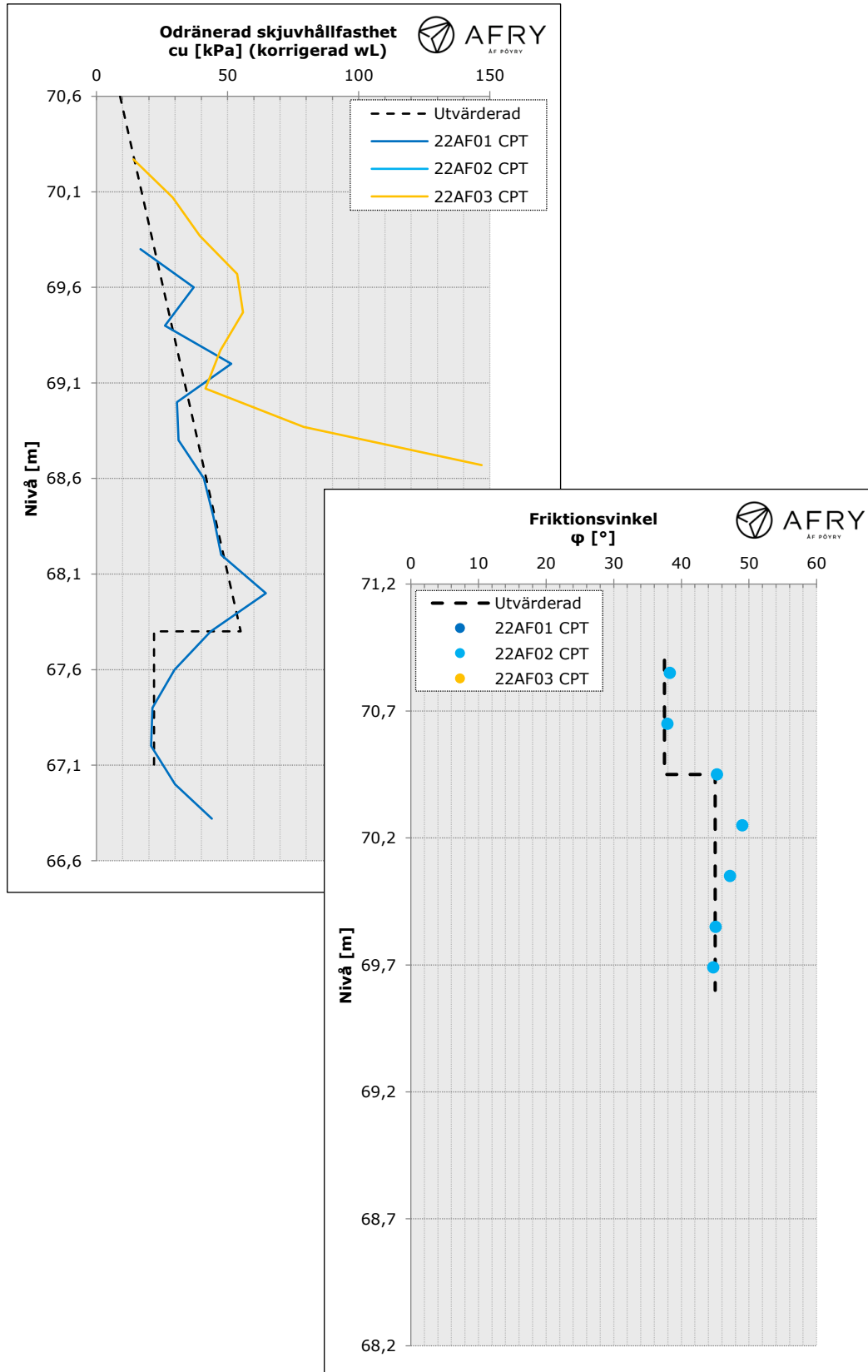
Vattenkvot och konflytgräns har utvärderats genom laborieundersökningar på störda prover från skruvprovtagning. Jordmaterialens hållfasthetsparametrar har utvärderats från CPT-sondering med hjälp av programvaran CONRAD.

Lera: Lerans vattenkvot varierar generellt mellan 28 och 37 %. Konflytgränsen har utvärderats till mellan 28 och 37 %. Skjuvhållfastheten ökar generellt mot djupet, med undantag från ett skikt beläget, på nivå ca + 67,7 t.o.m. nivå + 67,1, vilket uppvisar nedsatt hållfasthet. Utvärderad skjuvhållfasthet för lera redovisas i Figur 5-6. Utförd CPT-sondering indikerar att leran är överkonsoliderad till starkt överkonsoliderad.

Leran tillfaller tjälfarlighetsklass 4 (mycket tjällyftande jordarter).

Friktionsjord: Vattenkvot i friktionsjorden har uppmätts till 14 %. Utvärderad friktionsvinkel varierar mellan 38° och 45°, se Figur 5-6.

Friktionsjorden kan innehålla silt vilket ökar risken för tjällyftning och gör den flytbenägen i vattenmättat tillstånd.



Figur 5-6. Utvärderad korrigerad skjuvhållfasthet för kohesionsjord samt utvärderad friktionsvinkel i friktionsjorden.

5.4.4 Sättningsförhållanden

Inga tidsberoende sättningar bedöms pågå i de områden där jordlagerföljden utgörs av friktionsjord.

Baserat på utförda CPT-sonderingar bedöms lera vara överkonsoliderad till starkt överkonsoliderad. Inga tidsberoende sättningar bedöms därför pågå i områden med lera för nu rådande förhållanden.

5.4.5 Stabilitetsförhållanden

Förutsättningar för skred utgörs i Sverige vanligen av lutande lerområden (lutningar > 1:10) eller relativt branta slänter i silt och sandområden. Speciellt farliga är slänter mot vattendrag där erosion kan försämra stabiliteten.

Stabiliteten inom planområdet bedöms som tillfredställande med hänsyn till marklutningar, djup till fast botten samt jordlagerföljd.

Utförd stabilitetsberäkning redovisas i bilaga 2.

5.5 Bergtekniska förhållanden

5.5.1 Berggrund

Enligt berggrundskarta från SGU utgörs berggrunden i området av en grå till rödgrå, migmatitisk, fin- till medelkornig, granodioritisk-granitisk gnejs. Dominerande mineral utgörs enligt kartunderlag av kvarts, fältspat och glimmer.

Enligt utfört fältbesök utgörs bergmassan inom planområdet av en rödgrå, fin- till medelkornig (ojämknornig), lätt folierad granitisk gnejs. Bergmassan bedöms generellt vara blockig till storblockig. Ställvis förekommer områden med mer skivig bergmassa. Bergmassan bedöms vara frisk till lätt vittrad.



Figur 5-7. Exempel på bergmassans variation inom detaljplaneområdet. Medel- till grovkornig, massformig till lätt folierad. Foton från områdets östra delar.



Figur 5-8. Exempel på bergmassans variation inom detaljplaneområdet. Fin-till medelkornig, folierad. Område med ställvis skivig bergmassa. Foto från områdets södra delar.



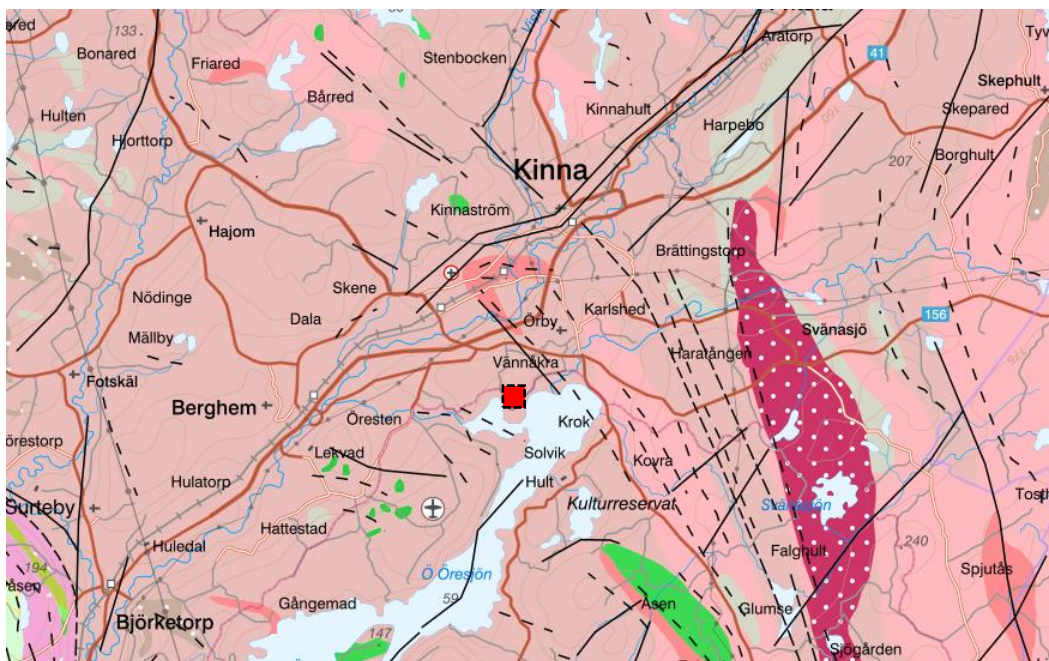
Figur 5-9. Exempel på bergmassans variation inom detaljplaneområdet. Område med finkornigt, massformigt berg med mörka mineral. Foto från områdets södra delar.

5.5.2 Strukturgeologi

Enligt underlag från SGU förekommer strukturella formlinjer och lokala deformationszoner i närområdet, se Figur 5-10.

Vid fältkartering har sprickor mätts in enligt högerhandsregeln (strykning/stupning). De inmätta sprickorna motsvarar de generella sprickor som gått att observera i undersökningsområdet. Inmätta sprickor samt huvudsprickgrupper redovisas i Figur 5-11 och Tabell 5-1.

Tre huvudsprickgrupper identifierats. Sprickgrupp 1 utgörs generellt av subhorisontella sprickplan med stupning mot N/NV (parallellt foliationen). Mer brantstående strukturer (stupning 40-55°) med samma orientering har observerats, främst i områdets södra och sydvästra delar. Sprickgrupp 2 och 3 utgörs av subvertikala sprickplan med stupning mot NO respektive O.

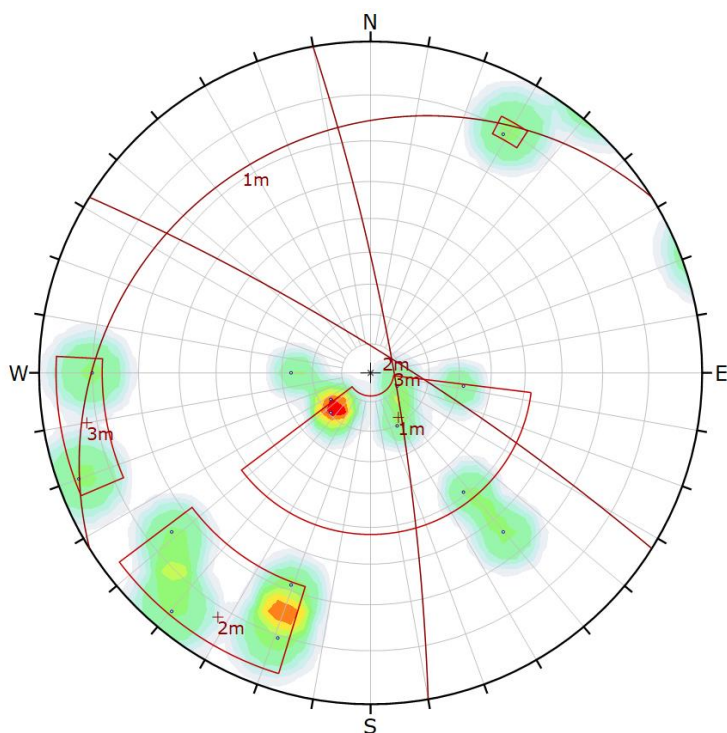


Figur 5-10. Berggrundskarta över närområdet med strukturella formlinjer och lokala deformationszoner. Läge för aktuellt område redovisas med röd kvadrat. (omarbetad från apps.sgu.se/kartvisare)

Tabell 5-1. Medelorientering för bedömt förekommande huvudsprickgrupper inom planområdet.

Sprickgrupp	Strykning [°]	Stupning [°]	Lutning mot:	Struktur:
1	240	20-50*	Nordväst	Foliation
2	300	80	Nordost	
3	350	80	Öst	

*Stupning varierar



Figur 5-11. Inmätta strukturer redovisas genom med hjälp av sfärisk projektion i stereonet. De inmätta sprickplanens normalvektorer redovisas som polpunkter i diagrammet. Medelorientering för bedömt förekommande huvudsprickgrupper redovisas som storcirklar i rött.

5.5.3 Block- och bergstabilitet

Storstabiliteten för befintliga, naturliga bergslänter inom planområdet bedöms vara tillfredsställande.

Block av varierande storlek förekommer i bergslänterna. Blocken vilar generellt på flacka till subhorisontella ytor, varför sannolikheten för utglidning generellt bedöms vara låg. Ställvis förekommer dock partier med bristande lokal stabilitet, med risk för blockutfall som följd.

Risicanalys samt detaljerad beskrivning av potentiella problem för planområdet och dess omgivning avseende block- och bergstabilitet redovisas i avsnitt 7 samt bilaga 1.

5.6 Hydrogeologiska förhållanden

Fri grundvattenyta i jorden har observerats i samband med skruvprovtagning på nivå + 68,6 t.o.m. nivå +70,2 i områdets norra delar.

Ett grundvattenrör har installerats i norr, i anslutning till undersökningspunkt 22AF01. Vattentrycket i friktionsjorden under leran varierade motsvarande nivå +69,8 t.o.m. nivå +70,2 för mätningar utförda i oktober, november och december.

Vatten förekommer i friktionsjorden som grundvatten. Grundvattennivån bedöms variera beroende på årstid och nederbörd.

5.7 Markgasförhållanden

Radon är en gas som bildas i jord och berg vid sönderfall av uran och torium. Jordluft och vatten kan på grund av berggrunden innehålla höga radonhalter vilket i sin tur kan ge upphov till förhöjda halter inomhus då jordluften sugas in i otäta byggnader eller vatten pumpas ur borrade brunnar. Även stenbaserade byggnadsmaterial kan avge radongas.

Markegenskaper, förutom innehållet av radon och uran, som har stor betydelse vid bedömning av radonrisker är kornstorlek, porositet, vattenhalt och jordlagrens mäktighet. Radongasen transporteras genom jordlagren med jordluft och grundvatten. Hos leror är vattenhalterna vanligtvis höga samt permeabiliteten låg vilket medför att transporten av radongas försvåras. Jordarter, som sand, grus och grusiga moräner, med hög porositet och genomsläpplighet innehåller stora mängder luft vilket gör transporten av radongas enklare. En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon.

Mätning av totalstrålning från berggrunden med gammaspectrometer ger indirekt koncentrationerna av de tre radioaktiva ämnena uran, torium och kalium. Av de tre är det uran och torium som sönderfaller till radon. Radonisotopen som bildas av torium kallas toron och har en mycket kort halveringstid, vilket medför att den i normalfallet inte kan ansamlas i mängder inomhus som är skadliga för människor. När man beräknar radiumhalt är det alltså sönderfallet av uran som används.

Metod och gränsvärden för markradonundersökning beskrivs i "Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader" (Clavensjö, Åkerblom 2004) och Radon i bostäder – markradon (BRF R85:1988).

5.7.1 Radonriskområde eller radonmarkklassning

Markradonundersökningar kan utföras enligt två definitioner:

- Indelning i radonriskområden (radonriskområde)
- Klassning av radonmark (radonmarkklassning)

Enligt radonboken gäller indelningen i radonriskområden (lågrisk-, normalrisk- och högrisk) orörda markförhållanden, där ingen hänsyn är tagen till markbearbetning i samband med exploatering. De flesta kommuner har radonriskkartor men det kan alltid finnas enstaka områden med avvikande bedömning och därför rekommenderas alltid platsspecifik mätning för aktuell plats.

AFRYs undersökningar i området är gjorda enligt definitionen för radonriskområde.

Tabell 5-2. Gränsvärden för bedömning av radonriskområde (Clavensjö och Åkerblom, 2004).
 Totalstrålning utgörs av gammastrålning från uran, torium och kalium.

Lågriskområde

Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma ($\mu\text{Sv/h}$)	Radiumhalt (Bq/kg)	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan (Bq/m ³)
Berggrund	< ca 0,10	< 35	-
Morän, grus, sand	-	-	< 10 000
Lera, silt	-	-	Lagertjocklek > 2 m ¹⁾

Högriskområde

Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma ($\mu\text{Sv/h}$)	Radiumhalt (Bq/kg)	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan (Bq/m ³)
Berggrund	> ca 0,15	> ca 100	-
Morän, grus, sand, silt, moränlera	-	> ca 50 ²⁾	> 50 000

1) Jordlagret får ej vara uttorkat, då gäller samma gränsvärde som för morän, grus och sand.

2) Grovkornig morän, grus och grovsand

Normalriskområde bedöms som mark vars radonhalt i jordluften är 10 000 – 50 000 Bq/m³, observera dock avvikelserna från detta i Tabell 5-2.

5.7.2 Resultat utförda undersökningar

Resultat från utförda undersökningar redovisas i MUR/Geoteknik, daterad 2022-12-22.

Vid mätningar, baserat på radonhalt i jordluft (1 000-17 000 Bq/m³) och mätning av totalstrålning från berggrund (0,05-0,08 $\mu\text{Sv/h}$), har värden motsvarande normalriskområde uppmätts. Den naturliga marken ska betecknas som normalriskområde avseende radonförhållanden om inte ytterligare mätningar utförs.

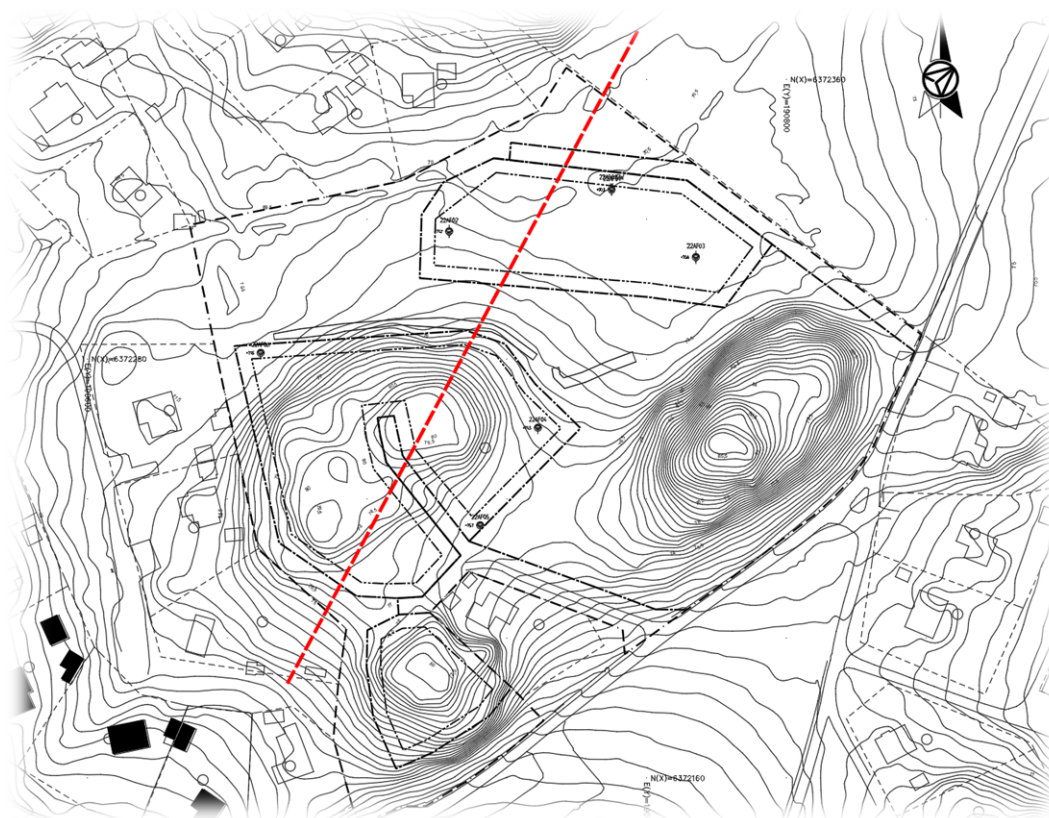
6 Detaljerad geoteknisk stabilitetsutredning

6.1 Allmänt

För tillståndsbedömning av stabiliteten har IEG Rapport 4:2010 tillämpats. Stabilitetsberäkningarna har utförts enligt totalsäkerhetsmetoden och tillståndsbedömningen utgår från Skredkommissionens Rapport 3:95.

6.2 Beräkningssektion

Stabiliteten har beräknats för en sektion, se Figur 6-1. Sektionens geometri baseras på nivåkurvor enligt erhållen grundkarta samt utförda sonderingar. Bergytans geometri (lutning) under jordlagerföljden har antagits baserat på släntens lutning ovan jord.



Figur 6-1. Beräkningssektion redovisas med röd, streckad, linje. Skiss baserat på underlag erhållit från beställare 2022-10-21.

6.3 Materialegenskaper

Jordmodellen har upprättats utifrån utförda geotekniska undersökningar. Då materialegenskaper ej erhållits från utförda undersökningar eller då underlaget varit för tunt, har empiriska värden valts konservativt. Valda materialparametrar redovisas i Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Valda materialparametrar

Lager		Egenskap	Värderat medelvärde	Karakteristiska värden
1	Sandig mulljord/ lerig Mulljord	Tunghet		$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$
		Hållfasthet	$\Phi = 30^\circ$	
2	Lera (siltig sandig Lera)	Tunghet		$\gamma_k = 17 \text{ kN/m}^3$
		Hållfasthet	$\Phi = 30^\circ$ $C_u = 9 \text{ kPa} + 16,4 \text{ kPa/m}$	$c'_k/c_{uk} = 0,10$
3	Lera (siltig sandig Lera)	Tunghet		$\gamma_k = 17,5 \text{ kN/m}^3$
		Hållfasthet	$\Phi = 30^\circ$ $C_u = 22 \text{ kPa}$	$c'_k/c_{uk} = 0,10$
4	Friktionsjord (siltig finsand)	Tunghet		$\gamma_{mk} = 20 \text{ kN/m}^3$
		Hållfasthet	$\Phi = 28^\circ$	
5	Friktionsjord (Sandmorän)	Tunghet		$\gamma_{mk} = 22,0 \text{ kN/m}^3$
		Hållfasthet	$\Phi = 42^\circ$	

6.4 Vattenstånd och portryck

Grundvattnet har i beräkningarna antagits ligga på nivå + 70,2.

Befintligt dike antas fyllas upp och ledas om, alternativt kulverteras för planerade förhållanden.

6.5 Laster

Last för uppfyllnad utan marklov har antagits vara 10 kPa, vilket motsvarar en uppfyllnad på 0,5 m.

6.6 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Erforderliga säkerhetsfaktorer för detaljerad utredning ligger enligt Skredkommissionens Rapport 3:95 inom spannen $F_c \geq 1,7 - 1,5$ respektive $F_{komb} \geq 1,45 - 1,35$. Erforderliga säkerhetsfaktorer inom spannen väljs med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden, se tabell 7.1

Tabell 6-2. Bedömning av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för slänt

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Fältundersökningens innehåll och omfattning	CPT-sondering har utförts	Inga ostörda prover. CPT-sondering har ej kunnat neddrivas i samtliga sonderingspunkter.
Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning		Inga avancerade försök
Släntens beständighet	-	-
Släntens geometri	Flack geometri, liten nivåskillnad.	I närheten av topografiskt högre belägen mark.
Grundvatten- och portrycksförhållanden		Ev. risk för ökat vattentryck under leran i samband med riklig nederbörd pga infiltration i friktionsjord längs med bergöveryta.
Ytvattenförhållanden	-	-
Jordens egenskaper	-	Inhomogen jord. Ingen kännedom om lerans sensitivitet
Tidigare förändringar i slänten		Okänt
Nuvarande och förväntade verksamheter i området	Ny bebyggelse uppförs dels på berggrund, dels i områdets lägst belägna delar. Ingen belastning på pådrivande sida.	
Konsekvenser av skred	Skred bedöms ha begränsad utbredning pga begränsad utbredning och djup på förekommande lerlager enligt kartunderlag från SGU.	
Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning	Ogynnsamma värden valda.	

Utifrån bedömning i Tabell 2 har erforderliga säkerhetsfaktorer valts till:
 $F_c \geq 1,60$, $F_{komb} \geq 1,45$.

6.7 Beräkningar

6.7.1 Allmänt

Beräkning har utförts med programvaran GeoStudio 2021.3 version 11.2.0.22838 Slope/W.I programmet beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.

I de aktuella analyserna har cirkulär-cylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod. Beräkningarna har utförts för odränerade och kombinerade förhållanden.

6.7.2 Resultat

Resultat från utförda beräkningar redovisas i Tabell 6-3 för befintliga och planerade förhållanden. Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilaga 2. Den beräknade säkerhetsfaktorn för den kritiska glidyten överstiger erforderlig säkerhetsfaktor i samtliga beräkningsfall, såväl befintliga som planerade förhållanden.

Tabell 6-3. Resultat stabilitetsberäkningar

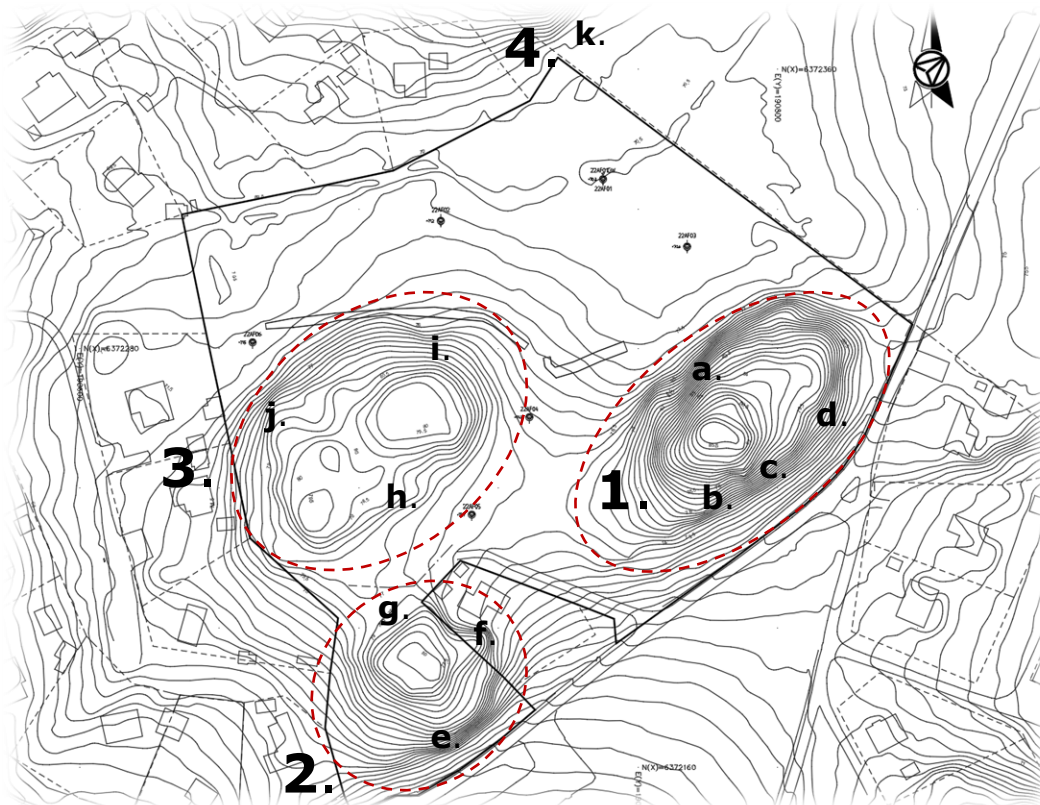
Sektion	Analys	Kombinerad analys	Odränerad analys
A	Befintliga förhållanden, 1	3,47	3,47
A	Befintliga förhållanden dike, 1	1,50*	3,70
A	Planerade förhållanden, 2.1	2,32	2,32
A	Planerade förhållanden, 2.2	2,05	2,05
A	Planerade förhållanden, 2.3	4,90	4,90

* Lokal ytlig glidyta vid befintligt dike, bedöms inte påverka totalstabiliteten i området.

7 Bergteknisk stabilitetsutredning och riskanalys

I samband med fältundersökningar har en bedömning av block- och bergstabiliteten inom området genomförts. Bedömningen redovisas i form av en riskanalys, vari risk definieras som sannolikhet multiplicerat med konsekvens, se tabell 7-2.

Se bilaga 1 för detaljerad beskrivning för respektive lokal.



Figur 7-1. Översikt. Undersökta höjdparter är numrerade från 1 till 3. Höjdparti nr 4 ligger precis utanför detaljplaneområdet och har undersökts översiktligt med avseende på blockstabilitet intill planområdet.

Tabell 7-1. Riskanalys har utförts enligt följande modell.

		Konsekvens				
		Obetydlig (1)	Mindre (2)	Måttlig (3)	Större (4)	Katastrofal (5)
Sannolikhet	Sannolikt (5)	5	10	15	20	25
	Troligt (4)	4	8	12	16	20
	Möjligt (3)	3	6	9	12	15
	Ej troligt (2)	2	4	6	8	10
	Osannolikt (1)	1	2	3	4	5

Tabell 7-2. Riskanalys för befintliga förhållanden baserat på bergteknisk undersökning.

Fall	Sannolikhet	Konsekvens	Risk	Förslag åtgärd befintliga förhållanden	Förslag åtgärd planerade förhållanden
1a	3 Block förekommer i bergslänt. Block delvis täckta av mossa/vegetation. Block bedöms generellt ha stöd i underkant men enstaka block med bristande stöd bedöms förekomma.	1 Naturmark, ingen intilliggande bebyggelse eller infrastruktur.	3	-	Bergrensning.
1b	1 Överhäng förekommer i bergslänt. Block (skivor) vilar generellt på subhorisontella ytor/foliationsplan.	1 Slänt mot Kalvviksvägen. Eventuella blockutfall bedöms inte nå vägen.	1	-	-
1c	5 Block förekommer i bergslänt. Block på sluttande glidplan. Tillfredsställande stöd i underkant bedöms ej föreligga.	3 Slänt mot Kalvviksvägen. Blockutfall bedöms kunna nå vägbanan.	15	Bergrensning och vegetations-rensning.	-
1d	3 Block förekommer i bergslänt. Block på sluttande glidplan. Teoretiskt instabil. Viss kilverkan bedöms dock föreligga.	4 Slänt mot Kalvviksvägen. Stora block. Blockutfall bedöms kunna nå vägbanan.	12	Förankring alt. bergrensning.	.
2 e	2 Block förekommer i bergslänt. Synliga block vilar generellt på subhorisontella sprickplan alt. har stöd i underkant.	2 Slänt mot Kalvviksvägen. Blockutfall bedöms eventuellt kunna nå vägbanan.	4	-	Syn av bergyta ska utföras inför grundläggningsarbeten (efter avtäckning och efter ev. berguttag) för att avgöra behov av bergförstärkningsåtgärd.
2f	2 Block förekommer i bergslänt. Block vilar generellt på svagt sluttande glidplan ut från slänt.	3 Slänt mot intilliggande bebyggelse (bostadshus).	6	Förankring av block vid fastighetsgräns.	

Fall	Sannolikhet	Konsekvens	Risk	Förslag åtgärd befintliga förhållanden	Förslag åtgärd planerade förhållanden
2g	1 Slänt bedöms vara stabil.	1 Naturmark, ingen intilliggande bebyggelse eller infrastruktur.	1	-	Syn av bergyta ska utföras inför grundläggningsarbeten (efter avtäckning och efter ev. berguttag) för att avgöra behov av bergförstärkningsåtgärd.
3h	1 Block förekommer i bergslänt. Jord/bergslänt, svag sluttning och liten nivåskillnad.	1 Naturmark, ingen intilliggande bebyggelse eller infrastruktur.	1	-	Syn av bergyta ska utföras inför grundläggningsarbeten (efter avtäckning och efter ev. berguttag) för att avgöra behov av bergförstärkningsåtgärd.
3i	1 Block förekommer i jord/bergslänt. Jord/bergslänt, svag sluttning och liten nivåskillnad.	1 Naturmark, ingen intilliggande bebyggelse eller infrastruktur.	1	-	Syn av bergyta ska utföras inför grundläggningsarbeten (efter avtäckning och efter ev. berguttag) för att avgöra behov av bergförstärkningsåtgärd.
3j	2 Plana skivor förekommer i bergslänt. Sannolikhet för tippning bedöms ej troligt.	1 Utfall bedöms inte kunna nå intilliggande bebyggelse eller infrastruktur för befintliga förhållanden.	2	-	Syn av bergyta ska utföras inför grundläggningsarbeten (efter avtäckning och efter ev. berguttag) för att avgöra behov av bergförstärkningsåtgärd.
4k	2 Block förekommer i jord/bergslänt. Sannolikhet för blockutfall bedöms ej troligt.	1 Naturmark. Utfall bedöms inte kunna nå planområdet.	2	-	-

8 Slutsats och rekommendation

8.1 Befintliga förhållanden

Stabilitet i jord

Totalstabiliteten för jordslänter inom planområdet bedöms, för befintliga förhållanden, vara tillfredställande med hänsyn till marklutningar, djup till fast botten samt jordlagerföljd.

Stabilitet i berg

Storstabiliteten för befintliga, naturliga bergslänter inom planområdet bedöms vara tillfredsställande. Ställvis förekommer partier med bristande lokal stabilitet.

Risakanalys, vari risk definieras som sannolikhet multiplicerat med konsekvens, redovisas i avsnitt 7 samt i bilaga 1.

8.2 Planerade förhållanden

8.2.1 Stabilitet

Stabilitet i jord

Markytan inom planområdet är generellt flack. Vid byggnation kommer marknivåerna anpassas till planerad bebyggelse. Lågpunkter inom området kan komma att justeras upp. Uppfyllnad av lågpunkter bedöms vara positivt för stabiliteten. Planförslaget bedöms inte medföra att totalstabiliteten för jordslänter blir otillfredsställande inom planområdet.

Stabilitet i berg

Bergslänter ska vara yt- och storstabila.

För att säkerställa lokal stabilitet/ytstabilitet för befintliga bergslänter inom planområdet rekommenderas bergrensning av enstaka block samt vegetationsrensning för att reducera risken för utfall. Instabila block och stenar som inte kan eller inte bör rensas ner säkras genom bergförstärkning, exempelvis genom förankring med bergbult.

Om nya slänter planeras inom planområdet uppnås detta genom skonsam sprängning och bergrensning av framschaktat berg.

Nya bergslänter ska besiktas av bergsakkunnig för att avgöra behov av permanentförstärkning.

8.2.2 Grundläggning

Geokonstruktioner ska verifieras, utförs och kontrolleras i geoteknisk kategori 2 (GK2).

Grundläggning på jord

Leran inom området bedöms generellt vara överkonsoliderad, och därmed klara viss belastning innan sättningar utvecklas. Grundläggning bedöms därför kunna utföras med metoder för plattgrundläggning, exempelvis kantförstyvad platta på mark. Kompletterande undersökningar krävs då för att utvärdera markens sättningsegenskaper och tillåten pålastning. Som alternativ till plattgrundläggning kan byggnader grundläggas med exempelvis spetsburna pålar eller plintar för att minska

risken för sättningsdifferenser vid varierande jorddjup eller övergångar mellan jord och berg.

Jordprofilen innehåller silt. Grundläggning bör utföras med erforderligt frostskydd och dränering. All organisk jord inom byggnadsytor och planerade hårdgjorda ytor ska skiftas ur och ersättas med fyllning av dränerande och kapillärbrytande packad friktionsjord. Mot naturlig jord läggs en geotextil med materialskiljande syfte.

Vid detaljprojektering ska kompletterande undersökningar och utredningar av de lokala grundläggningsförhållandena utföras för val av lämplig grundläggningsmetod.

Grundläggning på berg

Inom området med ytligt berg eller berg i dagen bedöms hus och vägar kunna grundläggas antingen direkt på avtäckt rensad bergyta, på avsprängd rensad bergyta eller på packad sprängbotten/ sprängstensfyllning. Synligt berg bedöms vara av bergtyp 1.

I delar av området, där markytan utgörs av släntberg, bedöms plansprängning av berg kunna bli nödvändig beroende på val av grundläggningsmetod.

Inför grundläggning ska avtäckt bergyta och/eller framschaktat berg besiktas av bergsakkunnig för att avgöra om eventuell permanentförstärkning, såsom bergbult, eller andra åtgärder är nödvändiga före grundläggning.

8.2.3 Schaktningsarbeten

Schaktningsarbeten i jord

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

Med hänsyn till innehållet av silt ska jorden förutsättas vara flytbenägen. Vid schakt under grundvattennivån finns det risk för inströmmade vatten. Åtgärder skall vidtas så att vattensamlingar inte uppstår, till exempel genom dikning, bombering, länshållning etc. Schaktning ska utföras så att jordens fasthet under grundläggningsnivån inte minskar.

Ytblock av varierande storlek förekommer utspritt i området, främst inom höjdpartierna, vilket kan påverka schaktningsarbeten i området. Bedömd blockstorlek uppgår till ca 0,5-4 m³.

Schaktningsarbeten i berg

Inför bergguttag ska avtäckt bergyta inspekteras av bergsakkunnig för att avgöra behovet av förförstärkning eller andra åtgärder, exempelvis för intilliggande bergslanter.

8.3 Markgasförhållanden

Marken inom det undersökta området bedöms som normalriskområde. Nya byggnader ska, baserat på nu utförda undersökningar, uppföras radonskyddat.

8.4 Omgivningspåverkan

Avsänkning av befintlig grundvattennivå får inte ske utan att omgivningspåverkan har utretts.

Vid markarbeten så som sprängning, schaktning och packningsarbeten uppstår markrörelser som kan orsaka skador i närliggande byggnadsverk eller installationer. Markrörelser i form av vibrationer kan även medföra störningar av känsliga utrustningar och verksamheter i närområdet. En riskanalys med tillhörande föreskrifter avseende tillåtna markrörelser i samband med planerade entreprenadarbeten ska tas fram i den fortsatta projekteringen.

I riskanalysen ska behovet av syneförrättning och övervakningsmätning av närliggande byggnadsverk och installationer utredas.

Bilaga 1, Fotobilaga: *Block- och bergstabilitet*

Område 1 – Höjdparti öst

Höjdparti beläget i östra delen av området. I områdets brantaste partier förekommer blottat berg, övriga ytor är generellt täckta med mossa eller ett tunt jordlager. Löv- och barrträd förekommer i slänt/släntkrön.

Slänter bedöms generellt vara storstabila. Lokalt rekommenderas förankring eller nedtagning av enstaka block samt vegetationsrensning för att undvika utfall, se Figur 1-3, Figur 1-5, Figur 1-6 samt Figur 1-7.



Figur 1-2. Område 1. Vy mot SO. Slänt mot naturmark. Ytor generellt täckta av mossa/tunt lager mulljord. Synliga block har generellt stöd i underkant, enstaka block med begränsat stöd i underkant bedöms förekomma, se figur 1-3. Sannolikheten för utfall bedöms generellt vara låg.



Figur 1-3. Område 1. Vy mot SO. Slänt mot naturmark. Ytor generellt täckta av mossa/tunt lager mulljord. Exempel på block med begränsat stöd underkant redovisas.



Figur 1-4. Område 1. Vy mot N. Slänt mot Kalvviksvägen. Överhäng förekommer. Överhäng (skivor) vilar generellt på subhorisontella ytor (foliationsplan), varför sannolikheten för utfall bedöms vara mycket låg.



Figur 1-5. Område 1. Vy mot N. Slänt mot Kalvviksvägen. Slänt med bristande lokalstabilitet. Läge för potentiellt instabila block redovisas, se även figur 1-6. Sannolikheten för utfall bedöms vara mycket hög. Block bedöms kunna nå vägbana vid utfall. Vegetationsrensning och skrotning av lösa block rekommenderas.



Figur 1-6. Område 1. T.v. Detaljbild potentiellt instabila block. Block strax under släntkrön. Block vilar på subhorisontella ytor och bedöms i nuläget stabila, vegetation i bakkant kan medföra framtida instabilitet. Vegetationsrensning och rensning av lösa block rekommenderas. T.h. Detaljbild potentiellt instabila block. Lösa block på sluttande yta ut mot Kalvviksvägen, rensning av lösa block rekommenderas.



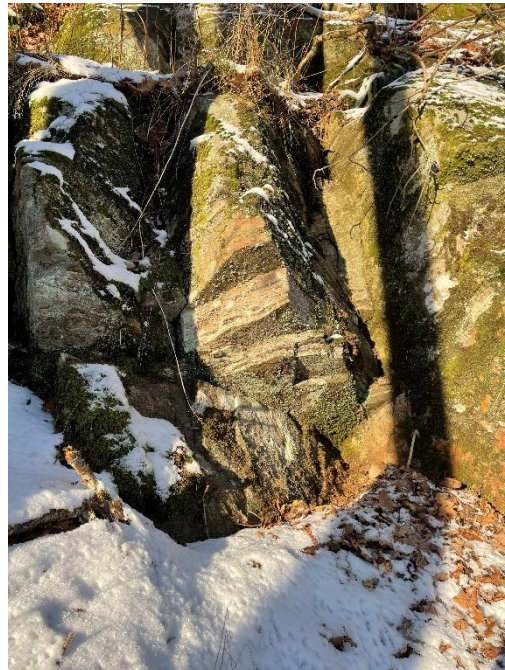
Figur 1-7. Område 1. Vy mot N respektive O. Slänt mot Kalvviksvägen. Parti med större block staplade på varandra. Block vilar på glidyta med stupning ca 40° ut mot Kalvviksvägen. Sannolikhet för utfall bedöms som måttlig. Block bedöms kunna nå vägbana vid utfall. Block bör rensas/tas ned alternativt förankras i bakomliggande, stabilt, berg.

Område 2 -Höjdparti Syd

Höjdparti beläget i södra delen av området. Inom områdets brantaste partier förekommer blottat berg, övriga ytor är generellt täckta med mossa eller ett tunt jordlager. Lövträd förekommer i slänt/släntkrön.



Figur 1-8. Område 2. Slänt mot Kalvviksvägen. Vy mot N. Block vilar generellt på subhorisontella sprickplan varför sannolikheten för utfall bedöms vara låg för befintliga förhållanden. Nedtagning alternativt förankring av enstaka block kan bli nödvändigt i samband med markarbeten/berguttag.



Figur 1-9. Område 2. T.v. Exempel på block som bedöms vara stabilt för befintliga förhållanden men som kan bli instabilt till följd av vibrationer från markarbeten. T.h. Detaljbild.

I nordöstra delen av höjdpartiet återfinns en delvis naturlig bergslänt som stupar in mot angränsande fastighet, se Figur 1-10 och Figur 1-11.



Figur 1-10. Område 2. Bergslänt in mot angränsande fastighet. Befintligt, mindre block redovisas med vit, streckad linje. Block bedöms stabilt för befintliga förhållanden till följd av kilverkan mellan underliggande undulerande ytor. Nedtagning eller förankring av block kan bli nödvändigt i samband med markarbeten/berguttag i närområdet. Ev. åtgärd avgörs av bergsakkunnig inför samt efter ev. berguttag i närområdet.



Figur 1-11. Område 2. Bergslänt in mot angränsande fastighet. Block på subhorisontella/ svagt sluttande ytor förekommer. Block bedöms stabila för befintliga förhållanden.



Figur 1-12. Område 2. Vy mot S. Till vänster i bild, bergslänt på angränsande fastighet.



Figur 1-13. Område 2. Vy mot S. Bergslänt delvis belägen på angränsande fastighet. Block beläget vid fastighetsgräns redovisas med vid, streckad linje. Block bedöms stabilt för befintliga förhållanden men bör förankras om berguttag utförs i anslutning till slänt.



Figur 1-14. Område 2. Vy mot S. Slänten bedöms stabil för befintliga förhållanden.

Område 3 – Höjdparti väst

Höjdparti beläget i centrala/västra delen av området. Inom området förekommer enstaka partier med blottat berg, övriga ytor är generellt täckta med mossor eller ett tunt jordlager. Löv- och barrträd förekommer.



Figur 1-15. Område 3. Vy mot NV. Slänten bedöms stabil för befintliga förhållanden.



Figur 1-16. Område 3. Vy mot NO. Stenar och block. Slänten bedöms stabil för befintliga förhållanden.



Figur 1-17. Område 3. Vy mot SSV. Brantare parti i områdets nordvästra del. Slänten bedöms stabil för befintliga förhållanden.



Figur 1-18. Område 3. Vy mot N. Brantstående strukturer med strykning/stupning 230/50, se röd, streckad linje. Slänten bedöms stabil för befintliga förhållanden. Infälld figur, detaljbild.

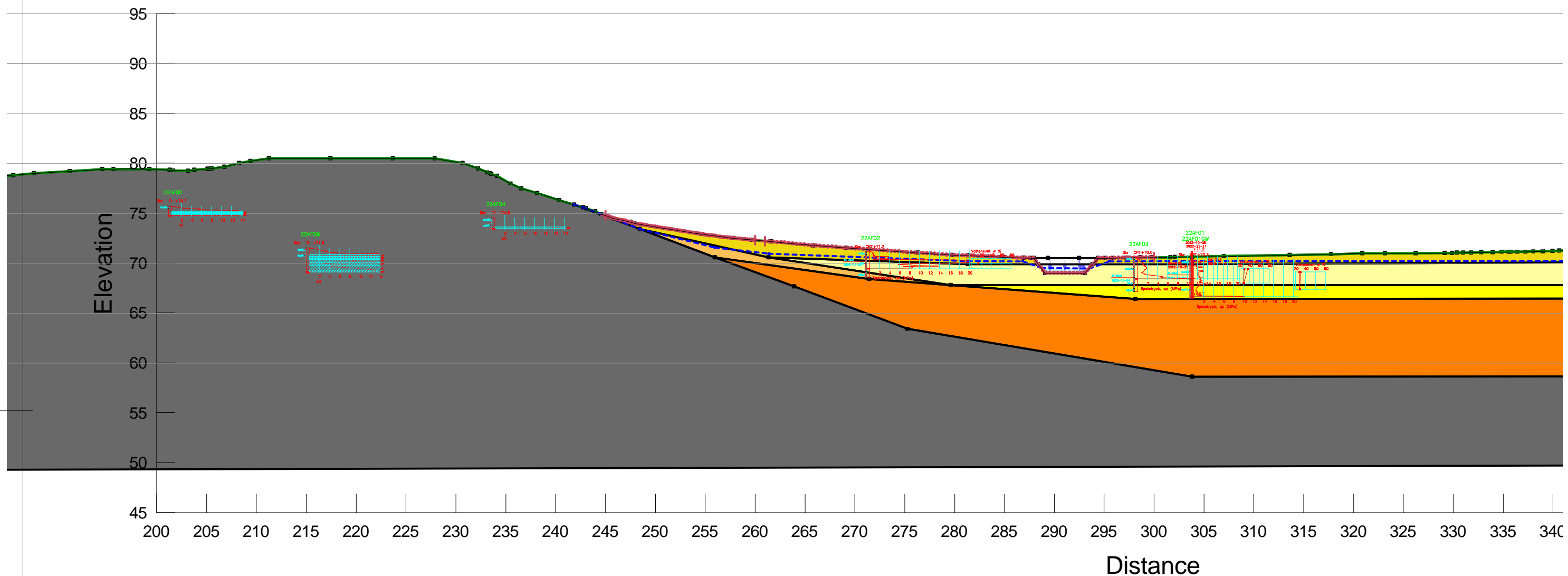
Område 4

Höjdparti beläget norr om detaljplaneområdet. Inom området förekommer få partier med blottat berg, ytor är generellt täckta ett tunt jordlager. Ett antal, större block ligger i slänt. Löv- och barrträd förekommer.



Figur 1-19. Område 4. Vy mot N. Block bedöms vara stabila för befintliga förhållanden och sannolikheten för utfall bedöms därmed låg. Sannolikhet för att block når detaljplaneområdet vid eventuellt utfall bedöms vara låg.

Bilaga 2, *Stabilitetsberäkning Slope/W*



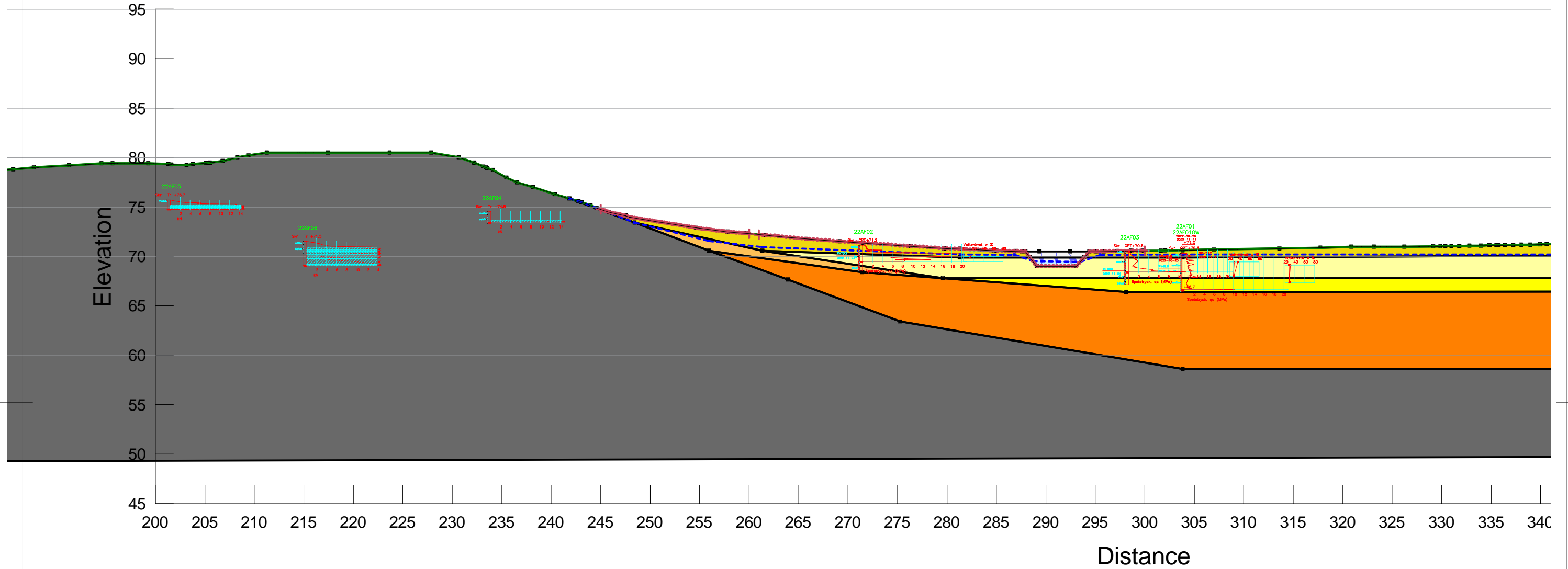
Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Arkiv: 2024-09-06 Arkiv: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpele/sa Mu	Mohr-Coulomb	17					0	30	0		1
■	1. Lera 1 od nivå	S=f(datum)	17	9	16,4	0	70,6					1
■	2. Lera 2 od nivå	S=f(datum)	16,5	22	0	0	67,8					1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20					0	28	0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22					0	42	0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)										1

1_1 Odränerad analys
X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
2022-12-21
A3 1:400





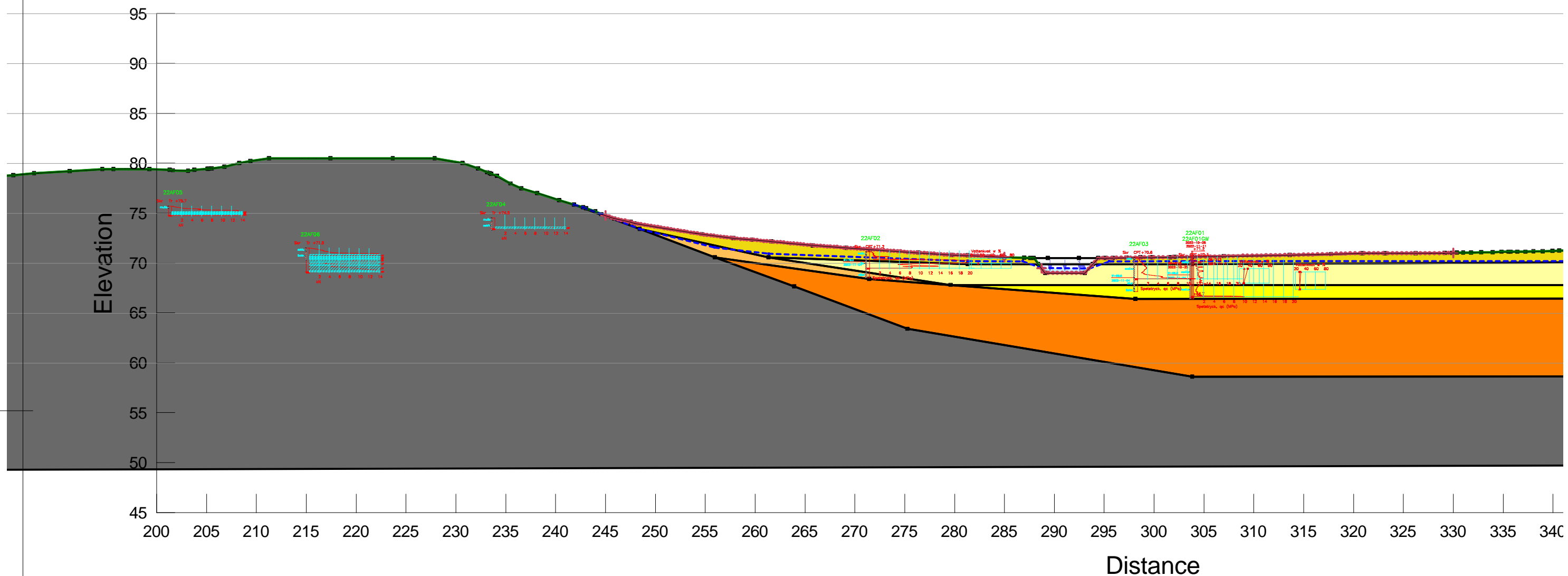
Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Arkiv: 2024-09-06 Arkiv: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Yellow	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17	0	30							0		1
Light Yellow	1. Lera 1 komb nivå	Combined, S=f(datum)	17		30	0,9	1,64	9	16,4	0,1	70,6			1
Yellow	2. Lera 2 komb nivå	Combined, S=f(datum)	16,5		30	2,2	0	22	0	0,1	67,8			1
Orange	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20	0	28							0	18	1
Dark Orange	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22	0	42							0	20	1
Grey	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)												1

1_2 Kombinerad analys	
X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\	Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
2022-12-21	A3 1:400





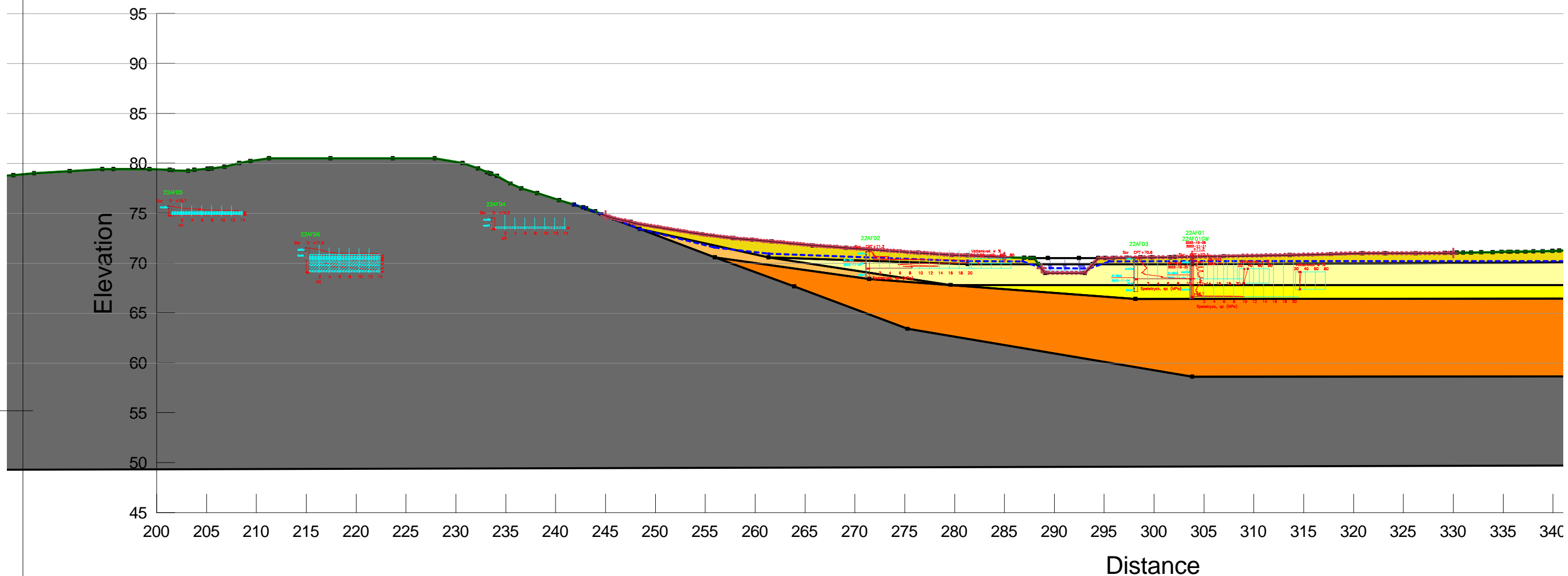
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpele/sa Mu	Mohr-Coulomb	17					0	30	0		1
■	1. Lera 1 od nivå	S=f(datum)	17	9	16,4	0	70,6					1
■	2. Lera 2 od nivå	S=f(datum)	16,5	22	0	0	67,8					1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20					0	28	0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22					0	42	0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)										1

1_1 Odränerad analys dike
X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
2022-12-21
A3 1:400

Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

1 Sektion A - A Befintligt dike
 Beställare Marks Kommun
 Totalsäkerhetsanalys
 Minimum slip surface depth 0,3 m
 Morgenstern-Price
 2022-12-21



Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

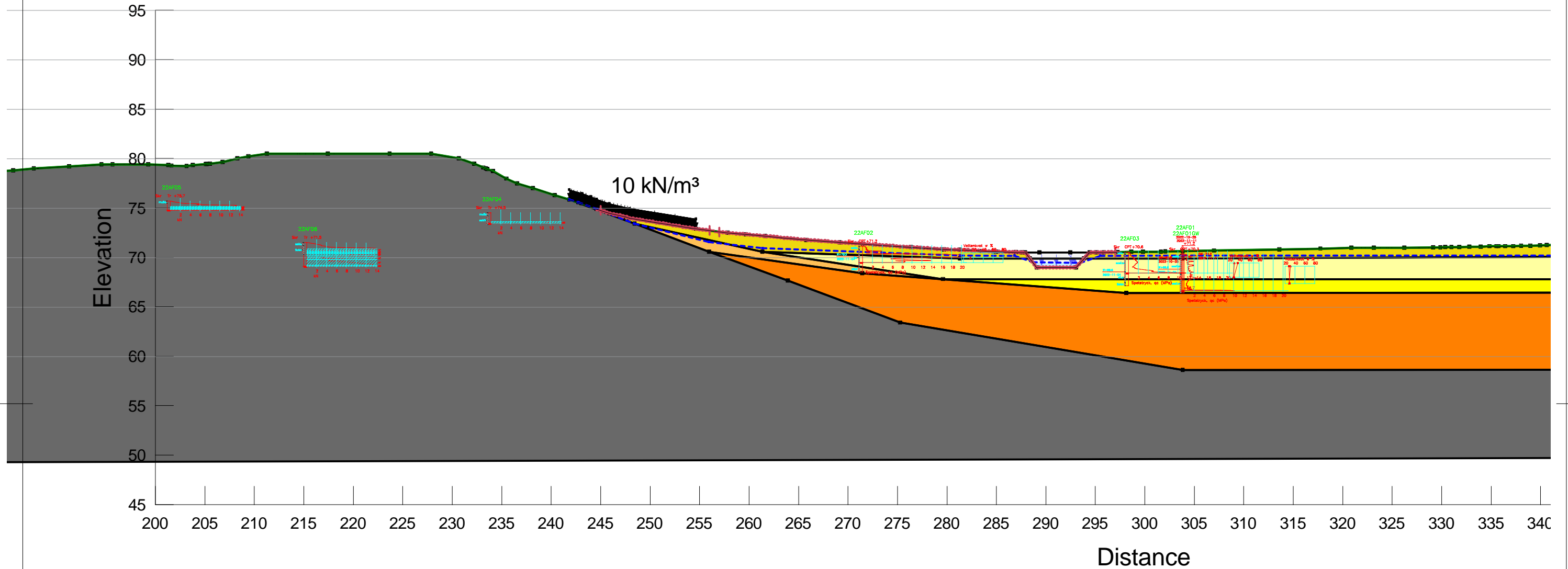
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17	0	30							0		1
■	1. Lera 1 komb nivå	Combined, S=f(datum)	17		30	0,9	1,64	9	16,4	0,1	70,6			1
■	2. Lera 2 komb nivå	Combined, S=f(datum)	16,5		30	2,2	0	22	0	0,1	67,8			1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20	0	28							0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22	0	42							0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)												1

1_2 Kombinerad analys dike

X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz

2022-12-21 A3 1:400

2.1 Sektion A - A Planerat, Belastningsfall 1
 Beställare Marks Kommun
 Totalsäkerhetsanalys
 Minimum slip surface depth 0,3 m
 Morgenstern-Price
 2022-12-21



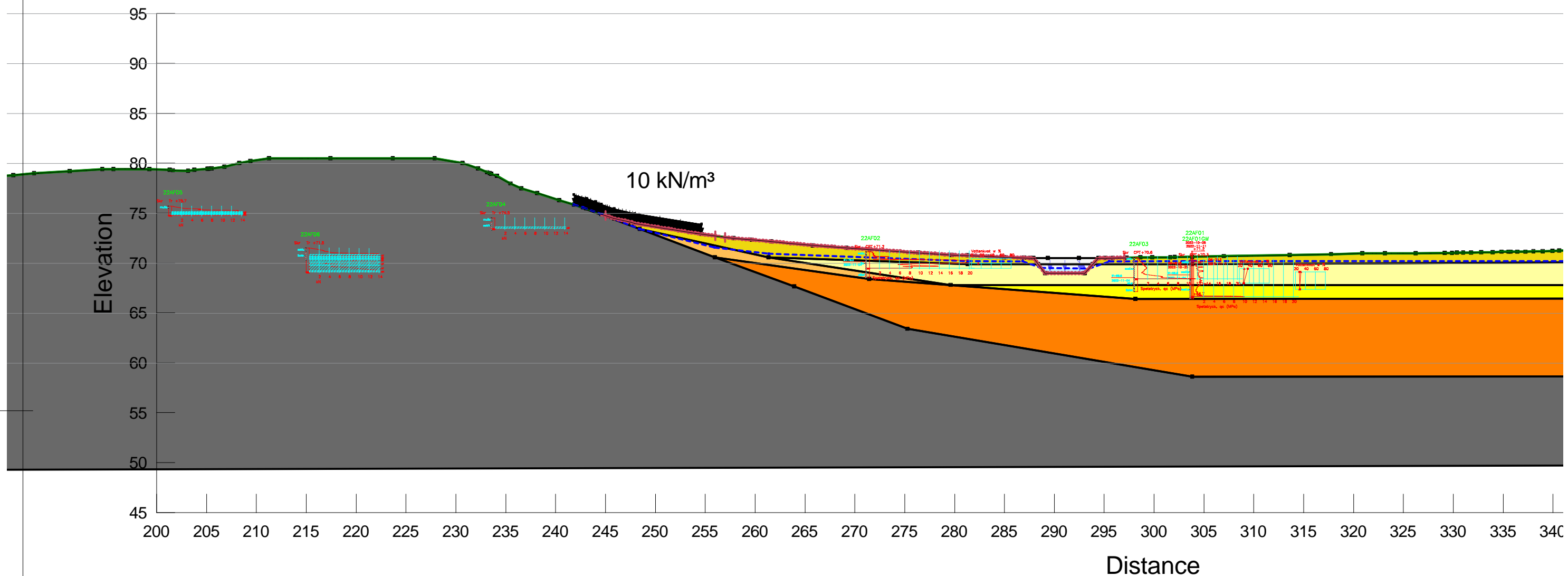
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpele/sa Mu	Mohr-Coulomb	17					0	30	0		1
■	1. Lera 1 od nivå	S=f(datum)	17	9	16,4	0	70,6					1
■	2. Lera 2 od nivå	S=f(datum)	16,5	22	0	0	67,8					1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20					0	28	0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22					0	42	0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)										1

2.1_1 Odränerad analys
 Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
 2022-12-21
 A3 1:400

Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

2.1 Sektion A - A Planerat, Belastningsfall 1
 Beställare Marks Kommun
 Totalsäkerhetsanalys
 Minimum slip surface depth 0,3 m
 Morgenstern-Price
 2022-12-21



Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17	0	30							0		1
■	1. Lera 1 komb nivå	Combined, S=f(datum)	17		30	0,9	1,64	9	16,4	0,1	70,6			1
■	2. Lera 2 komb nivå	Combined, S=f(datum)	16,5		30	2,2	0	22	0	0,1	67,8			1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20	0	28							0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22	0	42							0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)												1

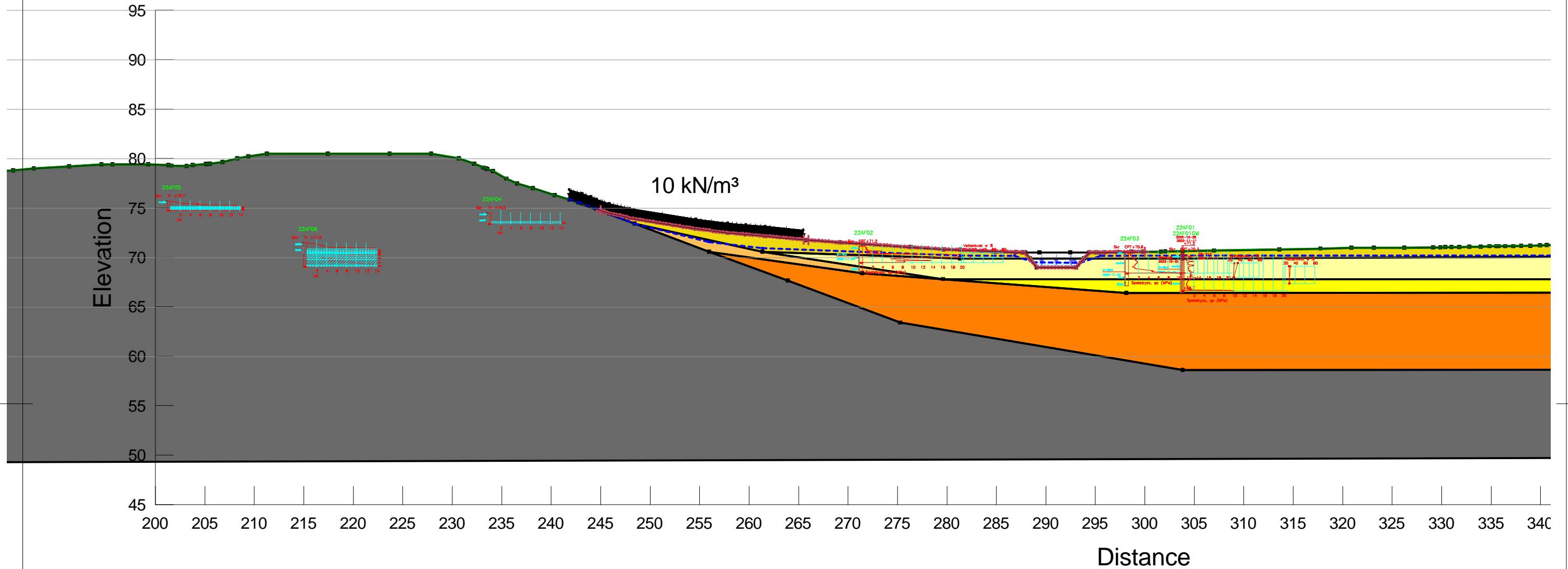
2.1_2 Kombinerad analys

X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\

Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz

2022-12-21

A3 1:400



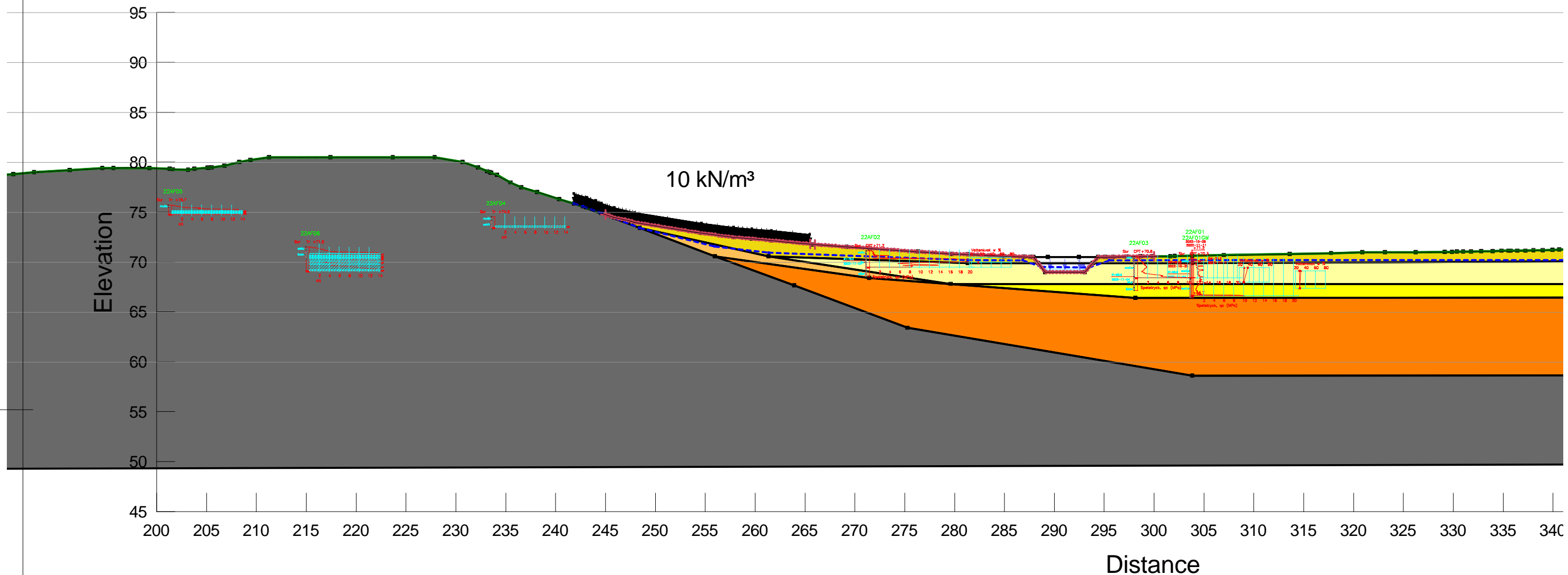
Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Arkiv: 2024-09-06 Arkiv: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17					0	30	0		1
■	1. Lera 1 od nivå	S=f(datum)	17	9	16,4	0	70,6					1
■	2. Lera 2 od nivå	S=f(datum)	16,5	22	0	0	67,8					1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20					0	28	0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22					0	42	0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)										1

2.2_1 Odränerad analys
X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
2022-12-21
A3 1:400





Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Yellow	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17	0	30							0		1
Light Yellow	1. Lera 1 komb nivå	Combined, S=f(datum)	17		30	0,9	1,64	9	16,4	0,1	70,6			1
Yellow	2. Lera 2 komb nivå	Combined, S=f(datum)	16,5		30	2,2	0	22	0	0,1	67,8			1
Orange	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20	0	28							0	18	1
Dark Orange	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22	0	42							0	20	1
Grey	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)												1

2.2_2 Kombinerad analys

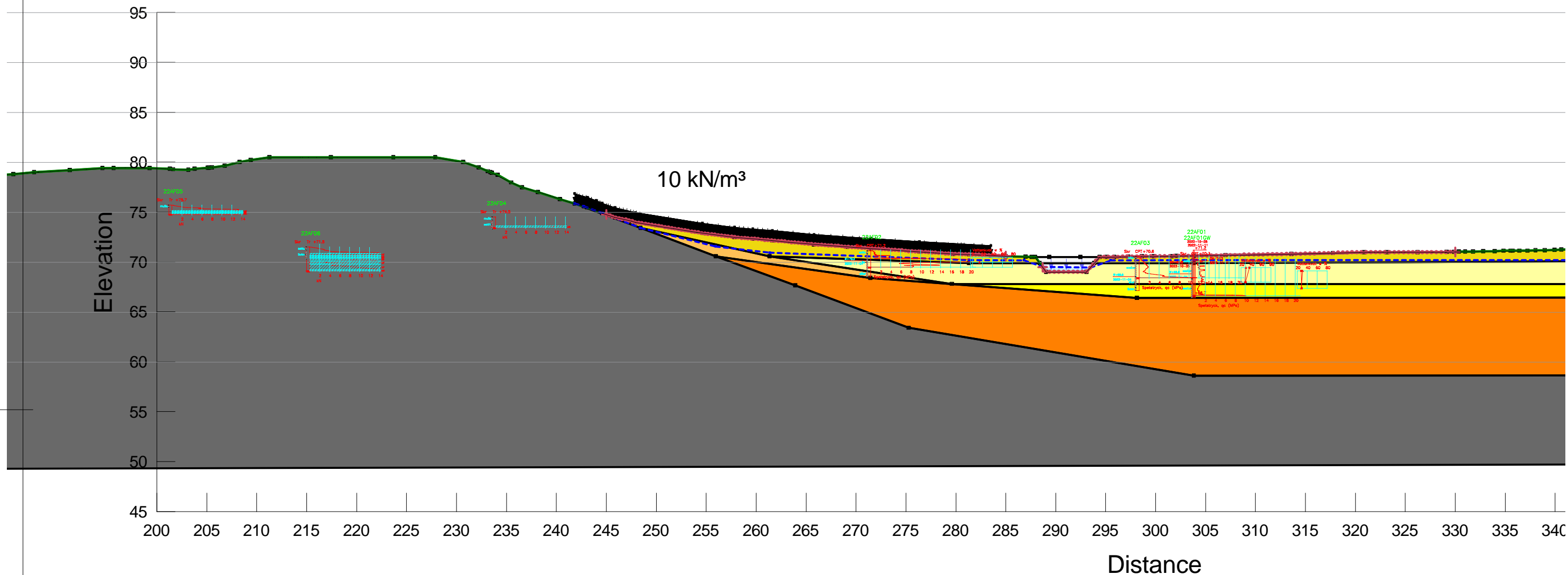
X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\

Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz

2022-12-21

A3 1:400

2.3 Sektion A - A Planerat, Belastningsfall 3
 Beställare Marks Kommun
 Totalsäkerhetsanalys
 Minimum slip surface depth 0,3 m
 Morgenstern-Price
 2022-12-21



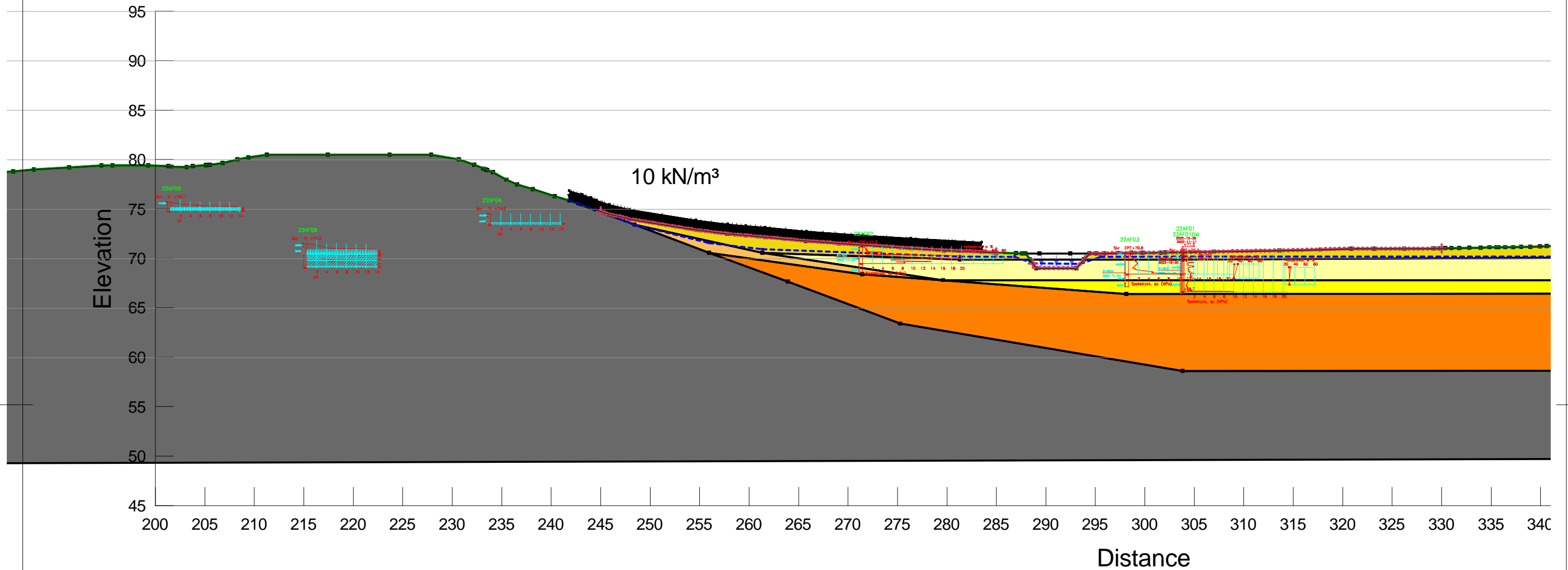
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Yellow	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17					0	30	0		1
Light Yellow	1. Lera 1 od nivå	S=f(datum)	17	9	16,4	0	70,6					1
Yellow	2. Lera 2 od nivå	S=f(datum)	16,5	22	0	0	67,8					1
Orange	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20					0	28	0	18	1
Dark Orange	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22					0	42	0	20	1
Grey	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)										1

2.3_1 Odränerad analys
 Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz
 2022-12-21
 A3 1:400

Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

2.3 Sektion A - A Planerat, Belastningsfall 3
 Beställare Marks Kommun
 Totalsäkerhetsanalys
 Minimum slip surface depth 0,3 m
 Morgenstern-Price
 2022-12-21



Tillhör nämndsbeslut 2025-11-20 BMN §169 PLAN.2019.341

Ankom: 2024-09-06 Åreide: PLAN.2019.341 Handling: 2105484

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	0. Torrskorpelera/sa Mu	Mohr-Coulomb	17	0	30							0		1
■	1. Lera 1 komb nivå	Combined, S=f(datum)	17		30	0,9	1,64	9	16,4	0,1	70,6			1
■	2. Lera 2 komb nivå	Combined, S=f(datum)	16,5		30	2,2	0	22	0	0,1	67,8			1
■	3. siltig Finsand lös	Mohr-Coulomb	20	0	28							0	18	1
■	4. Friktionsjord (Morän)	Mohr-Coulomb	22	0	42							0	20	1
■	5. Berggrund (antagen nivå)	Bedrock (Impenetrable)												1

2.3_2 Kombinerad analys

X:\Goteborg\Geoteknik -13955-VANBUD OCH UPPDRAG\2021\222219\G21159 Örby Vännåkra 2_81 DP\Projektdokument\Beräkningar\SLOPE\Beräkningssektion Vännåkra 2_81 DP.gsz

2022-12-21 A3 1:400